Д. Х. БАЗИЕВ

ОСНОВЫ ЕДИНОЙ ТЕОРИИ ФИЗИКИ

МОСКВА • 1994

Д. Х. Базиев

ОСНОВЫ ЕДИНОЙ ТЕОРИИ ФИЗИКИ

D. H. BASIEV

INTEGRATED PHYSICS THEORY PRINCIPLES

•

A principally new theory of physics based on 60 new fundamental findings

MOSCOW
1994

Д. Х. БАЗИЕВ

ОСНОВЫ ЕДИНОЙ ТЕОРИИ ФИЗИКИ

•

Принципиально новая
теория физики на основе
шестидесяти новейших
фундаментальных
открытий

МОСКВА
1994

ББК 22.3
Б17

Д. Х. Базиев. Основы единой теории физики.

Б17 В данной книге делается первая, в истории развития физики XX столетия, попытка выйти за рамки сложившегося в 20—30-ых годах учения, в основе которого лежат теория относительности Эйнштейна и квантовая механика. Книга охватывает основные положения по всем разделам физики, за исключением аэродинамики и гидродинамики, а также гравитацию, астрономию и астрофизику. При этом развиваемая автором концепция не имеет ни единого схождения с существующей теоретической физикой, хотя целиком построена на уже накопленном экспериментальном и наблюдательном материале. Т. е. в ней все спорно с позиций существующей теории, что совершенно естественно, поскольку предложена альтернативная теория. Автор глубоко убежден в том, что развитая им новая теория есть неожиданный, но закономерный и решительный рывок естествознания вперед. Придет ли научная общественность мира к такому же заключению или нет — покажет время.

ISBN 5-02-009577-X

Книга издана при содействии коммерческого банка «Нальчик»
г. Нальчик, ул. Головко, д. 2, т. 2-26-88

Б $\frac{1604010000-087}{042(02)-94}$

ББК 22.3

ISBN 5-02-009577-X

© «Педагогика»
1994 г.

Трудолюбию и таланту маленького балкарского народа, чьим сыном я имею честь себя называть, посвящается этот труд.

ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРА

Эта книга сверхуникальна, ибо она представляет собой первый случай в мировой истории науки, когда в одном произведении залпом дается описание десятков новейших фундаментальных открытий, каждое из которых по своему значению равносильно открытию периодической системы элементов Д. И. Менделеевым или превосходит его. Достаточно назвать крупнейшее в истории физики открытие — открытие электрино, на долю которого в каждом атоме и в любом физическом теле приходится равно 50% заряда и 99,83% массы. Открытия, которые мне посчастливилось сделать и описанные здесь, позволили увидеть реальную картину физического мира, установить его истинные законы и принципы и заложить фундамент единой теории физики. Это полная неожиданность для научной общественности мира, которой я желаю радости и восторга от чтения книги и прошу изучать ее содержание в той последовательности, в какой оно изложено мною, ибо, не поняв суть предыдущего открытия, нельзя будет разобраться в последующем.

Д. Х. Базиев

Яникой—Нальчик—Москва,
февраль 1991 — июнь 1993 г.

Глава I.

СИСТЕМА НОВЕЙШИХ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ОТКРЫТИЙ

§ 1. Гиперчастотная механика или механика микромира

I. Состояние термодинамики газов. В молекулярной физике господствует понятие «идеальный газ», не допускающий взаимодействия между молекулами. Существует уравнение состояния идеального газа, выведенное Б. Клапейроном в 1834 г. и обобщенное Д. И. Менделеевым в 1874 г. к виду

$$PV = nRT = \frac{m}{\mu} \cdot RT \qquad (1.1)$$

Состояние реальных газов согласуется с этим уравнением лишь в узком интервале давлений, вблизи нормальных условий. Существуют также эмпирические уравнения (уравнение Ван-дер-Ваальса и вириальное уравнение), содержащие ряд поправочных коэффициентов и потому больше согласующиеся с состоянием реальных газов, но и они ни в коей мере не касаются взаимодействия между молекулами.

Мировая наука занимается изучением газов с 1652 г., с момента открытия Р. Бойлем взаимосвязи между давлением и объемом. Но по сей день природа реальных газов остается не раскрытой и отсутствует уравнение, описывающее подлинное состояние газов.

Благодаря усилиям Дж. Уотерстона, А. Крёнига, Р. Клаузиуса, Дж. Максвелла и Л. Больцмана, с середины XIX столетия основным инструментом в изучении газов стала статистика. Это направление подменило рассмотрение физической сущности взаимодействия реальных молекул математической игрой, описывающей вероятностные события. Именно это направление привело теорию газов в тупик, в котором она и пребывает сегодня.

Постоянные Больцмана (в неявном виде) и Планка были выведены одновременно, в одной статье М. Планка [1] от 1900 г. Первая из этих констант широко применяется в термодинамике газов в то время как постоянная Планка не используется совершенно. Всем казалось и кажется теперь, что постоянная Планка не имеет никакого отношения к состоянию реальных газов. А это, как будет показано ниже, есть глубокое заблуждение.

По существующим представлениям газы лишены какой бы то ни было структуры, а континуум частиц образован беспорядочно двигающимися по всем направлениям и хаотически сталкивающимися молекулами. При этом создается видимость верного истолкования давления газа, оказываемого им на стенку, числом сталки-

вающихся с нею молекул. При этом остается совершенно неясным — как в бесструктурном газе объяснить давление внутри элементарного объема $\Delta V = 1/N$, где N — объемная плотность частиц. Методами статистической физики оно не может быть описано. Необходим новый, чисто физический подход к решению проблем молекулярной физики.

2. Кинетическая энергия осциллятора и его индивидуальное пространство. Классическая молекулярная физика основывается на том, что кинетическую энергию молекул газов можно описать двумя способами: механически $E = mv^2/2$ и термодинамически $E = 3k\mathrm{T}/2$. Из этих соотношений выводится линейная скорость молекул вида $v = \sqrt{3k\mathrm{T}/m}$, где m — масса молекулы, k — постоянная Больцмана, T — термодинамическая температура газа.

Мною получены новые результаты, свидетельствующие о том, что кинетическая энергия молекул термодинамически определяется как $E = k\mathrm{T}$ и что $E \neq mv^2/2$. Но прежде чем перейти к анализу этих результатов необходимо ввести понятие «осциллятор» вместо молекул и атомов. Поскольку, как будет показано ниже, наиболее характерным и общим свойством структурных элементов газов, жидкостей и твердых тел является их гиперчастотные колебания, то термин «осциллятор» отражает всеобщее свойство частиц вещества независимо от его агрегатного состояния.

Обратимся к объективно существующему барометрическому давлению. Возьмем для анализа единичный объем воздуха в нормальных условиях $V_{ед} = 1$ м^3. Чему равна суммарная кинетическая энергия осцилляторов этого объема? Очевидно и общепринято, что $E_{ед} = V_{ед} \cdot \mathrm{P}_0 = 1{,}01325 \cdot 10^5$ Дж. Поскольку $V_{ед}$ состоит из N_0 осцилляторов, то энергия одного среднего осциллятора корректно определяется из соотношения

$$E_0 = P_0 \cdot V_{ед}/N_0 = P_0 \cdot V_{g0}, \tag{1.2}$$

где V_{g0} — объем глобулы, индивидуальное пространство осциллятора. Осциллятор и его индивидуальное пространство составляют неразрывное единство, а название «глобула» отражает тот факт, что этот элементарный объем имеет сферическую форму. Наиболее просто и естественно объем глобулы определяется из соотношения общего вида

$$V_{gi} = m_i/\rho_i, \tag{1.3}$$

где m_i — масса осциллятора, ρ_i — массовая плотность газа. Расчет для среднего осциллятора воздуха дает:

$$V_{g0} = m_в/\rho_{0в} = \frac{4{,}8106712 \cdot 10^{-26}\ \text{кг}}{1{,}2929\ \text{кг} \cdot \text{м}^{-3}} = 3{,}7208378 \cdot 10^{-26}\ \text{м}^3 \tag{1.4}$$

$$N_0 = 1/V_{g0} = 2{,}6875667 \cdot 10^{25}\ \text{м}^{-3} \tag{1.5}$$

$$E_0 = P_0 \cdot V_{g0} = 3{,}7701389 \cdot 10^{-21}\ \text{Дж} \tag{1.6}$$

Такую же величину кинетической энергии осциллятора можно получить через постоянную Больцмана

$$E_0 = k_в T_{0в} = 1{,}3802449 \cdot 10^{-23} \cdot 273{,}15 = 3{,}7701389 \cdot 10^{-21} \tag{1.7}$$

А каково значение E_0, следующее из классической теории?

$$E_0' = \frac{3}{2} k_в T_{0в} = 5{,}6552083 \cdot 10^{-21}\ \text{Дж} \tag{1.8}$$

$$v_0' = \sqrt{3k_в T_{0в}/m_в} = 484{,}88242\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1} \tag{1.9}$$

$$E_0 = \frac{m_в (v_0')^2}{2} = 5{,}6552083 \cdot 10^{-21}\ \text{Дж} \tag{1.10}$$

Из сравнения (1.8—1.7) следует с очевидностью, что формулы классической теории завышают результат в 1,5 раза. И дело тут не сводится к простой корректировке v_0' или коэффициента 3/2, а носит глубоко принципиальный характер. Главная ошибка классической теории заключается в том, что она никогда не рассматривала значения индивидуального пространства осциллятора и физическую суть взаимодействия между осцилляторами, ибо ее развитие пошло по пути широкого внедрения в анализ газов методов математической статистики. Именно это обстоятельство не позволило классической теории подняться до понимания того, что главнейшей формой движения в микромире является гиперчастотное колебание, в основе которого лежит физическое взаимодействие между осцилляторами. Одним из доказательств ошибочности статистического подхода к анализу газов как раз и является коэф. 3/2 в уравнении энергии осциллятора. Так, статистика утверждает, что движение молекул хаотично, они мечутся по всем направлениям, беспорядочно сталкиваясь между собой. Такая форма движения якобы описывается уравнением

$$E_0 = \frac{1}{2} E_x + \frac{1}{2} E_y + \frac{1}{2} E_z = \frac{3}{2} k T_0$$

Вызывает недоумение, что на протяжении всего периода развития молекулярной физики никто не подверг элементарному анализу корректность формулы $E = mv^2/2$ применительно к частицам газа. А между тем она абсолютно некорректна в молекулярной физике, ибо описывает энергию тела, двигающегося по кривой второго порядка. Например, энергия движения Земли в гравитационном поле Солнца составит

$$E = mu \cdot \frac{2\pi}{T} \cdot a = mu \cdot n \cdot a = mu \cdot u = mu^2,$$

где m — масса Земли, u — орбитальная скорость, T — период обращения, n — угловая мера орбитального движения, a — средний радиус орбиты. При этом полную энергию можно разложить на тангенциальную $E_t = \frac{1}{2} mu^2$ и радиальную $E_r = \frac{1}{2} mu^2$.

3. Частотная форма движения осциллятора. Продолжим начатый анализ. Обратимся к рассмотрению давления в макрообъеме $V_{сд}$ и элементарном объеме V_{g0}. При объяснении давления газов принято говорить о суммарной моментальной силе молекул на стенку единичной площади. А если нет никакой стенки? Почему нельзя говорить о давлении газа внутри объема, безотносительно к какой бы то ни было поверхности? Ведь никто не сомневается в том, что в любой точке макрообъема равновесной газовой системы существует реальное давление. Каково давление в элементарном объеме $V_{сд}$, чем оно определяется и в каких единицах измеряется? Для макрообъема и глобулы имеем:

$$P_0 = \frac{E_{сд}}{V_{сд}} = 1{,}01325 \cdot 10^5 \ \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3}, \tag{1.12}$$

$$P_0 = \frac{k_в T_{0в}}{V_{g0}} = 1{,}01325 \cdot 10^5 \ \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3} \tag{1.13}$$

Вот естественная размерность для давления в газах и жидкостях. Как в элементарном, так и в макрообъемах давление газа есть объемная концентрация энергии!

Нетрудно видеть, что объемная концентрация энергии и единица давления Па являются равномодульными величинами

$$\frac{\text{Дж}}{\text{м}^3} = \frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{м}^2 \cdot \text{м}} = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = \text{Па} \tag{1.14}$$

Введение в анализ газов понятия глобулы знаменует собой очень важный качественный переход от макрообъема газа к элементарному его составляющему, от статистики — к рассмотрению физической сути взаимодействия между осцилляторами. Задумайтесь над физическим содержанием глобулы. Какой формой движения должна обладать молекула газа, чтобы постоянно сохранять вокруг себя околомолекулярный элементарный объем пространства и равномерно наполнять его энергией, обусловливая в нем давление Ро? Ответ один — только частотной! Совершенно очевидно, что равномерное распределение давления по всему объему $V_{сд}$, равное наполнение энергией всех глобул, образующих этот объем, возможно только при упорядоченном движении каждого осциллятора. А упорядоченность движения — это свойство гиперчастотного колебания осциллятора с амплитудой, отвечающей условию $A_0 \le d_{g0}$, где d_{g0} — диаметр глобулы.

Таким образом, глобула — это элементарная единица макрообъема газа и жидкости, в которой сочетается единство массы, энергии и пространства, а также, как увидим ниже, электрических зарядов. Т. е. в этом микроскопическом образовании присутствуют все элементы, образующие материальный мир Вселенной.

Рассмотрим важнейшие особенности частотного движения осциллятора. Кинетическая энергия его опишется формулой Планка

$$E_0 = hf_0, \tag{1.15}$$

где $h = 6{,}626268 \cdot 10^{-34}$ кг $\cdot$ м^2 $\cdot$ с$^{-1}$ — постоянная Планка, f_0 — частота колебания осциллятора внутри объема глобулы V_{g0} при температуре T_0. Справедливости ради необходимо сказать, что, начиная с момента открытия постоянной Планка и по сей день все считают величину h квантом лучистой энергии и только. При внимательном изучении работы М. Планка [2] каждый может удостовериться в том, что планковская формула $\varepsilon = h\nu$ – это кинетическая энергия осциллятора, излучающего свет, т. е. кинетическая энергия структурных элементов нагретого черного тела. Однако, ни сам М. Планк и никто другой до меня не рассматривал возможность применения этой формулы к описанию энергии осциллятора в газах и жидкостях. Это исторический факт, но тем не менее кажется невероятным.

Частота осциллятора определяется из соотношений:

$$f_0 = \frac{E_0}{h} = \frac{P_0 \cdot V_{g0}}{h} = \frac{kT_0}{h}, \ \text{с}^{-1} \tag{1.16}$$

4. Амплитуда колебания и глобулярная структура реальных газов. Амплитуду колебания осциллятора на данном этапе можно принять равной диаметру сферической глобулы, а точное решение получим несколько позже.

$$A_0 \approx d_{g0} = \sqrt[3]{6V_{g0}/\pi}, \ \text{м}, \tag{1.17}$$

где A_0 — амплитуда колебания осциллятора, d_{g0} — диаметр глобулы. Введя в (1.17) вместо V_{g0} ее значение из (1.4) получим

$$A_0 \approx d_{g0} = \sqrt[3]{6m/\pi\rho_0} \tag{1.18}$$

Чтобы определить линейную скорость молекул воздуха выразим частоту без участия постоянной Планка

$$f_0 = v_0/2A_0 \approx v_0/2d_{g0}, \tag{1.19}$$

где v_0 — линейная скорость средней молекулы воздуха, $2A_0$ — путь молекулы за один период ее возвратно-поступательного движения. Из (1.16) и (1.19) следует равенство

$$\frac{kT_0}{h} = \frac{v_0}{2A_0} \approx \frac{v_0}{2d_{g0}} \tag{1.20}$$

решая которое относительно v_0 получим

$$v_0 = \frac{2A_0 \cdot kT_0}{h} \approx \frac{2d_{s0} \cdot kT_0}{h}, \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \qquad (1.21)$$

Численные значения основных величин частотного движения молекул воздуха (в нормальных условиях) оказались следующими:

$f_0 = 5{,}6875667 \cdot 10^{12}$ с$^{-1}$ — точное значение
$d_{s0} = 4{,}1420376 \cdot 10^{-9}$ м — точное значение
$v_0 = 4{,}713379 \cdot 10^{4}$ м · с$^{-1}$ — приближенное, превышает точное на 0,00438%

Эти результаты неотразимо свидетельствуют о том, что молекулы газов обладают гиперчастотным колебательным движением и что газ образован континуумом глобул и имеет глобулярную структуру с координационным числом $K = 12$. Вот важнейшее явление и свойство реальных газов, ранее нам неизвестные.

Теперь мы можем написать систему из трех уравнений для расчета энергии осциллятора

$$\begin{cases} E_0 = P_0 \cdot V_{s0} \\ E_0 = kT_0 \\ E_0 = h \cdot f_0 \end{cases}$$

5. Механическое выражение энергии осциллятора и скорость блуждания молекул. Анализируя эту систему нельзя не видеть того, что в ней осциллятор безлик, т. е. отсутствует основной параметр реальной молекулы — ее масса. Если данная термодинамическая система корректна, то непременно должно существовать и механическое уравнение для энергии осциллятора. Наблюдая диффузию в газах и жидкостях можно заключить, что глобулы обладают определенной подвижностью, доступной визуальному наблюдению. Из этого следует, что осцилляторы газов обладают не только колоссальной линейной скоростью в координатах глобулы, но и скоростью блуждания глобулы, беспрерывно изменяющей ее координаты в макрообъеме. Иными словами, в объеме глобулы осциллятор обладает возвратно-поступательным движением с линейной скоростью v_0 и одновременно с этим глобула блуждает по занимаемому газом объему со скоростью u_0. Осмысление этого феномена привело к выводу уникального уравнения, названного механическим уравнением осциллятора:

$$E_0 = \sqrt[3]{\frac{4\pi}{3}(mv_0 \cdot u_0)^3}, \qquad (1.22)$$

где u_0 — скорость блуждания глобулы. Освобождаясь от корня, получим

$$E_0 = mv_0u_0 \cdot \sqrt[3]{4\pi/3} = mv_0 \cdot u_0 \cdot a, \tag{1.23}$$

где $a = \sqrt[3]{4\pi/3} = 1{,}611992$ рад $= 92{,}360338$ градус есть, с одной стороны, коэффициент сферичности глобулы, а с другой — средний угол отражения осциллятора от осциллятора в результате их взаимодействия, о чем подробно будем говорить ниже. Скорость блуждания определится из (1.23)

$$u_0 = \frac{E_0}{mv_0a} = \frac{P_0 \cdot V_{g0}}{mv_0 \cdot a} = \frac{k\mathrm{T}_0}{mv_0a} = \frac{hf_0}{mv_0a} = \frac{h}{2A_0 \cdot ma}, \frac{\text{м}}{\text{с}} \tag{1.24}$$

Точное численное значение для воздуха составляет $u_0 = 1{,}0315148$ м $\cdot$ с$^{-1}$. Теперь уравнение энергии осциллятора приобретает завершенный вид

$$E_0 = P_0V_{g0} = k\mathrm{T}_0 = hf_0 = mv_0u_0a \tag{1.25}$$

и получает статус основного уравнения гиперчастотной механики, принципиально нового раздела, полностью вытесняющего из науки квантовую механику. Здесь уместно сказать, что среди заблуждений А. Эйнштейна есть одна совершенно верная идея. Он утверждал, что истинная теория физики должна непременно быть причинно-следственной. Именно это убеждение не позволило ему принять квантовую механику, целиком основанную на статистике. Гиперчастотная механика — это как раз то, о чем мечтал Эйнштейн.

§ 2. Электрино — вторая и последняя истинно элементарная частица

1. Постоянство постоянной Планка. Выпишем из основного уравнения гиперчастотной механики равенство

$$hf_i = m_iv_iu_ia, \tag{2.1}$$

где индекс i означает параметр i-го газа в любом термодинамическом состоянии, в том числе и в нормальных условиях. В обеих частях равенства имеются постоянные величины h и a. Определим из него h и одновременно освободим правую часть от коэффициента сферичности глобулы a.

$$\frac{h}{a} = \frac{m_iv_i \cdot u_i}{f_i} \tag{2.2}$$

Нетрудно убедиться в том, что правая часть этого соотношения есть энергия осциллятора, отнесенная к частоте и потому представляет момент импульса единичного взаимодействия между парой

осцилляторов, т. е. квант энергии одного из $n_i = f_i \cdot \tau_{сд}$ взаимодействий осциллятора за время $\tau_{сд} = 1$ с. Численно этот квант энергии выражает левая часть (2.2), которая представляет собой новую фундаментальную константу, названную постоянной Герца $\hbar$:

$$\hbar = \frac{h}{a} = 4{,}1106086 \cdot 10^{-34} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}} = \text{Const} \tag{2.3}$$

Из этого соотношения следует, что постоянная Планка уже имеет два составляющих, но природа ее еще не ясна

$$h = a \cdot \hbar \tag{2.4}$$

Если же определить ее из (2.1), то она приобретает пять составляющих

$$h = \frac{m_i v_i u_i a}{f_i} = 2 m_i A_i u_i \cdot a \tag{2.5}$$

Легко видеть, что переменные величины в (2.5), составляющие h, отмечены индексом i и означают их принадлежность к осцилляторам любого i-го газа. Но при этом сама постоянная h этого индекса не имеет и не потому, что так нравится мне, а потому, что она едина для осцилляторов всех реальных газов и жидкостей. Взгляните на приложение I. Там все параметры несут на себе оттенок индивидуальности, варьируя при переходе от одного газа к другому. Постоянная же Планка абсолютно неизменна, словно она не является производной основных параметров газа. Именно это обстоятельство и должно привлечь наше внимание, если мы хотим раскрыть тайну h.

2. Секториальная скорость фотона и постоянная Планка. В классической физике постоянной Планка присвоена размерность Дж · с, но это не совсем точно, ибо из анализа размерности для нее следует размерность момента импульса:

$$\dim [h] = \text{Дж} \cdot \text{с} = \text{Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} \cdot \text{м} \cdot \text{с} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}} \tag{2.6}$$

Как хорошо известно, момент импульса является неотъемлемым свойством движения тела по кривой второго порядка, такого как движение планет в силовом поле Солнца. Из первого закона Кеплера следует, что секториальная скорость i-ой планеты есть величина инвариантная, определяемая как

$$v_{si} = r_i^2 \cdot n_i, \quad \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}, \tag{2.7}$$

где r_i — средний радиус орбиты, n_i — среднее угловое движение планеты. В более наглядной форме это соотношение имеет вид

$$v_{si} = u_i \cdot r_i = \text{Const}, \tag{2.8}$$

где $u_i = r_i \cdot n_i$ — орбитальная скорость i-ой планеты. Поскольку и

масса планеты и ее секториальная скорость являются постоянными величинами, то это обусловливает инвариантность и момента импульса L:

$$L_i = m_i v_{si} = \text{Const} \tag{2.9}$$

Нетрудно видеть — эта величина совершенно аналогична постоянной Планка, хотя никакого орбитального движения за осцилляторами не водится. Из сравнения (2.9) и (2.5) следует соотношение для секториальной скорости осциллятора

$$v_{si} = 2A_i u_i a, \tag{2.10}$$

с учетом которого можно записать

$$h = m_i v_{si} \tag{2.11}$$

$$v_{si} = \frac{h}{m_i} = \frac{\hbar \cdot a}{m_i} \tag{2.12}$$

Качественно и количественно все эти соотношения объективно верны, а v_{si} по своей размерности соответствует секториальной скорости ($м^2 \cdot с^{-1}$), и тем не менее u_i из (2.10) не есть орбитальная скорость также как и A_i не является радиусом орбиты осциллятора. Создается странная ситуация. Во-первых, из вышеизложенного мы уверенно знаем, что гиперчастотное колебание осциллятора представляет собой возвратно-поступательное движение в пространстве глобулы с очень большой линейной скоростью v_i. Во-вторых, скорость блуждания u_i характеризует беспрерывное дискретное изменение вектора возвратно-поступательного движения осциллятора в координатах глобулы и составляет лишь 0,002% от всего количества движения осциллятора. В-третьих, возвратно-поступательное движение должно характеризоваться импульсом осциллятора $i_i = m_i v_i$. Но импульсы осцилляторов, от водорода до ксенона (см. приложение 1), возрастают более чем в 66 раз. Парадоксальность заключается в том, что осциллятор совершенно лишен орбитального движения, но мерой количества его движения является не импульс, а момент импульса $h = m_i v_{si}$, да к тому же одинаковый для всех газов. Где выход? Только в одном — в допущении того, что во взаимодействии между парой осцилляторов участвует какая-то еще неизвестная частица, которая должна излучаться и самопоглощаться осциллятором! Она должна обладать очень малой массой, электрическим зарядом и орбитальным движением в поле большого, по сравнению с ней, тела осциллятора! При этом постоянная Планка есть момент импульса этой частицы икс! Только в этом единственном случае разрубается гордиев узел вокруг h.

Каковы при этом реальные предпосылки возможного механизма взаимодействия пары осцилляторов? Во-первых, почему частица

икс должна самопоглощаться осциллятором? Потому что она, вероятно, является структурной частью осциллятора и число их в осцилляторе есть величина конечная. И в случае их безвозвратного излучения, при $f = 10^{12}$ с$^{-1}$, никаких бы газов на Земле уже давно не было. Во-вторых, каков вероятный знак заряда частицы икс? Только положительный! Ибо истинно элементарная частица с отрицательным знаком, а именно электрон, известна уже с 1897 г. Второй отрицательной частицы в составе атома не может быть! В-третьих, сколько частиц икс может участвовать в единичном акте взаимодействия пары осцилляторов? Предварительный анализ показал, что их должно быть непременно две — по одной от каждого осциллятора. При этом момент импульса частицы икс должен ровно вдвое превосходить момент импульса осциллятора, т. е. должно выполняться условие для единичного взаимодействия

$$m_x \cdot \mu = 2\hbar, \tag{2.13}$$

где m_x — масса частицы икс, μ — ее секториальная скорость. Качественно это условие определяется тем, что в основе частотного взаимодействия пары осцилляторов лежит факт их взаимного сближения до некоторого критического расстояния r_i, при достижении которого происходит остановка с полным торможением их встречных импульсов. Гашение встречных импульсов происходит за счет импульса при излучении первой частицы икс. Затем, через краткий миг $\Delta\tau$ излучается и самопоглощается вторая частица икс, импульс которой передается обоим осцилляторам и они разлетаются с номинальной скоростью и импульсом. Количественно суммарный импульс сближающихся осцилляторов в однородном газе составит

$$i_{сд} = i_1 + i_2 = 2i_i, \tag{2.14}$$

где $i_{сд}$ — сумма импульсов сближения пары осцилляторов, i_1 и i_2 — импульсы первого и второго осцилляторов. Чтобы остановить сближающиеся осцилляторы в точках их критического сближения первая частица икс должна развить импульс, равный сумме импульсов сближения, но противоположный по направлению к векторам обоих осцилляторов:

$$i_x + 2i_i = 0 \tag{2.15}$$

или, выражая импульс частицы икс через ее массу и критическое расстояние r_i:

$$\frac{m_x \cdot \mu}{r_i} + 2i_i = 0 \tag{2.16}$$

Из (2.16) следует новое соотношение для момента импульса осциллятора, где вместо произведения $2A_i\mu_i$ в (2.5) появляется $v_i r_i$:

$$m_x \cdot \mu = -2r_i i_i = -2m_i v r_i \tag{2.17}$$

Вторая частица икс, которая излучается в момент остановки осцилляторов, возвращает им прежнее значение импульса вместе с ротацией векторов их движения. Только при действии такого механизма возможно незатухающее, гиперчастотное, возвратно-поступательное движение осциллятора.

Таким образом, без малейшей натяжки удовлетворительно решается качественная сторона постоянной Планка — она есть половина момента импульса некоторой частицы икс, входящей в состав атомов. Но как решить количественную сторону задачи, если неизвестны оба составляющих момента импульса этой частицы, m_x и μ? К счастью, решение существует.

В июле 1982 г., занимаясь теоретическими аспектами распространения света и структуры монолуча, идущего от элементарного генератора в конвективной зоне Солнца, я получил результат, утверждающий зависимость скорости распространения излучения от его частоты. Тогда же было установлено, что скорость распространения естественного света, $C = 2{,}9979246 \cdot 10^8$ м $\cdot$ с$^{-1}$, характеризует только его фиолетовую часть, представляющую наиболее высокочастотную компоненту в пучке видимого света. И, наконец, было получено соотношение, которое мы сейчас используем для решения момента импульса частицы икс:

$$\frac{c_f}{c_i} = \frac{\lambda_i}{\lambda_f}, \tag{2.18}$$

где $c_f = c$ — скорость распространения монохроматического фиолетового луча, λ_f — длина его волны, c_i и λ_i — скорость и длина волны i-го монохроматического луча любой другой частоты. Из (2.18) следует, что

$$c_f \cdot \lambda_f = c_i \cdot \lambda_i = \text{Const} \tag{2.19}$$

Поскольку $c_i = \nu_i \cdot \lambda_i$, то (2.19) можно выразить и через частоту ν_i:

$$\nu_f \cdot \lambda_f^2 = \nu_i \cdot \lambda_i^2 = \text{Const} \tag{2.20}$$

Поскольку параметры фиолетовой части видимого света измерены с большой точностью, то не составляет труда вычислить величину данной постоянной, обозначив ее через μ:

$$\mu = \nu_f \cdot \lambda_f^2 = 7{,}4948113 \cdot 10^{14}\ \text{с}^{-1} \cdot 16 \cdot 10^{-14}\ \text{м}^2 = 119{,}91698\ \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1} \tag{2.21}$$

$$\mu = c_f \cdot \lambda_f = 2{,}9979246 \cdot 10^8\ \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 4 \cdot 10^{-7}\ \text{м} = 119{,}91698\ \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1} \tag{2.22}$$

За этой величиной предлагаю закрепить название «постоянной Мил-

ликена» в честь Роберта Милликена, впервые точно измерившего заряд электрона.

Таким образом, как это не кажется парадоксальным, фотоны обладают постоянной секториальной скоростью, постоянным моментом импульса и двумя составляющими скорости — орбитальной (u_i) и шаговой (c_i). Кроме того, фотон обладает постоянной конечной массой, постоянным положительным зарядом и, наконец, в качестве фотона во всех видах излучения и в качестве частицы икс во взаимодействии между осцилляторами выступает одна и та же истинно элементарная частица! Предлагаю закрепить за ней название «электрино» и символ э (русское э). Теперь, после установления секториальной скорости электрино его масса определяется из (2.13)

$$m_э = \frac{2 \cdot 4{,}1106086 \cdot 10^{-34}}{1{,}1991698 \cdot 10^{2}} = 6{,}8557572 \cdot 10^{-36} \text{ кг} = \text{Const} \qquad (2.23)$$

Момент импульса электрино, независимо от того, выступает ли оно в качестве фотона или посредника между осцилляторами, составляет $L_э$:

$$L_э = m_э \cdot \mu = 8{,}2219172 \cdot 10^{-34} \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1} = \text{Const} \qquad (2.24)$$

Окончательное, аналитическое и количественное решение постоянной Планка имеет вид

$$h = \hbar \cdot a = \frac{m_э \cdot \mu \cdot a}{2} = 6{,}626268 \cdot 10^{-34} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}} = \text{Const} \qquad (2.25)$$

Теперь становится понятным стоическое постоянство h, ибо она представляет собой произведение трех постоянных величин.

Какова же орбитальная скорость электрино — посредника во взаимодействии между парой осцилляторов? Определяется она очень просто и является функцией только критического расстояния r_i:

$$u_{эi} = \mu / r_i \qquad (2.26)$$

Я приведу численные значения по водороду и кислороду

$$u_э(\text{H}_2) = \frac{\mu}{r_{\text{OH}_2}} = \frac{119{,}91698 \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-1}}{2{,}6037968 \cdot 10^{-12} \text{ м}} = 4{,}6054661 \cdot 10^{13} \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$$

$$u_э(\text{O}_2) = \frac{\mu}{r_{\text{OH}_2}} = \frac{\mu}{1{,}6427873 \cdot 10^{-13}} = 7{,}2996047 \cdot 10^{14} \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$$

Вот и наступил конец специальной теории относительности, которая уже 86 лет утверждает, что в природе нет и не может быть скорости превышающей c.

3. Критическое расстояние осциллятора и точное решение амплитуды колебания. О физической сути критического расстояния

подробно будет сказано в пятом параграфе. Здесь же нам достаточно лишь его аналитическое решение. Оно корректно выводится из постоянной Герца или постоянной Планка

$$\hbar = m_i v_i r_i, \tag{2.27}$$

$$r_i = \frac{\hbar}{m_i v_i} = \frac{\hbar}{i_i} \tag{2.28}$$

Установлено, что критическое расстояние является аргументом скорости блуждания глобулы u_i, что определяется из решения системы из двух уравнений относительно u_i

$$\left.\begin{aligned} h &= m_i v_i r_i a \\ h &= m_i 2A_i u_i a \end{aligned}\right\} \tag{2.29}$$

$$2A_i u_i = v_i r_i, \tag{2.30}$$

$$u_i = \frac{v_i \cdot r_i}{2A_i} = \frac{2A_i f_i r_i}{2A_i} = r_i f_i \tag{2.31}$$

Для критического расстояния существует и еще одно очень важное соотношение, исходящее из глобулярной структуры газов

$$r_i = d_{gi} - A_i \tag{2.32}$$

Введя это значение r_i в (2.31) получим

$$u_i = (d_{gi} - A_i) \cdot f_i \tag{2.33}$$

Теперь можно получить точное аналитическое решение амплитуды колебания A_i из механической энергии осциллятора $E_i = m_i v_i u_i a = m_i \cdot 2A_i f_i (d_{gi} - A_i) \cdot f_i a$:

$$2m_i a \cdot f_i^2 A_i^2 - 2m_i a f_i^2 d_{gi} A_i + E_i + 0 \tag{2.34}$$

Получено квадратное уравнение по амплитуде колебания, из которого следует

$$A_i = \frac{2m_i a \cdot d_{gi} f_i^2 + \sqrt{4m_i^2 a^2 d_{gi}^2 f_i^4 - 8m_i a f_i^2 \cdot E_i}}{4m_i a \cdot f_i^2}, \text{ м} \tag{2.35}$$

Резюмируя изложенное в §§ 1—2, перечислим результаты, полученные впервые.

1. Установлено гиперчастотное колебательное движение осцилляторов газов (жидкостей и твердых тел тоже).

2. Установлена глобулярная структура газов с координационным числом $K = 12$.

3. Открыта вторая составляющая в движении осцилляторов газов и жидкостей — скорость блуждания глобулы.

4. Установлена постоянная секториальной [illegible] скорости фотона и масса фотона конечной величины.

5. Открыта ранее неизвестная, истинно элементарная частица, названная электрино.

6. Установлена природа постоянной Планка [illegible] Планка.

7. Выведено основное уравнение гиперчастотной механики, нового раздела теоретической физики.

§ 3. Электрино-зарядовый антипод электрона

1. Состояние изученности нуклона. Точные [illegible] измерения магнитных моментов нейтрона и протона привели к [illegible] неожиданным результатам. Для протона он оказался равным $P_{m,p} = [illegible] = 2{,}7928456 \cdot \mu_я$ вместо ожидаемого одного $\mu_я$, а для нейтрона $P_{m,n} = -1{,}91314 \cdot \mu_я$, где $\mu_я$ — ядерный магнетон [3, стр. 283]. По общепринятому мнению, аномальный магнитный момент протона и отрицательный магнитный момент нейтрона являются следствием сложной структуры [illegible] структуры этих частиц, т. е. они не являются истинно элементарными. Согласно кварковой модели адронов, нейтрон состоит из двух [illegible] d-кварков с зарядом $\left(-\frac{e}{3}\right)$ и одного u-кварка с зарядом $\left(+\frac{2e}{3}\right)$. Протон и нейтрон могут рассматриваться как два различных [illegible] зарядовых состояния одной частицы — нуклона [4, стр. 431]. Экспериментально доказан переход нейтрона в протон при бета-распаде [illegible]: $n \to p^+ + e^- + \tilde{\nu}_e$ с выделением 1,3 МэВ энергии [5, стр. 566]. Таким образом, строение нейтрона и протона представляет собой нерешенную, но чрезвычайно важную проблему, за которой стоит нерешенная структура атома. Открытие электрино делает возможным решение обеих задач.

2. Установление абсолютных значений масс m_e, m_n, m_p и состава нейтрона. Задачей первой важности после открытия электрино стала установление численного значения его заряда, а также его место в структуре нуклона и атома. Какими объективными предпосылками мы обладаем в решении этой задачи? Обратимся к газообразному водороду. Осцилляторы водорода испускают и [illegible] самопоглощают электрино при каждом акте взаимодействия. По [illegible] существующим, я бы сказал устаревшим, представлениям молекула [illegible] H_2 состоит из двух атомов, каждый из которых образован [illegible] положительным ядром и одним орбитальным электроном. В качестве ядра [illegible] ядра выступает протон. Допустим, что это действительно так. Тогда со [illegible] совершенно определенно можно утверждать, что электрино излучается [illegible] и самопоглощается протоном и, следовательно, оно входит в [illegible] состав ядра атома. Это во-первых. Во-вторых, протон, обладающий [illegible] зарядом (+e) не может испускать частиц с отрицательным зарядом [illegible] и, стало быть, заряд электрино непременно должен быть положительным. Более того, можно допускать, что положительный заряд [illegible] протона обусловлен

избытком электрино, имеющих положительный заряд. В-третьих, положительный протон легко может испускать положительную частицу, но не может ее вернуть, т. е. исключается возможность самопоглощения излученного электрино. Но ведь в гиперчастотном взаимодействии молекул водорода излучение и самопоглощение электрино осуществляется $5{,}69 \cdot 10^{12}$ раз в секунду. Где же истина? Она в том, что молекула водорода состоит из двух нейтронов со слегка разбалансированными зарядами и без орбитальных электронов. Такое допущение звучит нестандартно, даже крамольно, но зато без всякой натяжки соответствует твердо установленному факту — гиперчастотному колебанию молекул. В-четвертых, если продолжать стоять на электродинамической модели атома, предложенной Э. Резерфордом в 1911 г., то мы приходим к еще более трудному, можно сказать неразрешимому, противоречию. Так, обратимся к газообразному ксенону, атомы которого в стандартных условиях (см. прилож. I) обладают частотой $5{,}698 \cdot 10^{12}$ $с^{-1}$. В таблице Менделеева ксенон занимает 54-ое место и, стало быть, вокруг его ядра с зарядом (+54 e!) обращается рой из 54 электронов, образуя размазанное и очень мощное отрицательное электрическое поле. Как в этом случае можно себе представить излучение и последующий самозахват ядром ксенона положительного электрино? Да никак! Ибо электрино, испущенное ядром, непременно должно быть захвачено одним из электронов облака, причем безвозвратно. При этом, через некоторое время Δt атом ксенона должен вывернуться наизнанку, ибо все электрино, образующие положительный заряд ядра покинут его и осядут в электронном облаке. В итоге атом ксенона должен развалиться на нейтральные кусочки, образованные соединением одного электрона и некоторого количества электрино, суммарный заряд которых составит (+e). И, наконец, в-пятых. Так называемый боровский радиус орбиты электрона $a_0 = 5{,}291 \cdot 10^{-11}$ м определяет диаметр невозмущенного атома водорода, равный $1{,}0582 \cdot 10^{-10}$ м. А реальное расстояние, при котором происходит взаимодействие пары молекул, составляет $r_0 = 2{,}6 \cdot 10^{-12}$ м. Из сопоставления этих величин следует, что при взаимодействии молекулы буквально входят друг в друга. Если для водорода с двумя орбитальными электронами это еще как-нибудь можно допустить, но обосновать качественно и количественно сближение ядер двух атомов ксенона до расстояния $r_{0,\,Xe} = 3{,}99 \cdot 10^{-14}$ м, когда каждый из них обладает мощным электронным облаком, отстоящим от ядра гораздо дальше, чем $r_{0,\,Xe}$, физически просто невозможно. Поэтому реально существующее гиперчастотное колебание молекул газов и электродинамическая модель атома (с ее орбитальными электронами) несовместимы. Частотному движению молекул газов отвечает высокая компактность осцилляторов при их общей электронейтральности, отсутствие всякого расстояния между атомами в моле-

кулах. Все говорит в пользу того, что как отдельный нуклон, так и всякий атом есть электростатическая система, образованная отрицательными электронами и положительными электрино.

Самоочевидно, что точность определения заряда электрино зависит от точности масс электрона, протона, нейтрона и заряда электрона. Поэтому приступим к анализу этих величин с целью максимального их уточнения. Отправные значения их, утвержденные XVII ГКМВ от 1983 г., следующие:

$$m_u = 1{,}66057 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 1 \text{ а. е. м.}$$
$$m_n' = 1{,}6749543 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$
$$m_p' = 1{,}6726485 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$
$$m_e' = 9{,}109534 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$$
$$\gamma' = m_p'/m_e' = 1836{,}15152$$
$$e = -1{,}6021892 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

Как известно, атомная единица массы и ее массовый эквивалент связаны соотношением:

$$1 \text{ а. е. м.} = \frac{1}{12} \cdot {}^{12}\text{C} = 1{,}66057 \cdot 10^{-27} \text{ кг}, \tag{3.1}$$

при этом атомный вес изотопа ^{12}C имеет целочисленное значение, равное 12. Исходя из порядкового номера углерода в таблице Менделеева, мы можем написать:

$$^{12}\text{C} = 6e^- + 6p^+ + 6n = 6n + 6\,(p^+ + e^-) \tag{3.2}$$

Введя (3.2) в (3.1), получим:

$$1 \text{ а. е. м.} = \frac{1}{12} \cdot {}^{12}\text{C} = \frac{6n + 6\,(p^+ + e^-)}{12} = \frac{n + (p^+ + e^-)}{2} \tag{3.3}$$

Из (3.3) следует, что не существует заметного различия между нейтроном и парой $(p^+ + c^-)$ в составе атома и что $m_u = 1{,}66057 \cdot 10^{-27}$ кг есть масса среднего нуклона. Эту величину также можно получить как среднее значение одного нуклона из таблицы Менделеева. Именно поэтому наиболее точное значение массы атома любого химического элемента, совершенно независимо от соотношения в нем n и p^+, определяют из

$$m_i = A_i \cdot m_u, \tag{3.4}$$

где m_i — масса i-го элемента, A_i — его атомный вес. Это обстоятельство дает нам основание считать корректным равенство

$$n = (p^+ + e^-) \tag{3.5}$$

и тогда, введя в (3.3) вместо пары протон-электрон ее значение, получим

$$1 \text{ а. е. м.} = \frac{n + (p^+ + e^-)}{2} = \frac{2n}{2} = n \tag{3.6}$$

Таким образом, за нейтрон принимается средний нуклон, из которого образованы атомы всех элементов. И, переходя от атомной единицы массы в (3.6) к ее массовому эквиваленту, получаем

$$m_u = m_n \tag{3.7}$$

$$m_n = m_p + m_e = 1{,}66057 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \tag{3.8}$$

А что же экспериментально полученные значения масс этих частиц? Они явно завышены и несут в себе существенные погрешности эксперимента, что доказывается совершенно однозначно.

$$\begin{cases} m_i = N_i \cdot m_n + Z_i (m_p + m_e) \\ m_i = A_i \cdot m_u, \end{cases} \tag{3.9}$$

где m_i — масса атома i-го элемента, N_i — число нейтронов в атоме, Z_i — число протонов и электронов. Приравнивая правые части системы (3.9), получаем:

$$A_i \cdot m_u = N_i \cdot m_n + Z_i (m_p + m_e) \tag{3.10}$$

откуда следуют формулы для определения массы электрона, нейтрона и протона:

$$m_e = \frac{A_i m_u - N_i m_n - Z_i \cdot m_p}{Z_i}, \tag{3.11}$$

$$m_p = \frac{A_i m_u - N_i m_n - Z_i \cdot m_e}{Z_i}, \tag{3.12}$$

$$m_n = \frac{A_i m_u - Z_i (m_p + m_e)}{N_i}, \tag{3.13}$$

Воспользуемся экспериментально установленным значением γ' и определим массу протона и электрона из (3.8):

$$\gamma' = \frac{m_p}{m_e} = \frac{m_n - m_e}{m_e}, \tag{3.14}$$

$$\gamma' \cdot m_e = m_n - m_e,$$

$$\gamma' \cdot m_e + m_e = m_n,$$

$$m_e (\gamma' + 1) = m_n.$$

$$m_e = \frac{m_n}{\gamma' + 1} = \frac{1{,}66057 \cdot 10^{-27} \text{ кг}}{1837{,}151152} = 9{,}0388299 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \tag{3.15}$$

$$m_p = m_n - m_e = 1{,}66057 \cdot 10^{-27} - 9{,}0388299 \cdot 10^{-31} =$$

$$= 1{,}6596661 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \qquad (3.16)$$

Полученные значения масс электрона и протона существенно меньше экспериментально установленных m_e' и m_p', но еще не являются окончательными ввиду неточности γ'. Но допустим, что m_e и m_p из (3.15 и 3.16) ошибочны или недоказательно их установление и необходимо подтверждение по другому, независимому каналу. С этой целью обратимся к анализу атомных весов и масс 23 безизотопных элементов. Для анализа специально выбрана группа элементов, действительно не имеющих изотопов в природе, ибо нецелочисленные значения атомных весов обычно мотивируют тем, будто оно обусловлено средним значением ряда изотопов данного элемента. Естественно, такая мотивировка не приемлема к безизотопным элементам. И пусть экспериментально полученные значения m_e', m_p' и m_n' верны. Тогда, введя их в (3.11—3.13) можно установить фактическую массу этих частиц в составе атомов безизотопных элементов:

$$m_e(A_i) = \frac{A_i m_u - N_i m_n' - Z_i m_p'}{Z_i}, \qquad (3.17)$$

$$m_p(A_i) = \frac{A_i m_u - N_i m_n' - Z_i m_e'}{Z_i}. \qquad (3.18)$$

$$m_n(A_i) = \frac{A_i m_u - Z_i (m_p' + m_e')}{N_i}, \qquad (3.19)$$

где $m_e(A_i)$, $m_p(A_i)$, $m_n(A_i)$ — массы, приходящиеся на долю этих частиц в составе i-го элемента. Результаты анализа безизотопных элементов приведены в табл. 1, из которой следует: 1 — отрицательный знак, приобретаемый массой электрона по всем элементам, есть следствие существенного завышения значений m_p' и m_n', согласно (3.17); 2 — вариация масс протона и нейтрона, по всем исследованным элементам, есть следствие неточного определения их атомных весов; 3 — целочисленное значение числа нуклонов и нецелочисленное значение атомных весов безизотопных элементов также есть следствие неточного определения их атомных весов; при достижении абсолютной точности в определении атомных весов всех элементов периодической системы непременно должно выполняться равенство

$$A_i = N_i + Z_i \qquad (3.20)$$

Эти выводы приобретают полную силу, если сделать такой же анализ, но уже вместо m_e', m_p', m_n' ввести в него уточненные зна-

Таблица 1

Масса электрона, протона и нейтрона в ряду безизотопных элементов

Элемент	Атомный вес, A	Число нейтронов, N	Число протонов, Z	m_e, кг·10^{-29}	m_p, кг·10^{-27}	m_n, кг·10^{-27}
He	4,0026	2	2	−2,4304₁	1,6474334	1,6497393
Be	9,01218	5	4	−2,50025	1,646735	1,6542236
F	18,9984	10	9	−2,83562	1,6433813	1,6486139
Na	22,98977	12	11	−2,93147	1,6424228	1,6472474
Al	26,98154	14	13	−2,99273	1,6418102	1,6463187
P	30,97376	16	15	−3,03266	1,6414109	1,645669
Sc	44,9559	24	21	−3,20049	1,6397326	1,6461529
Mn	54,938	30	25	−3,34578	1,6382796	1,6463136
Co	58,9332	32	27	−3,32349	1,6385026	1,6461437
As	74,9216	42	33	−3,43309	1,6374066	1,6472642
Y	88,9059	50	39	−3,45264	1,6372111	1,6473132
Nb	92,9064	52	41	−3,41129	1,6376246	1,6473394
Rh	102,9055	58	45	−3,41055	1,6376321	1,6477786
J	126,9045	74	53	−3,51543	1,6365832	1,6491237
Cs	132,9054	78	55	−3,53340	1,6364034	1,6493969
Pr	140,9077	82	59	−3,46681	1,6370693	1,6493547
Tb	158,9254	94	65	−3,47861	1,6369513	1,6502701
Ho	164,9304	98	67	−3,48431	1,6368943	1,6505102
Tm	168,9342	100	69	−3,45088	1,6372286	1,6505147
Ta	180,9479	108	73	−3,45445	1,6371931	1,650989
Au	196,9665	118	79	−3,42679	1,6374696	1,6514022
Bi	208,9804	126	83	−3,43069	1,6374306	1,6517551
Th	232,0381	142	90	−3,40707	1,6376667	1,6527828
					$\overline{m}_p$ = −1,6391506;	$\overline{m}_n$ = −1,6489659

чения m_e, m_p, m_n, а атомные веса при этом округлить до целочисленных значений, согласно (3.20). Результаты сведены в табл. 2. По своему содержанию табл. 2 отличается от табл. 1 почти идеальной гармонией. Во-первых, исчез отрицательный знак перед массой электрона, и она приобрела свое реальное значение. Во-вторых, исчезла вариация масс протона и нейтрона по элементам. Вместе с тем из табл. 2 следует, что масса электрона все еще остается несколько завышенной, ведущей к незначительному завышению и массы нейтрона.

Очевидно, что для установления окончательных значений масс

Таблица 2

Масса электрона, протона и нейтрона в ряду безизотопных элементов после округления атомных весов до целочисленных значений

Элемент	Атомный вес, A	Число нейтронов, N	Число протонов, Z	m_e, кг·10^{-31}	m_p, кг·10^{-27}	m_n, кг·10^{-27}
He	4	2	2	9,039000	1,6596661	1,6605701
Be	9	5	4	9,039000	1,6596661	1,6605701
F	19	10	9	9,040000	1,6596662	1,6605701
Na	23	12	11	9,039090	1,6596661	1,6605701
Al	27	14	13	9,039230	1,6596661	1,6605701
P	31	16	15	9,039333	1,6596661	1,6605701
Sc	45	24	21	9,039047	1,6596661	1,6605701
Mn	55	30	25	9,040000	1,6596661	1,6605701
Co	59	32	27	9,039259	1,6596661	1,6605700
As	75	42	33	9,039393	1,6596661	1,6605702
Y	89	50	39	9,041025	1,6596661	1,6605702
Nb	93	52	41	9,039024	1,6596661	1,6605701
Rh	103	58	45	9,040000	1,6596661	1,6605701
J	127	74	53	9,039622	1,6596661	1,6605701
Cs	133	78	55	9,040000	1,6596661	1,6605701
Pr	141	82	59	9,040678	1,6596661	1,6605701
Tb	159	94	65	9,040000	1,6596661	1,6605701
Ho	165	98	67	9,040290	1,6596661	1,6605701
Tm	169	100	69	9,039130	1,6596662	1,6605701
Ta	181	108	73	9,039720	1,6596661	1,6605700
Au	197	118	79	9,039240	1,6596662	1,6605700
Bi	209	126	83	9,039760	1,6596661	1,6605700
Th	232	142	90	9,040000	1,6596662	1,6605700

электрона и протона необходимо уточнить значение γ', которое несколько занижено.

Электронейтральность нейтрона обусловлена тем, что сумма отрицательного заряда электронов, входящих в него, сбалансирована равным суммарным зарядом электрино. Это можно выразить уравнением зарядовой симметрии нейтрона:

$$n_e \cdot e + n_э \cdot э = 0 \qquad (3.21)$$

где n_e — число электронов в нейтроне, e — заряд электрона, $n_э$ — число электрино в составе нейтрона, э — заряд электрино. Число электрино можно определить через массы частиц

$$n_э = \frac{m_n - n_e \cdot m_e}{m_э}, \tag{3.22}$$

а заряд электрино из (3.21):

$$э = \frac{n_e \cdot e}{n_э} \tag{3.23}$$

В правой части (3.22) и (3.23) содержится одно неизвестное — n_e. Но учитывая, что количество электронов в составе нейтрона непременно должно быть целочисленным и небольшим, то можно установить аналитически $n_{e,\,min}$.

Очевидно $n_e \neq 1$, ибо если бы нейтрон состоял из одного электрона и сбалансированного с ним по заряду количества электрино, то после испускания нейтроном электрона, образовавшийся протон, представляющий собой сгусток электрино, мгновенно должен был распадаться. Но он весьма стабилен.

При $n_e = 2$ нейтрон обладал бы балансом зарядов (+2e–2e). При испускании одного электрона, с переходом в протон, соотношение между суммой положительных зарядов и зарядом оставшегося одного электрона составляло бы 2 : 1. Устойчивость такого протона сомнительна ввиду сильного дебаланса зарядов.

Лишь при $n_e = 3$ протон может обладать стабильностью, ибо соотношение зарядов в нем достигает 3 : 2. Стало быть, $n_{e,\,min} = 3$. Если же это не так, то при рассмотрении электродинамики взаимодействия осцилляторов допускаемая ошибка непременно обнаружится.

3. Абсолютные значения субатомных частиц и заряд электрино. Итак, теперь из (3.22) определяется приближенное значение $n_э'$, ибо m_e еще будет уточняться, а из (3.23) приближенное значение э′:

$$n_э' = \frac{m_n - n_e \cdot m_e}{m_э} = \frac{1{,}66057 \cdot 10^{-27} - 3 \cdot 9{,}0388299 \cdot 10^{-31}}{6{,}8557572 \cdot 10^{-36}} =$$

$$= 2{,}4181988 \cdot 10^{8}; \tag{3.24}$$

$$э' = \frac{n_e \cdot e}{n_э'} = \frac{3 \cdot 1{,}6021892 \cdot 10^{-19}\ \text{Кл}}{2{,}4181988 \cdot 10^{8}} = 1{,}9876643 \cdot 10^{-27}\ \text{Кл} \tag{3.25}$$

При этих значениях приближенное количество положительного заряда нейтрона составляет $Q_э'$:

$$Q_э' = n_э' \cdot э' = +\,4{,}8065674 \cdot 10^{-19}\ \text{Кл},$$

а суммарный отрицательный заряд Q_e:

$$Q_e = 3e = -4{,}8065676 \cdot 10^{-19}\ \text{Кл}.$$

Несходимость положительного и отрицательного зарядов составляет $\Delta Q = 0{,}0000002 \cdot 10^{-19}$ Кл. Решая эту несущественную расходимость методом последовательного приближения, установлены следующие абсолютные значения субатомных частиц:

$m_e = 9{,}038487 \cdot 10^{-31}$ кг

$m_p = 1{,}6596662 \cdot 10^{-27}$ кг

$m_n = 1{,}66057 \cdot 10^{-27}$ кг

$\gamma = m_p/m_e = 1836{,}2213$

$n_e = 3$

$n_э = 2{,}4181989 \cdot 10^{8}$

$э = + 1{,}9876643 \cdot 10^{-27}$ Кл

Таким образом, из вышеизложенного можно однозначно констатировать следующие выводы:

1. В природе существуют только две истинно элементарные частицы — электрон и электрино.

2. Нейтрон состоит из n_e электронов и $n_э$ электрино и представляет собой электростатическую систему.

3. Протон не есть самостоятельная частица, а является лишь положительно ионизированным нейтроном, согласно схеме:

$$n - e^- = p^+$$

4. Антипротон есть отрицательно ионизованный нейтрон

$$n + e^- = p^-$$

5. Всякий атом состоит только из нейтронов.

6. Представление будто атом состоит из положительного ядра и обращающихся вокруг него электронов необходимо признать ошибочным.

7. Ввиду абсолютного равенства величин: $m_u = m_n$, u = I а.е.м. = n можно и нужно отказаться от пользования условной величиной m_u и производить определение массы i-го элемента через реальную величину m_n:

$$m_i = A_i \cdot m_n \qquad (3.26)$$

§ 4. Ультраструктура нейтрона

1. Абсолютные размеры и плотность элементарных частиц и нейтрона. Очевидно, без знания точного значения диаметра нейтрона говорить о его внутреннем строении невозможно. Поэтому начнем с его определения. В качестве отправных величин при

решении этой задачи возьмем уточненную массу электрона $m_e = 9{,}038487 \cdot 10^{-31}$ кг и его классический радиус, также скорректированный согласно изменению массы $r_e = 2{,}81637 \cdot 10^{-15}$ м. Исходя из этих величин, определена плотность электрона

$$\rho_e = \frac{6m_e}{\pi \cdot d_e^3} = 9{,}6591303 \cdot 10^{12} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3} \tag{4.1}$$

Допустим, что плотность электрино равна плотности электрона, т. е. $\rho_э = \rho_e$. Тогда легко определяются диаметр и объем электрино

$$d_э = \sqrt[3]{6m_э/\pi\rho_e} = 1{,}1067247 \cdot 10^{-16} \text{ м} \tag{4.2}$$

$$V_э = \pi \cdot d_э^3/6 = 7{,}0976958 \cdot 10^{-49} \text{ м}^3 \tag{4.3}$$

Поскольку нам уже известно, что нейтрон состоит из n_e электронов и $n_э$ электрино, то его объем легко определится суммой составляющих объемов

$$V_n = n_э \cdot V_э + n_e \cdot V_e, \tag{4.4}$$

а зная полный объем нейтрона, легко установить его диаметр:

$$d_n = \sqrt[3]{b\,(n_э \cdot V_э + n_e \cdot V_e)/\pi} \tag{4.5}$$

Но ведь электрино и электрон являются истинно элементарными частицами, которые более неделимы, несжимаемы и идеально сферичны. А раз так, то в нейтроне, между сферическими телами электрино непременно должны оставаться вакуумные полости V_V, без учета которых невозможно установить точный диаметр нейтрона. Число этих полостей практически равно числу электрино, а точно оно составляет $(n_э - 3)$, но ввиду малости второго члена им можно пренебречь. С целью установления связи между объемом межсферной полости и объемом самой сферы были предприняты лабораторные исследования. Для этого полость между четырьмя сомкнутыми стальными шарами одного диаметра ($R = 1{,}595 \cdot 10^{-2}$ м) заполнялась гипсом, а затем измерялся объем полученной гипсовой отливки. Эта работа привела к установлению коэффициента межсферной полости $b = 5{,}1401417 \cdot 10^{-2}$, который связывает объем полости между четырьмя сферами с объемом сферы

$$V_п = b \cdot V = b \cdot \pi \cdot d^3/6, \tag{4.6}$$

где $V_п$ — объем межсферной полости, V — объем шара, d — диаметр шара. Позже, в результате теоретических исследований, было получено уточненное значение коэф. межсферной полости, которое и принято к использованию:

$$b = 5{,}04098 \cdot 10^{-2} \tag{4.7}$$

Теперь легко определяется объем единичной межэлектринной полости в нейтроне:

$$V_V = b \cdot \pi \cdot d_э^3/6 = 3{,}5779342 \cdot 10^{-50}\ м^3 \qquad (4.8)$$

Однако и этого оказалось еще недостаточно. Дело в том, что нейтрон чуть ли не целиком состоит из электрино и представляет собой большую сферу, образованную из $n_э$ очень мелких (по сравнению с нейтроном) сфер-электрино. Поэтому между каждыми тремя сомкнутыми электрино внешнего слоя нейтрона размещена сравнительно большого объема полуполость. Установлен коэффициент, связывающий объем этой полуполости внешнего слоя с диаметром электрино:

$$V_a = a \cdot V_э = a \cdot \pi \cdot d_э^3/6, \qquad (4.9)$$

где $a = 1{,}4886022$ — коэф. внешней полуполости, V_a — объем единичной внешней полуполости. Далее для определения суммарного объема полуполостей потребовалось установить число электрино внешнего слоя нейтрона, которое в первом приближении составит n_a:

$$n_a = \frac{s_n}{s_a} = \frac{4\pi r_n^2}{\pi r_э^2 (1 + \gamma)} = \frac{4 r_n^2}{r_э^2 (1 + \gamma)}, \qquad (4.10)$$

где $\gamma = 0{,}0513289$ — коэф. сечения дырки между тремя сомкнутыми сферами; s_a — сечение электрино и дырки. При этом число полуполостей составит $(n_a - 2)$, в котором второй член можно опустить ввиду его малости. Суммарный объем полуполостей нейтрона $V_a(n)$ определится из

$$V_a(n) = n_a \cdot a \cdot V_э = \frac{4a \cdot r_n^2}{r_э^2 (1 + \gamma)} \cdot \frac{4\pi \cdot r_э^3}{3} = \frac{16a \cdot r_n^2 \cdot r_э}{3 (1 + \gamma)} \qquad (4.11)$$

Только теперь мы можем составить полное уравнение объема нейтрона V_n:

$$V_n = n_э \cdot V_э + n_э \cdot V_V + n_e \cdot V_e + V_a(n). \qquad (4.12)$$

Четвертый член уравнения не имеет прямого решения ввиду того, что в n_a входит неизвестный r_n. Но тем не менее n_a поддается надежному определению методом последовательного приближения. Его предельное значение составило $n_a = 1{,}5252993 \cdot 10^6$. Казалось ничто уже не мешает определению точного значения d_n. Но обнаружилась еще одна проблема, связанная со степенью точности классического радиуса электрона. Так, сравнение удельных зарядов электрино и электрона и их массовых долей в составе нейтрона приводит к пересмотру принятого значения радиуса электрона.

$$э(m) = э/m_э = 2{,}8992629 \cdot 10^8\ Кл \cdot кг^{-1}, \qquad (4.13)$$

где $э(m)$ — удельный заряд электрино.

$$e\,(m) = e/m_e = 1{,}7726298 \cdot 10^{11}\ \text{Кл} \cdot \text{кг}^{-1} \qquad (4.14)$$

где $e(m)$ — удельный заряд электрона. Отношение удельных зарядов имеет величину k:

$$k = e\,(m)/\text{э}\,(m) = 611{,}40705 \qquad (4.15)$$

Из (4.13—4.15) следует единственно верный вывод, гласящий, что концентрация материи в электроне, носителе отрицательного электричества, больше чем в электрино, носителе положительного электричества, в k раз! Т. е. плотность электрона должна быть больше плотности электрино в k раз и отвечать условию

$$\rho_e = k \cdot \rho_\text{э} \qquad (4.16)$$

Такое же соотношение наблюдается между суммарной массой электрино $m_\text{э}(n)$ и массой трех электронов $m_e(n)$ в нейтроне.

$$k = \frac{m_\text{э}\,(n)}{m_e\,(n)} = \frac{n_\text{э} \cdot m_\text{э}}{n_e \cdot m_e} = 611{,}40705 \qquad (4.17)$$

Из (4.17) следует, что при условии $\rho_e = \rho_\text{э}$ на долю объема трех электронов приходилось бы $1/k$ часть объема нейтрона, за вычетом объема полостей, т. е. было бы справедливо равенство:

$$3V_e' = n_\text{э} \cdot V_\text{э}/k \qquad (4.18)$$

Однако из (4.16) однозначно следует, что подлинное соотношение объемов трех электронов и $n_\text{э}$ электрино отвечает иному соотношению:

$$3V_e = \frac{3V_e'}{k} = \frac{n_\text{э} \cdot V_\text{э}}{k^2} = \frac{n_\text{э} \cdot \pi \cdot d_\text{э}^3}{6k^2}. \qquad (4.19)$$

Решая (4.19) относительно V_e находим

$$V_e = \frac{n_\text{э} \cdot \pi \cdot d_\text{э}^3}{18 \cdot k^2} = 1{,}5304785 \cdot 10^{-46}\ \text{м}^3 \qquad (4.20)$$

И далее приходим к установлению абсолютных значений физических характеристик электрона:

$$d_e = \sqrt[3]{6V_e/\pi} = \sqrt[3]{292{,}29986 \cdot 10^{-48}\ \text{м}^3} = 6{,}63655765 \cdot 10^{-16}\ \text{м}$$

$$r_e = d_e/2 = 3{,}3182788 \cdot 10^{-16}\ \text{м}$$

$$\rho_e = m_e/V_e = 9{,}038487 \cdot 10^{-31}\ \text{кг}/1{,}5304785 \cdot 10^{-46}\ \text{м}^3 =$$

$$= 5{,}9056608 \cdot 10^{15}\ \text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

$$k = \rho_e/\rho_\text{э} = 5{,}9056608 \cdot 10^{15}/9{,}6591307 \cdot 10^{12} = 611{,}40705$$

$$s_e = \pi \cdot d_e^2 = 1{,}3836798 \cdot 10^{-30}\ \text{м}^2$$

$j_e = e/s_e = 1{,}15719 \cdot 10^{11}$ Кл·м$^{-2}$

$R_{ce} = r_e/\sqrt[3]{2} = 2{,}6337195 \cdot 10^{-16}$ м – радиус вращения электрона

$\omega_e = v_c/R_{ce} = 2{,}9376561 \cdot 10^{16}$ рад.с$^{-1}$ – его угловая скорость

И вот, наконец, решены все проблемы относительно структуры нейтрона и можно выводить абсолютные значения его диаметра и ряда других параметров:

$V_n = 1{,}716364 \cdot 10^{-40} + 8{,}6604376 \cdot 10^{-42} + 4{,}5914355 \cdot$

$\cdot 10^{-46} + 1{,}6133339 \cdot 10^{-43} = 1{,}8045863 \cdot 10^{-40}$ м^3

$d_n = \sqrt[3]{6V_n/\pi} = 7{,}0112108 \cdot 10^{-14}$ м

$r_n = d_n/2 = 3{,}5056054 \cdot 10^{-14}$ м

$\rho_n = m_n/V_n = 9{,}2019428 \cdot 10^{12}$ кг·м$^{-3}$

$V_V = b \cdot V_э = 3{,}5779342 \cdot 10^{-50}$ м^3 – объем единичной межэлектринной полости

$V_V(n) = n_э \cdot V_v = 8{,}6521563 \cdot 10^{-42}$ м^3 – суммарный объем внутренних вакуумных полостей нейтрона

$Z_n = n_э \cdot э + n_e \cdot e = 19{,}6131352 \cdot 10^{-19}$ Кл – полный заряд нейтрона

$d_n : d_e : d_э = 633{,}50992 : 5{,}996575 : 1$

$m_e(n) = n_e \cdot m_e = 2{,}7115461 \cdot 10^{-30}$ кг = 0,16329% от m_n

$m_э(n) = n_э \cdot m_э = 1{,}6578584 \cdot 10^{-27}$ кг = 99,83671% от m_n

$e(n) = n_e \cdot e = -4{,}8065676 \cdot 10^{-19}$ Кл = 50% от Z_n

$э(n) = n_э \cdot э = +4{,}8065676 \cdot 10^{-19}$ Кл = 50% от Z_n

Таким образом, мы видим, что электрино в составе нейтрона, стало быть, и всякого атома занимает 99,83% по массе и 50% по заряду! Возникает резонный вопрос: может ли существующая теоретическая физика претендовать на полноту и объективную верность, если она сформировалась в период, когда наука не имела ни малейшего представления о 99,83% материи? Ответ однозначен — нет, не может. Только теперь, с открытием электрино, наука приобретает естественную базу для создания истинной теории физики.

Ни у кого не должен вызывать сомнения тот факт, что нейтрон есть элементарный атом в условиях Земли. Все элементы периодической системы состоят из нейтронов, но не из идеальных, как

только что описанный, в котором соблюдается абсолютная зарядовая симметрия, а из реальных нуклонов, в которых в некоторой степени нарушен баланс зарядов. Если бы все атомы состояли из абсолютных нейтронов, то мы бы имели на Земле химически инертную систему элементов. В атоме может быть много идеальных нейтронов и лишь несколько разбалансированных, а в общем соотношение между истинными и разбалансированными по заряду и массе нейтронами в атомах может варьировать в широких пределах, в конечном счете определяя валентность, химические и физические свойства каждого элемента. Необходимо развитие нового раздела науки — атомной инженерии, способного довести до логического завершения периодическую систему элементов Д. Менделеева.

2. Диаметр нейтрона и истинные размеры атомов. Зная точные размеры нейтрона можно вывести уравнение для приближенного значения геометрического радиуса любого атома. А зная размеры атомов, можно установить и размеры молекул. Говоря о размерах осцилляторов газов (см. прилож. 1), необходимо сказать, что при определении данных по H_2, He, N_2 и O_2 помимо теоретических расчетов были использованы модели из теннисных шаров. Поэтому размеры этих четырех осцилляторов определены с большой точностью, особенно H_2 и He. Также необходимо сказать, забегая вперед, что осцилляторы газов рассматриваются в качестве динамических фигур, в качестве волчков, ибо они вращаются с неслыханной скоростью (см. приложение 1). Поскольку при решении структуры нейтрона аналогичная задача нами уже решалась, то тут нет проблем. Однако есть одна особенность, которая заключается в том, что по мере роста числа нейтронов в атоме непрерывно изменяется число внешних нейтронов, а вместе с этим и число внешних полуполостей. Поэтому возникает необходимость в точном знании числа этих полуполостей от атома лития до урана. Вопрос требует специального рассмотрения в ближайшем будущем. Но общее аналитическое решение я даю сейчас.

$$\begin{cases} V_i = A_i V_n + (A_i - 3)\cdot V_\pi + (n_a - 2)\cdot V_a \\ V_i = \pi \cdot d_i^3/6 \end{cases} \qquad (4.21)$$

$$d_i = \sqrt[3]{\frac{6\,[A_i V_n + (A_i - 3)\cdot V_\pi + (n_a - 2)\cdot V_a]}{\pi}}\ , \text{ м}, \qquad (4.22)$$

где d_i — диаметр i-го атома, A_i — атомное число; $V_\pi = b\cdot\pi\cdot d_n^3/6$; $b = 5{,}04098\cdot 10^{-2}$; n_a — число внешних нейтронов; $V_a = a\cdot\pi\cdot d_n^3/6$ — объем внешней полуполости, $a = 1{,}4886022$. Приближенное решение имеет вид:

$$d_i = \sqrt[3]{\frac{6A_i\cdot k\cdot(V_n + V_\pi) - 3V_\pi}{\pi}} =$$

$$= \sqrt{\frac{A_i \cdot 1447{,}4904 \cdot 10^{-42} - 27{,}31677 \cdot 10^{-42}}{\pi}}, \qquad (4.23)$$

где $k = 1{,}2726474$ — коэфф. по сумме объемов внешних полуполостей атома кислорода. Совершенно определенно можно утверждать, что истинные размеры атомов в 1000 раз меньше принятых в классической физике значений.

3. Природа постоянной Авогадро и единица массы в системе СИ. Как известно, основной величине Международной системы единиц — количеству вещества, присвоена произвольная размерность — моль. С другой стороны, в этой же системе в качестве единицы массы утверждена величина $m_{ед} = 1$ кг. Между собой они связаны числом Авогадро $N_A' = 6{,}0221367 \cdot 10^{23}$ моль$^{-1}$. Нетрудно показать, что между этими двумя величинами в рамках СИ существует определенное противоречие, не способствующее ясности в деле их практического применения в науке и производстве. Принятое определение гласит: «Моль равен количеству вещества системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько содержится атомов в углероде-12 массой 0,012 кг». Противоречие сидит уже в самом определении моли и заключается в том, что определяющей массой в нем принят не $m_{ед} = 1$ кг, а внесистемная величина $\Delta m = 12$ миллиграмм. Отсюда — внесистемность числа Авогадро N_A':

$$N_A' = \frac{12 \cdot 10^{-3} \text{ кг}}{m\,(^{12}C)} = \frac{12 \cdot 10^{-3} \text{ кг}}{A_c \cdot m_n} = \frac{12 \cdot 10^{-3}}{12 \cdot m_m} = \frac{1 \cdot 10^{-3}}{m_n}. \qquad (4.24)$$

Очевидно для перевода значения N_A' в соответствие с остальными величинами системы СИ необходимо принять соотношение

$$N_A = \frac{m_{ед}}{m_n} = 6{,}0220285 \cdot 10^{26} = \text{Const} \qquad (4.25)$$

При этом число Авогадро может иметь и размерную величину, выступая в качестве постоянной Авогадро, когда она берется как обратная масса нейтрона

$$N_A = \frac{1}{m_n} = 6{,}0220285 \cdot 10^{26} \text{ кг}^{-1} = \text{Const} \qquad (4.26)$$

Теперь из (4.25) следует однозначное и ясное определение единицы массы в системе СИ:

$$m_{ед} = N_A \cdot m_n \qquad (4.27)$$

Определение: «Единицей массы является $m_{ед} = 1$ кг, содержащий в себе N_A нейтронов, независимо от агрегатного состояния и химического строения вещества». Здесь уместно привести первый принцип А. Авогадро из его труда «Опыт способа определения относительных

масс элементарных молекул тел и отношений, в которых они вступают в соединения» от 1811 г. Этот принцип гласит: «Все вещества, простые и сложные, образованы составными молекулами, которые сами состоят из элементарных молекул». Если этот принцип отнести к частному случаю, а именно к строению металлов, как теперь хорошо известно, состоящих из атомов, то принцип Авогадро должен гласить: «Все металлы образованы атомами, которые сами состоят из элементарных атомов — нейтронов». Приятно удивляет прозорливость ученого, проявленная им 180 лет назад. Правда, второй принцип Авогадро, гласящий, что в равных объемах любых газов содержится равное число молекул, выполняется только приближенно (см. графу N в приложении 1).

Количество структурных элементов в единичной массе вещества определяется массой его элемента m_i или его атомным числом A_i:

$$n\,(m_{ед})_i = \frac{m_{ед}}{m_i} = \frac{m_n \cdot N_A}{m_n \cdot A_i} = \frac{N_A}{A_i}\,, \tag{4.28}$$

где $m_i = A_i \cdot m_n$ — масса либо атома, либо молекулы, имеющей любую сложность строения. Для жидких и газообразных веществ число структурных элементов, коими являются осцилляторы, необходимо соотносить с единицей объема в системе СИ $V_{ед} = 1$ м^3:

$$n\,(V_{ед})_i = \frac{\rho_i}{m_i} \cdot V_{ед} = \frac{m_i N_i V_{ед}}{A_i \cdot m_n} = \frac{A_i m_n N_i V_{ед}}{A_i \cdot m_n} = N_i \cdot V_{ед}, \tag{4.29}$$

где N_i — концентрация осцилляторов i-го газа или жидкости в рассматриваемых условиях. Теперь, с введением соотношений (4.25) — (4.29), полностью отпадает необходимость в применении искусственной величины количества вещества — моли, ибо $m_{ед}$ становится естественной величиной, определяющей одновременно единицу количества вещества и единицу массы в Международной системе. При этом количество i-го вещества $\mathcal{M}_i$ и единица массы связаны простым и ясным соотношением

$$\mathcal{M}_i = n_i m_{ед} = n_i N_A \cdot m_n, \tag{4.30}$$

где $n_i = \mathcal{M}_i / m_{ед}$ — модуль произвольного количества вещества. В химии и химической технологии газов и жидкостей широко пользуются молярным объемом $V_{m,0} = 22{,}41410\ \frac{\text{л}}{\text{моль}} = \text{Const}$ полагая его инвариантной величиной и потому единой для всех реальных газов. В действительности же каждый газ имеет собственный молярный объем. Согласно соотношению (4.31), при учете того, что $N_A = N_A' \cdot 10^3$ получим:

$$V_{m,i} = \frac{N_A'}{N_i} = \frac{N_A \cdot 10^{-3}}{\rho_i / m_i} = \frac{N_A \cdot m_i \cdot 10^{-3}}{\rho_i} = \frac{N_A \cdot m_i \cdot 10^{-3}}{m_i / V_{gi}} = \tag{4.31}$$

$$= N_A \cdot V_{gi} \cdot 10^{-3},\ \text{м}^3 \cdot \text{моль}^{-1}.$$

Эта величина крайне неудобна ввиду того, что не согласовывается ни с постоянной Авогадро в новом значении N_A, ни с единицей объема в системе СИ и фактически выступает внесистемной величиной. А раз так, от нее необходимо отказаться в пользу $V_{ед} = 1$ м^3. В этом случае все становится по своим местам как при определении числа осцилляторов (4.29), так и при установлении массы вещества, заключенного в единице объема i-го газа:

$$m\,(V_{ед})_i = \rho_i V_{ед},\ \text{кг}. \tag{4.23}$$

Резюмируя изложенное в § 4, отметим пионерские решения.

1. Установлены истинные размеры обеих истинно элементарных частиц, электрино и электрона, а также элементарного атома — нейтрона.

2. Установлена истинная плотность этих частиц и нейтрона. При этом плотность вещества в электроне есть предельная концентрация материи в природе.

В дальнейшем тексте книги под элементарными частицами понимаются только электрино и электрон, под композиционными телами — нейтрон, атом, молекула и любое макротело.

§ 5. Гиперчастотная механика и истинный абсолютный нуль

1. Температурная шкала сегодня. Температурная шкала, в которой за реперную принята тройная точка воды, соответствующая 273,16 К по газовому термометру, исправно работала до развития физики низких температур. В классической термодинамике принято, что $T = 0°\ K = -273{,}15°\ C$ есть температура абсолютного нуля, при достижении которой должно прекратиться тепловое движение структурных элементов системы. Теоретически этому тезису противоречит только принцип неопределенности Гейзенберга, принятый в квантовой механике. Между тем интенсивное развитие криогенной техники уже в середине 60-х годов позволило пройти этот рубеж и получить охлаждение на два порядка ниже абсолютного нуля. К концу 1972 г. в нескольких лабораториях мира достигнута температура $2{,}65 \cdot 10^{-3}$ К, при которой жидкий гелий-3 переходит в сверхтекучее состояние [6]. В 1973 г. на магнитном криостате достигнута температура $2{,}5 \cdot 10^{-4}$ К [7]. При этом совершенно ясно, что возможности экспериментаторов в этом направлении не исчерпаны. Из сказанного следует — $T = 0°$ К — не есть истинный абсолютный нуль.

2. Связь между температурой системы и частотой ее структурных элементов. Как уже отмечалось выше, постоянная Больцмана была выведена М. Планком в 1900 г. В классической термодинамике она выводится из универсальной газовой постоянной R и имеет значение

$$k = R/N_A' = 1{,}380658 \cdot 10^{-23}\ \text{Дж} \cdot \text{K}^{-1} \qquad (5.1)$$

Физическая суть этой постоянной на молекулярном уровне до сих пор оставалась нераскрытой. Лишь теперь, с установлением гиперчастотной природы движения молекул газов, это стало возможным. Из основного уравнения гиперчастотной механики следуют три соотношения, определяющие суть постоянной Больцмана для воздуха нормальных условий:

$$k_в = \frac{h\nu_0}{T_0} = \frac{P_0 \cdot V_{g0}}{T_0} = \frac{m_в v_0 u_0 a}{T_0}. \qquad (5.2)$$

Из этого соотношения становится очевидным, что постоянная Больцмана по своей физической сути есть удельная по температуре энергия осциллятора воздуха. Как теперь хорошо установлено, она не является инвариантной величиной, пригодной для описания энергии осциллятора всякого газа или жидкости, ибо каждый реальный газ имеет свою собственную постоянную Больцмана (см. приложение 1) и свою термодинамическую температуру $T_{0,i}$, определяемую как обратный коэффициент температурного расширения i-го газа в изобарном процессе

$$T_{0,i} = 1/\beta_i, \qquad (5.3)$$

где $\beta_i = \dfrac{V_2 - V_1}{V_i \cdot \Delta t}$ — коэф. температурного расширения i-го газа.

V_1 — объем газа при температуре t_1,

V_2 — объем газа при температуре t_2,

$\Delta t = t_2 - t_1$

Мне удалось установить, что физическая суть β_i более сложна, чем представлялось до сих пор. Объективно существует постоянная температурного расширения $\beta_0 = \text{Const}$, которая была бы единой для всех газов при условии, когда все обладали бы коэффициентом конденсации равным единице. Однако оказалось, что не существует ни одного реального газа, включая и инертные, у которого коэффициент конденсации был бы равен единице. Даже гелий, самый инертный из них, вопреки всем сложившимся представлениям, содержит (в нормальных условиях) в своем составе 0,08196% молекул гелия He_2, которые в интервале температур $\pm 100°$ С и $P = P_0$

находятся в динамическом равновесии с атомами гелия, согласно реакции.

$$2He \rightleftarrows He_2 \tag{5.4}$$

При условии $P = P_0$ и $t < -100°$ С равновесие смещается влево, т. е. превалирует диссоциация молекул гелия на атомы и при $t = -252{,}8°$ С наступает полная диссоциация и система целиком состоит из атомов (подробно об этом см. § 11). При условии одновременного воздействия охлаждения и сжатия равновесие в (5.4) смещается вправо с последующим переходом конденсации в процессе агрегации — суть которого — рост числа атомов в осцилляторе до полного перехода системы в парообразное состояние. В этом состоянии осцилляторов уже нет, ибо система состоит из суперосцилляторов с массой m_{si}:

$$m_{si} = n_s \cdot m_{0i}, \tag{5.5}$$

где n_s — число осцилляторов, объединенных в суперосциллятор парообразной фазы. Так вот, если бы гелий состоял только из атомов, то коэффициент его температурного расширения во всех условиях, от глубокого охлаждения до высоких температур в изобарном процессе, оставался бы постоянным и равным

$$\beta_0 = 3{,}6579987 \cdot 10^{-3} \text{ град}^{-1}, \tag{5.6}$$

а его температура термодинамического нуля составляла бы

$$T_0 = \frac{I}{\beta_0} = 273{,}37352 \text{ K} \tag{5.7}$$

И если бы все газы были лишены свойства конденсироваться в пар, то эти две величины были бы свойственны им всем. Однако реальные газы непременно конденсируются, а коэффициент их конденсации γ_i определяется из простого соотношения

$$\gamma_i = \beta_i / \beta_0, \tag{5.8}$$

откуда имеем

$$\beta_i = \beta_0 \cdot \gamma_i. \tag{5.9}$$

Теперь легко показать связь между конденсацией газа и коэффициентом его температурного расширения, решив систему

$$\left.\begin{aligned} \beta_i &= \beta_0 \cdot \gamma_i \\ \beta_i &= \frac{V_2 - V_1}{V_1 \cdot \Delta t} = \frac{\Delta V}{V_i \cdot \Delta t} \end{aligned}\right\}, \tag{5.10}$$

$$\beta_0 \cdot \gamma_i = \Delta V / V_1 \cdot \Delta t, \tag{5.11}$$

$$\Delta V = \beta_0 \cdot \gamma_i \cdot V_i \cdot \Delta t. \qquad (5.12)$$

Из (5.12) с очевидностью следует, что при одном и том же значении Δt температурное расширение i-го газа пропорционально коэффициенту конденсации γ_i.

Таким образом, ни у кого не должно вызывать сомнения непостоянство постоянной Больцмана, ибо она, как и все остальные величины термодинамики реальных газов, за исключением одной только постоянной Планка, несет в себе черты индивидуальности и ее объективное содержание имеет вид

$$k_i = hf_{0i}/\mathrm{T}_{0i} = hf_{0i} \cdot \beta_i = hf_{0i} \cdot \beta_0 \cdot \gamma_{0i}. \qquad (5.13)$$

Истинное физическое содержание энергии осциллятора становится очевидным из следующего преобразования:

$$E_{0i} = k_i \mathrm{T}_{0i} = (hf_{0i} \cdot \beta_i) \cdot \mathrm{T}_{0i} = hf_{0i} \cdot \beta_i \cdot \frac{1}{\beta_i} = hf_{0i} \qquad (5.14)$$

Совершенно очевидно отсюда, что истинным генератором энергии является гиперчастотное колебание осциллятора, а термодинамическая температура системы есть лишь способ косвенного измерения этой частоты, основанное на корреляции между изменениями энергии и объема системы в изобарном процессе. Иначе говоря, термодинамическая температура есть сугубо условная величина, до такой степени условная, что при возможности простого и прямого измерения частоты колебания осцилляторов системы, мы могли полностью отказаться от ее использования во всех сферах человеческой деятельности. Но исторический путь науки таков, что сегодня без понятия температуры не может быть и термодинамики. А раз так, то лучше попытаться углубиться в нее как можно дальше.

Из уравнения энергии осциллятора следует изящное равенство

$$k_i \mathrm{T}_{0i} = h \cdot f_{0i}, \qquad (5.15)$$

откуда выводятся две «новые» величины:

$$\xi_i = h/k_i, \ \mathrm{K}^{-1} \cdot \mathrm{c}^{-1} \qquad (5.16)$$

$$\psi_i = k_i/h, \ \mathrm{K} \cdot \mathrm{c} \qquad (5.17)$$

где ξ_i — температурная постоянная i-го вещества, ψ_i — его частотная постоянная. Слово «новые» взято в кавычки ввиду того, что первая из этих величин — это хорошо забытая старая, которую вывел М. Планк в 1900 г. при анализе уравнения Вина по распределению энергии излучения черного тела. С тех пор эта величина не имела самостоятельного применения ни в одном разделе физики. Но сегодня ей суждено второе рождение вместе с рождением гиперчастотной механики. С ее помощью однозначно устанавливается чис-

ленное соотношение между температурой системы и частотой ее осцилляторов.

$$f_{0i} = \psi_i \cdot T_{0i},\ c^{-1} \tag{5.18}$$

$$T_{0i} = \xi_i f_{0i},\ K \tag{5.19}$$

Рассмотрим некоторые следствия, вытекающие из этих соотношений на анализе состояния гелия при нормальном давлении и $T_1 = 1°$ K.

$$\psi_{He} = k_{He}/h = 2{,}0828241 \cdot 10^{10}\ K^{-1} \cdot c^{-1} \tag{5.20}$$

$$\xi_{He} = h/k_{He} = 4{,}8011734 \cdot 10^{-11}\ K \cdot c \tag{5.21}$$

$$f(T_1) = \psi_{He} \cdot T_1 = 2{,}0828241 \cdot 10^{10}\ c^{-1} \tag{5.22}$$

$$E(T_1) = h \cdot f(T_1) = 1{,}3801351 \cdot 10^{-23}\ Дж = k_{He} \tag{5.23}$$

Отсюда однозначно следует, что в общем случае ψ_i есть частотная цена одного градуса Кельвина в системе осцилляторов i-го газа. Второе следствие состоит в том, что в непосредственной близи 0° K осцилляторы обладают все еще колоссальной частотой колебания. Оба этих следствия неотразимо ведут к выводу: 0° K термодинамической шкалы есть лишь точка на пути к истинному абсолютному нулю, при достижении которой действительно остановится частотное движение осцилляторов.

Очевидно при достижении истинного абсолютного нуля Та = 0° K мы получим:

$$f_a = \psi_i \cdot T_a = 0 \tag{5.24}$$

Но если принять, что мы достигли такого охлаждения системы осцилляторов, когда частота приобрела минимальное значение $f_{min} = 1\ c^{-1}$, то получим T_{min}:

$$T_{min} = \xi_i \cdot f_{min} \tag{5.25}$$

По гелию эта температура составит T_{min} (He):

$$T_{min}\ (He) = 4{,}8011734 \cdot 10^{-11}\ K \tag{5.26}$$

Таким образом, предельно достижимое охлаждение системы, при которой еще имеет место частотная форма движения в микромире, больше абсолютного нуля лишь на 1° K

$$T_{min} = Ta + t_{ед} \tag{5.27}$$

При достижении такого состояния энергия осциллятора также достигнет своего нижнего предела E_{min}:

$$E_{min} = h \cdot f_{min} = 6{,}626268 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \tag{5.28}$$

Отсюда следует, что если секундная энергия осциллятора гелия сократилась в

$$n = \frac{E_{0He}}{E_{min}} = \frac{37{,}729229 \cdot 10^{-22}}{E_{min}} = 5{,}6938881 \cdot 10^{12} \tag{5.29}$$

раз, то и температура системы должна сократиться во столько же раз и составит величину T_{min} (He):

$$T_{min}\,(He) = \frac{T_{0He}}{n} = \frac{273{,}37342}{n} = 4{,}8011734 \cdot 10^{-11} \text{ K} \tag{5.30}$$

Нетрудно видеть, что по своей сути n отражает степень уменьшения частоты колебания осцилляторов при охлаждении системы от T_0 до T_{min}:

$$n = \frac{E_{0i}}{E_{min}} = \frac{h \cdot f_{0i}}{h \cdot f_{min}} = \frac{f_{0i}}{f_{min}} = f_{0i} \cdot \tau_{ед} \tag{5.31}$$

Все сказанное подводит нас к созданию естественной температурной шкалы, основанной на частотном движении осцилляторов всякой термодинамической системы. Для этого, зная уже нижний предел этой шкалы, равный T_{min}, определим верхний предел T_{max}. В главе VII этой книги вы убедитесь в том, что максимальная температура в недрах Солнца составляет $T = 2{,}16 \cdot 10^7$ K. Летом 1987 г. американские физики сообщили, что ими достигнута в лабораторной плазме $T_{max} = 6 \cdot 10^7$ K. Конечно, никто не может утверждать, что это уже верхний предел, но на сегодня эту величину можно смело принять за него

$$T_{max} = 6 \cdot 10^7 \text{ K} \tag{5.32}$$

Какова же частота осцилляторов плазмы при достижении такой температуры?

$$f_{max} = T_{max} \cdot \psi_{He} = 1{,}2496944 \cdot 10^{18} \text{ с}^{-1} \tag{5.33}$$

Здесь ψ_{He} берется ввиду того, что пока неизвестна частотная постоянная ни дейтерия, ни трития и ни их смеси.

Теперь мы твердо установили интервал частот осциллятора в термодинамических системах, который охватывает

$$f_{min} - f_{max} = 1 \text{ с}^{-1} - 1{,}2496944 \cdot 10^{18} \text{ с}^{-1}$$

Самое удивительное и совершенно естественное свойство этой частотной шкалы — отсутствие отрицательных величин, т. е. от-

сутствие перехода через нуль. Если на математической числовой шкале от нуля вправо можно продолжать числа до $+\infty$, а влево от него до $-\infty$, то на физической шкале частот ниже абсолютного нуля Та ехать некуда, там уже царит абсолютный покой. Если при этом кто-нибудь подумает, что это невозможно или недостижимо, то глубоко ошибется, ибо материальные тела, внутри которых соблюдается такое состояние не только сплошь и рядом окружают нас, но и являются частью наших собственных тел. Так, в элементарном атоме — нейтроне $n_э$ электрино и n_e электронов прижаты друг к другу с такой силой, что естественное внутринейтронное давление составляет $P_n = 7{,}2 \cdot 10^{18}$ Па $= 7{,}1 \cdot 10^{13}$ атм, при котором подвижность частиц невозможна. Абсолютный нуль царит также в нейтронном ядре Солнца и всех звезд.

Нет нужды доказывать, что если частотная шкала не переходит через нуль, то и температурная шкала не должна иметь этого перехода. А это возможно только в том случае, если мы отбросим все искусственные температурные шкалы и примем тезис: частота осцилляторов системы и ее температура есть величины равномодульные. Так, например, при достижении f_{min} мы должны иметь и $T_{min} = 1$ град, а при $f_{max} = 1{,}249 \cdot 10^{18}$ с$^{-1}$ должны достигать также и $T_{max} = 1{,}249 \cdot 10^{18}$ град. По своей физической сути этот путь ведет к отказу от понятия температура, что и должно случиться по мере освоения новой измерительной техники, основанной на измерении частоты структурных элементов термодинамических систем. А пока это случится смело и уверенно можно пользоваться (5.18) и (5.19) для перехода от частоты к температуре и обратно в рамках существующей термодинамической шкалы.

3. Теоретические аспекты абсолютного нуля. Как всем хорошо известно, каждый реальный газ имеет фазовые переходы газ — жидкость — твердое тело. Эти переходы возможны только при наличии континуума осцилляторов. Можно экспериментировать с любым газом без фазовых переходов в интервале частот $f_{min} - f_{max}$, если взять для этого одну глобулу из континуума. Представим себе, что технически это нам удалось и в нашем распоряжении имеется одна единственная абсолютная глобула гелия с объемом V_a, частотой $f_{min} = 1$ с$^{-1}$. Пусть объем V_a имеет сферическую форму и ограничен стальной стенкой. Абсолютность глобулы состоит в том, что в пространстве V_a имеется единственный осциллятор гелия, который взаимодействует только с атомами стенки, ибо его амплитуда равна диаметру глобулы d_a. Пусть мы изолировали эту глобулу, когда система находилась в нормальном состоянии и осциллятор имеет линейную скорость $V_0 = 4{,}7165271 \cdot 10^4$ м·с$^{-1}$. Зададимся целью рас-

считать и посмотреть, каким будет при этом ряд важнейших термодинамических характеристик абсолютной глобулы

$$d_a = \frac{v_0}{2f_{min}} = 2{,}3582635 \cdot 10^{4} \text{ м}$$

$$V_a = \frac{\pi \cdot d_a^3}{6} = 6{,}867135 \cdot 10^{12} \text{ м}^3$$

$$P_a = \frac{h \cdot f_{min}}{V_a} = 9{,}6492467 \cdot 10^{-47} \text{ Па, Дж} \cdot \text{м}^{-3}$$

$$\rho_a = m_{He}/V_a = 9{,}6788506 \cdot 10^{-40} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$$

$$T\,(f_{min}) = \xi_{He} \cdot f_{min} = 4{,}8011734 \cdot 10^{-11} \text{ К}$$

Не правда ли, впечатляющие значения? Но они отнюдь не абстрактны, более того, должны служить ориентиром для специалистов криогенной физики. И тут мы подошли к пониманию абсолютного вакуума, до которого меньше полшага. Теперь представим себе, что включением какого-то механизма мы связали этот единственный осциллятор с одним из атомов стенки и в пространстве V_a больше нет ни одного осциллятора и оно не пронизывается потоком нейтрино. Мы достигли в пространстве V_a абсолютного вакуума, в котором все вышерассчитанные значения величин обратились в нуль!

Подводя итог изложенному в этом параграфе, подчеркнем:

1. Впервые обрисованы физические контуры истинного абсолютного нуля Та.

2. Предложена частотная шкала, отражающая истинное состояние структурных элементов термодинамической системы.

§ 6. Начала термодинамики в новом свете

1. Постулаты второго начала. Одна из современных формулировок второго начала термодинамики гласит: «При любых процессах, протекающих в замкнутой и адиабатически изолированной системе, ее энтропия не убывает». Из этого закона следует принцип запрета, сформулированный Р. Клаузиусом: «Невозможен процесс, единственным результатом которого была бы передача энергии в форме тепла от холодного тела к горячему». Претерпевает ли второе начало какие-нибудь изменения в связи с развитием гиперчастотной механики? Безусловно, да! Чтобы яснее была суть этих корректировок начнем с анализа формулировки второго начала, данной самим Р. Клаузиусом: «Второе начало в том виде, какой я ему придал, гласит, что все совершающиеся в природе превращения в определенном направлении, которые я принял в качестве положительного, могут происходить сами собой, т. е. без компенсации, но

в обратном, т. е. отрицательном, направлении они могут происходить только при условии, если одновременно происходят компенсирующие превращения». Введением компенсирующего превращения Клаузиус снимает запрет, налагаемый вторым началом, и становится возможной передача энергии в форме тепла от тела с низкой температурой к телу с более высокой температурой. Во-первых, что такое тепло и переход тепла от тела к телу? Тепло, как и температура, условная, чисто биологическая категория, а не физическая. От инфузории до человека все биологические индивидуумы различают холод, тепло и оптимум в фоновой термодинамической системе, в которой они являются локальными системами. Для людей, всех наземных организмов и любых других тел на земной поверхности фоновой термодинамической системой является атмосфера Земли. Для тел и организмов, постоянно пребывающих на дне или в толще морей и океанов фоновой системой служит гидросфера Земли. Общим свойством фоновой системы является ее инвариантность к изменениям состояния локальных систем. Если ограничиться пределами Земли, то можно говорить, что фоновая система — это система первого порядка, тогда все биологические объекты, любые тела, машины, заводы и т. д. представляют собой термодинамические системы второго порядка. Вот первое нововведение в термодинамику. Во-вторых, если мы хотим точности и полной ясности в вопросах термодинамики, нам необходимо отказаться от всех условных и расплывчатых величин, унаследованных от начальной стадии развития этой области науки, от таких как, тепло, передача тепла, энтропия и др. Понятие энтропия системы было введено в обращение Р. Клаузиусом в 1865 г. и по сей день считается важным открытием термодинамики, хотя сколько существует ученых, столько существует и мнений о его содержании, что свидетельствует об отсутствии объективного критерия для его оценки. Попытаемся разглядеть физическую суть энтропии, для чего начнем с анализа КПД тепловой машины в цикле Карно. Существуют два выражения, энергетическое и термическое, которые в рамках классической термодинамики имеют вид:

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}, \tag{6.1}$$

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}, \tag{6.2}$$

где Q_1 — подводимая к системе энергия, Q_2 — отводимая энергия, T_1 — температура в начале цикла, T_2 — в конце. Приравняв правые части (6.1) и (6.2), получают

$$\frac{Q_2}{Q_1} = -\frac{T_2}{T_1} \tag{6.3}$$

Преобразовав данное соотношение к виду

$$\frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} = 0 \tag{6.4}$$

Клаузиус получил так называемые приведенные количества теплоты, а попросту говоря — относительные энергии начала и конца цикла или же относительные значения подводимой и отводимой порции энергии в одном цикле. Рассмотрим (6.4) с позиций гиперчастотной механики

$$\frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} = \frac{hf_1 \cdot N}{T_{0i} + t_1} - \frac{hf_2 \cdot N}{T_{0i} + t_2} = 0 \tag{6.5}$$

$$\frac{hf_1 N}{T_{0i}} + \frac{hf_1 \cdot N}{t_1} - \frac{hf_2 \cdot N}{T_{0i}} - \frac{hf_2 \cdot N}{t_2} = 0 \tag{6.6}$$

$$hf_1 N\beta_i - hf_2 N\beta_i + hN\left(\frac{f_1}{t_1} - \frac{f_2}{t_2}\right) = 0 \tag{6.7}$$

Учитывая, что $\beta_i = \beta_0 \cdot \gamma_i$ далее получим:

$$hN\beta_0 (f_1\gamma_1 - f_2\gamma_2) + hN\left(\frac{f_1}{t_1} - \frac{f_2}{t_2}\right) = 0 \tag{6.8}$$

В предыдущем параграфе было показано, что в рамках единой теории физики частота и температура непременно должны быть равномодульными величинами, т. е. $f_1/t_1 = 1$ и $f_2/t_2 = 1$. В связи с этим второй член уравнения (6.8) обращается в нуль, и мы получаем

$$hN\beta_0 (f_1\gamma_1 - f_2\gamma_2) = 0 \tag{6.9}$$

где $\beta_0 = \text{Const}$, γ_1 и γ_2 — коэф. диссоциации рабочего тела в начальном и конечном состоянии системы, N — число осцилляторов, участвующих в цикле. Поскольку произведение $hN\beta_0 > 0$, то условие (6.9) выполняется только в случае, когда имеет место равенство

$$f_1\gamma_1 = f_2\gamma_2 \tag{6.10}$$

Из этого соотношения следует, что цикл Карно непременно сопровождается фазовыми переходами рабочего тела — это, во-первых. Во-вторых, конденсация и диссоциация газов и жидкостей являются их внутренними свойствами, поэтому (6.9) не может строго выполняться, вернее оно имеет три решения. Первое из них, а именно (6.9), выполняется для ряда веществ, у которых в заданном термодинамическом режиме частоты осцилляторов и давления, при увеличении объема системы, сопровождается синхронным увеличением показателя диссоциации. Это первый и второй акты в цикле

Карно. В третьем и четвертом актах процесс идет в обратном направлении.

$$hN\beta_0 (f_1\gamma_1 - f_2\gamma_2) > 0 \tag{6.11}$$

В этом случае коэф. диссоциации рабочего тела невелик и рост γ происходит асинхронно относительно падения частоты f по мере приближения системы к конечному состоянию. Этому условию отвечают инертные газы

$$hN\beta_0 (f_1\gamma_1 - f_2\gamma_2) < 0 \tag{6.12}$$

Данное условие выполняется для легко конденсируемых и легко диссоциирующих газов, таких как аммиак и фрионы. Здесь необходимо отметить, что конденсация и диссоциация осцилляторов есть две стороны одного процесса, поэтому коэф. γ выступает в качестве показателя диссоциации, когда в системе падают давление и частота осцилляторов и — в качестве показателя конденсации, когда система возвращается в исходное положение. Поэтому в общем виде для i-го вещества, используемого в цикле Карно в качестве рабочего тела, справедливы соотношения

$$f_1\gamma_{1i} - f_2\gamma_{2i} \geqslant 0, \tag{6.13}$$

$$f_1\gamma_{1i} - f_2\gamma_{2i} < 0 \tag{6.14}$$

Установление того факта, что обратимые процессы непременно сопровождаются фазовыми переходами вещества, выявило еще одно грубое заблуждение классической термодинамики, которое утверждает, будто не имеет никакого значения, каким путем система переходит из начального в конечное состояние. Так, Р. Клаузиус писал: «Таким образом, состояние тела, независимо от способа, каким оно приходит в данное состояние, определяется энергией и энтропией».

Из изложенного ясно, что за понятием энтропия в классической термодинамике до сих пор скрывалось ее невежество. Поэтому мы будем продолжать углубление в единую теорию физики, оставив это понятие за порогом нашего храма. Теперь же я приведу постулаты второго начала термодинамики, продиктованные развитием гиперчастотной механики.

1) В природе не существует замкнутых термодинамических систем.

2) Равновесность между локальной и фоновой системами означает равенство частоты колебания их структурных элементов, $f_1 - f_2 = 0$, где f_1 — частота фоновой системы.

3) Локальная система неравновесна с фоновой, если между ними сохраняется градиент частоты структурных элементов

$$f_1 - f_2 \neq 0$$

4) Частота колебания структурных элементов локальной системы всегда стремится к равновесию с частотой фоновой системы.

$$f_2 \rightarrow f_1$$

5) В неравновесной системе энергия распространяется только от тела, обладающего избыточной частотой колебания структурных элементов. Обратный процесс невозможен.

Этот постулат вступает в противоречие с существующим определением второго начала применительно к холодильным машинам, которое гласит: «Чтобы теплота могла перейти от холодного тела к горячему, необходимо затратить механическую работу». Из этого определения следует будто принцип запрета несостоятелен или, по крайней мере, его можно обойти. Но это совсем не так. Кратко проанализируем работу холодильной машины, что убедит нас в незыблемости принципа запрета второго начала. Такие элементы холодильной машины как компрессор, теплообменник наружный, обычно с принудительной вентиляцией, и рессивер, расположены вне охлаждаемой камеры. Пусть рабочим телом служит фрион-12. Внутренний теплообменник или теплообменная батарея помещается в камере, которую надо охлаждать. Начальная температура камеры $t_0 = 15°$ С, температура воздуха на улице пусть колеблется в пределах $t = 25—30°$ С. Камеру надо охладить до $t_1 = —10°$ С и поддерживать в этом режиме. При включении машины во внутренний теплообменник подается фрион в жидкой фазе под высоким давлением, который проходит через узкий диффузор и распыляется в объеме теплообменника. Одновременно с подачей фриона компрессор начинает его отсос с другого конца теплообменника, чем поддерживает значительное разрежение в нем. В объеме теплообменника происходит диссоциация суперосцилляторов жидкой фазы фриона в осцилляторы газообразной фазы по схеме $m_{si} \rightarrow n \cdot m_i$, где m_{si} — масса суперосциллятора, m_i — масса осциллятора, т. е. осуществляется кипение фриона. При этом, если частота суперосцилляторов перед входом в теплообменник была f_s, коэф. диссоциации фриона γ, то частота осцилляторов газообразной фазы f_1 определится из соотношения

$$f_1 = f_s / \gamma \tag{6.15}$$

Как известно, температура кипения фриона-12 составляет $T_2 = —15°$ С = 258,15 К. Учитывая, что на входе в теплообменник жидкая фаза имеет температуру примерно $T_1 = 290$ К, можно определить коэф. диссоциации фриона-12:

$$\gamma_1 = \frac{T_1}{T_2} = \frac{290{,}00}{258{,}15} = 1{,}123378 \tag{6.16}$$

из чего следует, что число осциллятор системы при переходе из

жидкого в газообразное состояние возрастает на 12,3378% и во столько же раз падает частота и энергия осцилляторов газообразной фазы по сравнению с жидкой. Теплообменник в холодильной камере есть локальная система с начальной частотой $f_2 = \psi \cdot T_2 = 5{,}374683 \cdot 10^{12}$ с$^{-1}$, а воздух камеры и все, что в ней хранится — фоновая система с начальной температурой $T = T_0 + 15^\circ$ С $= 288{,}15$ К и частотой $f = \psi \cdot T = 5{,}999283 \cdot 10^{12}$ с$^{-1}$. Через стенки теплообменника идет процесс взаимодействия локальной и фоновой систем, который направлен, согласно четвертому постулату, к достижению равновесия между ними. Локальная система стремится охлаждать стенку теплообменника изнутри до температуры кипения фриона —15° С, а фоновая система снаружи противодействует этому, непрерывно отдавая ей свою избыточную частоту и стремясь нагреть ее до $t_0 = 15^\circ$ С. В итоге, через определенный промежуток времени, по мере прохождения по объему теплообменника и выхода из камеры, фрион нагревается от —15° С до —5° С, а осцилляторы фоновой системы теряют часть своей частоты Δf, охлаждая всю систему на некоторую величину Δt. Поскольку камера не может быть адиабатически изолирована, то сколько бы ни работала холодильная машина, температура камеры всегда будет оставаться выше температуры теплообменника. А из этого следует, что частота и энергия всегда будут направлены от фоновой системы к локальной, от системы с большей частотой осцилляторов к системе с меньшей частотой, согласно пятому постулату. Тут нет и не может быть нарушения запрета, налагаемого пятым постулатом. На втором этапе цикла разреженный газообразный фрион, с температурой —5° С поступает в компрессор, сжимается и под высоким давлением направляется в наружный теплообменник, который, как и внутренний, является локальной системой, для которой фоновой служит атмосферный воздух. Перед входом в наружный теплообменник, в результате резкого сокращения объема системы и роста давления частота и энергия ее осцилляторов приобретает максимальные значения.

$$T_{max} \approx 70^\circ \text{ С} \approx 343 \text{ К}$$

$$f_{max} = \psi \cdot T_{max} = 7{,}14126 \cdot 10^{12} \text{ с}^{-1}$$

Теперь, в отличие от камеры, частота осцилляторов локальной системы выше фоновой ($t = 30^\circ$ С) и поэтому избыточная частота и энергия передаются от локальной к фоновой системе, согласно пятому постулату. В нагнетательной части, одновременно с этим, происходит конденсация газообразного фриона в жидкий. Нетрудно видеть, что с помощью холодильной машины нам удалось соединить две системы — малую (камера) и большую (атмосферный воздух) в единую систему, в которой энергия переходит от холодной к теплой ее части, якобы вопреки запрету пятого постулата. Но достаточно вспомнить, что эта передача происходит двуступенчато

и что на каждой ступени принцип запрета незыблем, как все становится на свои места. Теперь мы подошли к шестому постулату второго начала.

б) Обратный процесс возможен через третье тело, склонное к фазовым переходам жидкость — газ — жидкость при затрате механической работы.

2. Категория обратимости термодинамической системы. Как известно, процессы в термодинамических системах принято делить на обратимые и необратимые. На первый взгляд кажется, что тут все ясно. Если некий процесс происходит периодически, в результате которого система также периодически возвращается из конечного состояния в начальное, то он называется круговым, циклическим или обратимым. Так, фазовые переходы фриона в холодильной машине есть типичный круговой процесс жидкость — газ — жидкость. Все остальные процессы, протекающие в одном направлении, называются необратимыми. Однако во многих случаях обратимость есть функция времени, что очень важно понять. Так, любой биологический индивидуум, животное или растение, есть локальная необратимая система, способная находиться в активном взаимодействии с фоновой системой только в течение $\Delta\tau = \tau_1 - \tau_0$. Для одноклеточных организмов $\Delta\tau$ составляет 20—30 мин, для человека 75 лет, для секвои — $5 \cdot 10^3$ лет. Но если подняться рангом выше, от одной особи до популяции, от человека до человечества, то ясность исчезает, ибо опыт и накопленные знания свидетельствует о том, что органическая жизнь на Земле существует уже $3{,}5 \cdot 10^9$ лет, а человечество — $3 \cdot 10^6$ лет. Эти данные свидетельствуют в пользу обратимости системы органического мира, его инвариантности относительно времени. Осветить эту важную проблему объективно, исходя только из факторов земной природы, невозможно. Это возможно лишь при учете того, что природа Земли есть система второго порядка, для которой фоновой является термодинамическая система Солнца. Подробный разбор проблемы будет дан в § 32. Точно также трудно определить категорию обратимости процессов, происходящих в атмосфере Земли. Если считать ее системой первого порядка, то можно утверждать, что она обратима и содержит ряд циклических процессов, имеющих суточную или сезонную периодичность. Но стоит только учесть, что они являются следствием периодического изменения потока энергии от Солнца, как становится ясно — перспектива фоновой системы Земли есть функция термодинамических процессов Солнца. Вот почему нам нужна полная и объективная информация о структуре Солнца и его механизме энерговыделения.

3. Энергопередача и два постулата первого начала термодинамики. Процесс теплопередачи (по старой терминологии) является начальным этапом энергопроводности в неравновесных системах. Выше, при кратком рассмотрении работы холодильной машины, мы

видели, что фоновая и локальная системы взаимодействуют между собой через активную стенку. Стенка теплообменника изнутри охлаждается кипящим фрионом, а снаружи нагревается воздухом охлаждаемой камеры. Есть уравнение, установленное эмпирически, которое с достаточной точностью позволяет рассчитать численное значение энергопередачи, исходя из макроскопических параметров системы.

$$Q = \alpha \cdot S \cdot \tau \cdot \Delta t, \text{ Дж}, \tag{6.17}$$

где Q — передаваемая энергия; S — площадь активной зоны, через которую осуществляется передача энергии; τ — продолжительность процесса; Δt — градиент температуры; α — коэффициент энергопередачи, отражающий внутреннее свойство тела, отдающего энергию. Однако сегодня этого мало, ибо гиперчастотная механика должна рассматривать процесс на молекулярном уровне. Пусть мы имеем активную единичную стенку $S_{ед} = 1$ м^2. Тогда число осцилляторов газа или суперосцилляторов жидкости, одномоментно взаимодействующих с ней составит величину n_i:

$$n_i = \frac{1}{2} \cdot \frac{S_{ед}}{S_{gi}} = \frac{S_{ед}}{2\pi \cdot d_{gi}^2/4} = \frac{2S_{ед}}{\pi \cdot d_{gi}^2} \tag{6.18}$$

Коэф. 1/2 берется в силу того обстоятельства, что в любой момент времени число покидающих активную зону осцилляторов равно числу входящих в нее. Здесь d_{gi} — диаметр глобулы i-го газа или жидкости. Очень важным фактором процесса является частота смены осцилляторов на активной поверхности, которая пропорциональна скорости конвекции u_k и обратно пропорциональна диаметру глобулы. Тут необходимо подчеркнуть, что глобула приближается к активной стенке в состоянии 1, вступает с ней в контакт, получает приращение частоты (если стенка обладает избыточной частотой) Δf и переходит в состояние 2 со всеми последующими следствиями. В пристенном слое газа, чтобы вступить в контакт со стенкой или прервать его, глобуле достаточно переместиться на расстояние d_{gi}. Поэтому частота ω_i по одной глобуле определится из соотношения

$$\omega_i = u_{ki}/d_{gi}, \text{ с}^{-1} \tag{6.19}$$

Нетрудно видеть, что полная частота смены глобул по всей активной поверхности определится произведением $n_i\omega_i$:

$$\omega\,(S_{ед})_i = n_i\omega_i = \frac{2S_{ед} \cdot u_{ki}}{\pi \cdot d_{gi}^3} \tag{6.20}$$

Пусть мы имеем единичный объем воздуха $V_{ед} = 1$ м^3 в нормальном состоянии, а активная единичная стенка представлена дном этой емкости и пусть эта локальная система обладает адиабатической

оболочкой, т. е. она замкнута. Наложим предел на возможности активной стенки в виде частоты ν_{max} ее структурных элементов. Рассмотрим изменения, происходящие в системе с момента включения активной зоны и до момента прихода системы к равновесию в конечном состоянии.

1) Система до включения активной стенки равновесна в нормальном состоянии, т. е. все элементы обладают одной и той же частотой f_0, энергией E_0, линейной скоростью v_0 и каждая глобула имеет давление $P_0 = hf_0/V_{g0}$.

2) Активная зона включена, возникает градиент частот, система выходит из равновесия. Первая порция осцилляторов газа получает приращение частоты и переходит в состояние 1, характеризующееся следующими сдвигами:

$$f_1 = \sqrt{f_0 \cdot \nu_1}, \tag{6.21}$$

где ν_i — частота структурных элементов активной стенки.

$$E_1 = hf_1$$

$$P_1 = hf_1/V_{g1}$$

Поскольку процесс адиабатический по условию, расширяться объему глобулы некуда, но избыточное давление ΔP, развиваемое осциллятором с избыточной частотой Δf раздвигает границы глобулы за счет некоторого сжатия объема соседних глобул, еще не получивших приращения энергии и давления. Если бы не было роста объема высокоэнергичных глобул за счет низкоэнергичных, то не было бы и физической основы для возникновения конвективного тока в массе тела, ибо увеличение объема при неизменной массе осциллятора ведет к уменьшению плотности глобулы от ρ_0 до ρ_1:

$$\rho_1 = \frac{m_i}{V_{g0} + \Delta V} = \frac{m_i}{V_{g1}}$$

Определенное приращение получает амплитуда колебания и приобретает значение A_1 и возрастает линейная скорость осциллятора до v_1

$$v_1 = 2A_1 \cdot f_1$$

Порция высокоэнергичных глобул, покинув активную стенку, приобретает конвективную скорость с вертикальным вектором. По мере движения вверх, среди низкоэнергичных глобул, высокоэнергичные раздают им полученное в активной зоне приращение частоты и энергии. При этом приращение частоты, получаемое осциллятором

с частотой f_0 от взаимодействия с высокоэнергичным осциллятором определится из соотношения

$$\Delta f = \frac{\sqrt{f_0 \cdot f_1}}{K} - f_0, \tag{6.22}$$

где K — число осцилляторов, взаимодействовавших с высокоэнергичным осциллятором, пока тот обладал избыточной частотой. В свою очередь K осцилляторов, получивших приращение Δf тут же передают его другим низкоэнергичным при взаимодействии с ними. Тем временем от активной стенки отходит вторая порция высокочастотных осцилляторов, затем третья, четвертая и т. д. пока все осцилляторы системы не перейдут в состояние 1. Но состояние 1 является промежуточным и поэтому тут не начинается новый цикл, ведущий систему к состоянию 2. Очевидно процесс завершится при достижении равновесия, т. е. когда частота осцилляторов газа достигнет частоты структурных элементов активной стенки, что можно выразить равенством второго постулата

$$f_{max} - \nu_{max} = 0$$

Теперь обратимся к активной стенке. На первый взгляд может показаться, что с ней ничего не происходит с момента включения и до момента перехода системы в конечное состояние. В действительности же это не так, ибо ее мощность проходит через все промежуточные стадии, соответствующие промежуточным состояниям газа. В начальной стадии процесса, когда газ переходит из нормального состояния в первое промежуточное, стенка развивает мощность W_1:

$$W = h \cdot \omega\,(S_{сд}) \cdot \sqrt{f_0 \nu_1} \cdot \delta_1, \text{ Вт}, \tag{6.23}$$

где δ_1 — коэф. шероховатости стенки, имеющий вид

$$\delta_1 = S_1 / S_0 \tag{6.24}$$

S_0 — геометрическая площадь стенки, S_1 — истинная площадь стенки, взаимодействующая с газом. Суть коэф. δ_1 состоит в том, что поверхности твердых тел, гладкие с нашей и технической точек зрения, не являются таковыми в масштабе осцилляторов. Истинная поверхность S_1 всегда больше S_0 и поэтому δ_1 всегда больше единицы.

Хотя с самого начала процесса стенка включена на всю мощность, она не может мгновенно достичь максимальной частоты ν_{max} ввиду испрерывной отдачи $n = \omega\,(s_{сд}) \cdot \tau_{сд}$ осциллятором газа своей частоты. Лишь после того как все N осцилляторов системы приобретут Δf_1 и достигнут частоты f_1 начнется переход системы во второе промежуточное состояние, которому предшествует переход частоты струк-

турных элементов стенки из состояния ν_1 в ν_2 за счет подводимой к ней энергии. А осцилляторы газа начинают получать очередную порцию энергии от нее и приращение частоты, переходя в состояние 2

$$f_2 = \sqrt{f_1 \cdot \nu_2} \tag{6.25}$$

Если рассмотреть (6.23) как функцию времени, то нетрудно заключить, что всякое i-ое промежуточное состояние мощности стенки имеет аналогичный ему вид:

$$W_i = h \cdot \sqrt{f_{(i-1)} \cdot \nu_i}, \tag{6.26}$$

где $i = 1, 2, 3 \ldots n_{max}$. Совершенно очевидно, что система проходит последовательно ряд промежуточных состояний, и наконец, наступает равновесие. Суть всего процесса представляет собой последовательный рост частоты структурных элементов как стенки, так и газа по схеме $f_0 \to f_i \to \nu_i \to \nu_{max}$. Отсюда понятно, что

$$\lim f = \nu_{max} \tag{6.27}$$

и выполняется условие второго постулата второго начала

$$\nu_{max} - f_{max} = 0$$

свидетельствующее о приходе системы в термодинамическое равновесие конечного состояния и о полном прекращении отдачи энергии активной стенкой. Только теперь, после прекращения оттока энергии от стенки, она достигает предельного значения частоты своих структурных элементов ν_{max} и предельной мощности каждого внешнего осциллятора W_{max}', непосредственно взаимодействовавшего с осцилляторами газа:

$$W_{max}' = \frac{h \cdot \sqrt{f_{max} \cdot \nu_{max}}}{\tau_{сд}} = \frac{h \cdot \nu_{max}}{\tau_{сд}}, \text{ Вт} \tag{6.28}$$

А предельная мощность всей стенки приобретает вид

$$W_{max} = h \cdot \nu_{max} \cdot \omega\,(S_{сд}) \cdot \delta_i, \text{ Вт} \tag{6.29}$$

Очевидно, что с равным правом (6.28) можно записать

$$W_{max}' = \frac{h \cdot \sqrt{f_{max} \cdot \nu_{max}}}{\tau_{сд}} = \frac{h \cdot f_{max}}{\tau_{сд}}, \tag{6.30}$$

а переходя к системе в любом i-ом состоянии можно говорить о статической мощности среднего осциллятора W_i:

$$W_i = h \cdot f_i / \tau_{сд} \tag{6.31}$$

Теперь, если учесть, что (6.29) получено для системы в адиабатической оболочке, которой в реальном физическом мире не сущест-

вует вовсе (согласно первому постулату второго начала), то мы придем к двум постулатам первого начала термодинамики:

1) Невозможен процесс, без потери преобразующий подведенную к локальной системе энергию.

2) Энергия, подведенная к локальной системе, расходуется на повышение частоты ее осцилляторов, на увеличение частоты осцилляторов фоновой системы и на преобразование в работу.

Возвращаясь к реальным системам с активными энергопередающими поверхностями, обратимся к (6.29), из которого можно вывести коэффициент энергопередачи α.

Нам теперь ясно, что в неравновесной термодинамической системе передается и проводится не некое тепло, а избыточная частота осцилляторов локальной системы. При этом возникает иерархия частот: $\nu > f_2 > f_1$, где ν — частота осцилляторов стенки, f_2 — частота осцилляторов пристенного слоя газа или жидкости, f_1 — частота осцилляторов, удаленных от стенки но приближающихся к ней для вступления во взаимодействие с ней. Пусть мы имеем тепловую машину, работающую в стационарном режиме, т. е. при условии $\nu = \text{Const}$. Тогда мы можем установить разность мощностей между стенкой и пристенным слоем газа ΔW:

$$\Delta W = W(\nu) - W(f_2) = h \cdot \nu \cdot \omega(S) \cdot \delta_i - h \cdot f_2 \cdot \omega(S) \cdot \delta_i = h \cdot \omega(S) \cdot \delta_i (\nu - f_2) \tag{6.32}$$

Учитывая, что $f_i = \psi_i T_i$ для разности в скобках получим

$$\nu - f_2 = \psi_i (T_s - T_2), \tag{6.33}$$

где T_s — термодинамическая температура стенки, ψ_i — частотная постоянная i-го газа, применяемого в качестве рабочего тела. С учетом (6.33) и введя в (6.32) вместо $\omega(s)$ ее значение из (6.20) получим:

$$\Delta W = \frac{2h \cdot \psi_i \cdot s_i \cdot u_{ki} \cdot \delta_i \cdot (T_s - T_i)}{\pi \cdot d_{ki}^3}, \text{ Вт} \tag{6.34}$$

Теперь чтобы определить коэф. энергопередачи α остается ΔW отнести к $S_i \cdot \Delta t$:

$$\alpha_i = \frac{\Delta W}{s_i \cdot \Delta t} = \frac{2h \cdot \psi_i u_{ki} \cdot \delta_i \cdot (T_s - T_2)}{\pi \cdot d_{ki}^3 \cdot \Delta t}, \quad \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}, \tag{6.35}$$

и, наконец, с учетом того, что $\Delta t = T_s - T_2$ получим:

$$\alpha_i = \frac{2h \cdot \psi_i \cdot u_{ki} \cdot \delta_i}{\pi \cdot d_{ki}^3}, \quad \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \tag{6.36}$$

Это выражение содержит три переменные величины, две из которых

(u_{kl} и d_{gl}) являются свойствами газа или жидкости, и их численное значение варьирует в довольно узком интервале. Третья величина δ_l — это характеристика стенки, которая также изменяется в неширокомдиапазоне, но их сочетание обусловливает непостоянство численного значения α_l. Этим я хочу сказать, что для каждого температурного режима и рабочего тела имеется свой коэф. энергопередачи и что справочная литература должна указывать интервал применимости для данного числового значения α_l.

В (6.36) остается еще одна величина, не рассмотренная на молекулярном уровне — это конвективная скорость глобул сплошной среды u_{kl}. Установлено, что она тесно связана со скоростью блуждания глобул u_l, которая в общем понимании есть безвекторная величина. Вернее, в равновесной системе, где отсутствуют всякие градиенты, вектор u_l равновероятен по всем шести направлениям ($\pm x$, $\pm y$, $\pm z$). Однако в неравновесной системе у скорости блуждания глобул появляются три избранных направления (x, y и z), ибо направления ($-x$, $-y$ и $-z$) становятся недействительными ввиду направленности против одного из градиентов ΔP, $\Delta\rho$, Δf. С учетом сказанного можно записать

$$u_{kl} = \frac{u_l}{3}\cdot\frac{P_2}{P_1} = \frac{u_l}{3}\cdot\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{u_l}{3}\cdot\frac{V_{g2}}{V_{g1}} = \frac{u_l}{3}\cdot\frac{d_{g2}^3}{d_{g1}^3} = \frac{r_l f_l \cdot d_{g2}^3}{3d_{g1}^3},\ \text{м}\cdot\text{с}^{-1} \qquad (6.37)$$

Поскольку конвекция образована противотоком глобул, имеющих разные состояния, то из (6.37) легко выводится два ее составляющих, $u_\downarrow$ и $u_\uparrow$:

$$u_\uparrow = \frac{r_l \cdot f_2 \cdot d_{g2}^3}{3d_{g1}^3}, \qquad (6.38)$$

$$u_\downarrow = \frac{r_l \cdot f_1 \cdot d_{g1}^3}{3d_{g2}^3} \qquad (6.39)$$

где r_l — критическое расстояние взаимодействия осцилляторов, f_2 — частота осцилляторов пристенного слоя газа или жидкости, f_1 — частота осцилляторов вдали от пристенного слоя, d_{g2} и d_{g1} — диаметр глобулы в пристенном слое и вдали от нее, $u_\uparrow$ — скорость восходящего, $u_\downarrow$ — нисходящего токов конвективного движения. Учитывая, что в (5.36) $d_{gl}^3 = d_{g2}^3$ ввиду того, что оно отражает взаимодействие стенки только с пристенным слоем и введя в него значение $u_\uparrow$ получим окончательное решение для α_l:

$$\alpha_l = \frac{2h\cdot\psi_l\cdot f_2\cdot r_l\cdot\delta_l}{3\pi\cdot d_{g1}^3},\ \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\cdot\text{К}} \qquad (6.40)$$

Таким образом, мы получили всеобъемлющее уравнение коэф. энергопередачи для стенки, обладающей шероховатостью δ_i и взаимодействующей с i-ым газом или i-ой жидкостью. Из него следует, что энергопередача стенки пропорциональна частоте осцилляторов пристенного слоя, шероховатости стенки, критическому расстоянию взаимодействия осцилляторов и обратно пропорциональна объему глобул нисходящего тока конвекции. Выражая f_2 через температуру пристенного слоя T_2, получим

$$\alpha_i = \frac{2h \cdot \psi_i^2 \cdot T_2 \cdot r_i \cdot \delta_i}{3\pi \cdot d_{gl}^3} \tag{6.41}$$

В § 11 мы еще вернемся к этим уравнениям, где раскроем $\alpha = f(P, V, T)$. Если α_i надежно определен из эксперимента, то из (6.41) легко находится δ_i:

$$\delta_i = \frac{\alpha_i \cdot 3\pi \cdot d_{gl}^3}{2h \cdot \psi_i^2 \cdot T_2 \cdot r_i} \tag{6.42}$$

Пожалуй это единственный способ определения δ_i. Количество энергии, передаваемое стенкой площадью S_0, за период τ, при разности температур Δt рабочему телу, составит величину Q_i:

$$Q_i = \alpha_i \cdot S_0 \cdot \tau \cdot \Delta t = \frac{2h \cdot \psi_i^2 \cdot T_2 \cdot r_i \delta_i S_0 \tau (T_2 - T_1)}{3\pi \cdot d_{gl}^3}, \text{ Дж} \tag{6.43}$$

где T_2 — температура пристенного слоя газа или жидкости, T_1 — средняя температура системы вне пристенного слоя.

4. Энергопроводность газов и жидкостей. Между коэффициентом энергопередачи α и коэф. энергопроводности λ много общего, но есть и существенные различия. В толще неравновесного газа или жидкости существует градиент частот, обусловливающий градиенты давления, плотности и температуры. В такой среде возникает также и градиент мощности осцилляторов между пристенным слоем и остальной частью системы. В переносе избыточной частоты от стенки (если это тепловая машина) до самых удаленных от нее частей большую роль играет не только скорость конвективного движения, но и линейная плотность осцилляторов, которая определяет, образно говоря, расстояние между звеньями в цепи. На единичном участке системы, вдоль направления градиента частоты, линейная плотность звеньев в цепи составит величину n_i:

$$n_i = 1/d_{gl}, \text{ м}^{-1} \tag{6.44}$$

Очевидно, что чем меньше диаметр глобул, тем больше число осцилляторов на единичном участке, меньше амплитуда их колебания, больше частота и тем успешнее передается избыточная

частота от осциллятора к осциллятору, вдоль цепи. Этот механизм переноса избыточной частоты работает даже при полной неподвижности глобул, т. е. при условии, когда

$$u_k = 0, \tag{6.45}$$

как это имеет место в конденсированных средах. При этом механизме перенос энергии не сопровождается переносом вещества и возможен он только при частотном взаимодействии звеньев между собой вдоль цепи. Уже один только твердо установленный факт — наличие энергопроводности в кристаллических структурах, есть неоспоримое доказательство гиперчастотного колебания их структурных элементов. Однако, как мы увидим ниже, при отсутствии дальнего порядка, роль этого механизма в процессе теплопроводности незначительна. Одной из особенностей процесса энергопроводимости сплошной среды является коэффициент кривизны в движении осциллятора σ_i:

$$\delta_i = \sqrt{\frac{l_{ед}}{A_{ii}}} = \sqrt{\frac{l_{ед}}{v_{ii}/2f_i}} = \sqrt{\frac{2f_i \cdot l_{ед}}{v_{ii}}}, \tag{6.46}$$

где A_{ii} — амплитуда осцилляторов в нисходящем токе конвекции, v_{ii} — линейная скорость осциллятора в этом токе. Физическая суть этого коэф. состоит в том, что он показывает во сколько раз истинный путь, проходимый осциллятором, больше единичного прямолинейного участка $l_{ед}$. Совершенно ясно, что началом процесса энергопроводности в системе стенка — сплошная среда является та же разность мощностей ΔW между стенкой и пристенным слоем (6.32), которая была основой определения α_i. С учетом сказанного, можно составить уравнение коэф. энергопроводности λ_i в общем виде:

$$\lambda_i = \Delta W \cdot S_{gli} \cdot n_i \cdot \delta_i \cdot K \cdot \frac{1}{3}, \ \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}, \tag{6.47}$$

где $K = 12$ — координационное число всех сплошных сред, $s_{gli} = \pi \cdot d_{gli}^2/4$ – сечение глобулы, элементарное сечение сплошной среды, нормальное к частотному градиенту в системе; коэф. $1/3$ — следствие распространения избыточной частоты от стенки по трем положительным направлениям. Развернув (6.47), получим:

$$\lambda_i = \frac{2h \cdot \psi_i f_2 r_i \delta_i}{3d_{gli}^2} \cdot \sqrt{\frac{l_{ед}}{A_{ii}}} \tag{6.48}$$

При сопоставлении (6.48) с (6.40) видно, что коэф. α и λ связаны через произведение $\sigma_i \cdot d_{gli}$:

$$\lambda_i = \alpha_i \cdot d_{gli} \cdot \sigma_i \tag{6.49}$$

Контроль (6.40) и (6.48): Даны газ H_2; $T_2 = 274{,}224$ K;

$T_1 = 273{,}224$ K; $\delta - ?$, $\lambda_{H_2}(T_0) = 0{,}17417$ $\frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{K}}$ — экспериментальное значение.

$\lambda_{H_2} = \frac{6{,}3887446\cdot 10^{-18};\ \delta_i}{5{,}1501144\cdot 10^{-17}\ \text{м}^2} = 0{,}1240505\cdot\delta_i$ $\frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{K}}$ — теоретическое значение по (6.48). Поскольку имеет место равенство

$$\lambda_{H_2}(T_0)_{\text{экс}} = \lambda_{H_2}(T_0)_{\text{теор}}\cdot\delta_i, \tag{6.50}$$

то из него определяется ранее не учитывавшийся коэф. δ_i:

$$\delta_i = \lambda_{\text{экс}}/\lambda_{\text{теор}} = 1{,}4040249$$

Полученный результат по (6.48) не только не противоречит эксперименту, но и претендует быть ближе к истинному значению λ_{H_2}.

Количество энергии Q_i, проводимое сплошной средой, при разности Δt, через поперечное частотному градиенту сечение S_i, на расстояние l_i и за период τ определится из соотношения

$$Q_i = \frac{\lambda_T S_i \tau \Delta t}{l_i} = \frac{2h\cdot\psi_i^2 T_2\cdot r_i\delta_i S_i\tau\sigma_i(T_2 - T_1)}{3d_{gi}^2\cdot l_i},\ \text{Дж} \tag{6.51}$$

Завершая рассмотрение коэффициентов α и λ, необходимо коснуться того, что в практической деятельности очень часто применяется принудительная циркуляция рабочего тела с целью увеличения значения α. В этом случае коэф. имеет вид

$$\alpha_i = \frac{2h\cdot\psi_i\delta_i(u_x + r_i f_2/3)}{3\pi\cdot d_{gi}^3}, \tag{6.52}$$

где u_x — средняя скорость набегания газа на активную стенку. Все изложенное в этом параграфе безоговорочно относится к газам и с оговорками — к жидкостям ввиду того, что многие тонкости жидкого состояния требуют специального рассмотрения.

5. Энергоемкость реальных газов. Начнем с определения. Теплоемкость газа — это количество энергии, необходимое для увеличения температуры единичного объема на один градус. Экспериментально установлено, что изобарная C_p и изохорная C_v теплоемкость существенно отличаются между собой и имеют вид

$$C_P = \frac{5}{2}\cdot\frac{k_i}{m_i},\ \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{K}}, \tag{6.53}$$

$$C_V = \frac{3}{2} \cdot \frac{k_i}{m_i}, \quad \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}. \tag{6.54}$$

Между собой они связаны коэффициентом Пуассона к:

$$\text{k} = \frac{C_P}{C_V} \simeq \frac{a_i + 2}{a_i}, \tag{6.55}$$

где a_i — так называемое число степеней свободы молекулы, представляющее собой сумму трех степеней поступательного и 2—3 степеней вращательного движения, зависящего якобы от числа атомов в молекуле. В рамках гиперчастотной механики понятие «степень свободы вращательного и колебательного движений» осциллятора лишено физического смысла. Принято в формальной теории, что изобарная теплоемкость газа больше изохорной ввиду затраты части полученной энергии на работу по расширению газа. При этом никто не представляет себе суть этой работы и остается совершенно неясным, почему увеличение объема газа на величину ΔV должно сопровождаться столь значительным поглощением энергии. Из сказанного следует, что раскрытие физической сути явления на молекулярном уровне все еще ждет своего решения и, стало быть, нам только остается приняться за решение этой задачи методами гиперчастотной механики.

Для упрощения анализа примем, что при переходе системы из состояния—1 в состояние—2 энергия от пристенного слоя передается газу только конвективно и что активной стенкой служит дно кубической емкости с ребром $Z_{ед} = 1$ м. Пусть система изолирована от фоновой, а давление в ней нормальное, Ро.

1) Изохорный процесс. Включив стенку, за некоторое время поднимем начальную среднюю температуру газа T_1 до $T_2 = T_1 + t_{ед}$ и составим баланс энергии. В формальной теории существует только одна статья расхода полученной системой энергии ΔQ_V — это увеличение кинетической энергии осцилляторов, согласно соотношению

$$\Delta Q_V = \frac{3}{2} \cdot k \cdot N \cdot (T_2 - T_1) \cdot V_{ед} \tag{6.56}$$

Наше несогласие с этим утверждением начинается с того, что как постоянная Больцмана k, так и объемная концентрация осцилляторов N для реальных газов носят индивидуальный характер. Во-вторых, как было показано выше, не существует реального газа, не способного к конденсации и диссоциации, что не учитывается в (6.56). Эта статья расхода не столь велика, но совершенно реальна, суть которой заключается в потреблении энергии при диссоциации сложных осцилляторов, согласно равенству

$$E_{i2} = \gamma_i E_{i1} \tag{6.57}$$

где γ_i — коэф. диссоциации i-го газа. Из этого соотношения следует, что если молекула водорода H_4 при достижении состояния—2 диссоциирует на $2H_2$, то последние находятся в состоянии—1. Эти, вновь образованные осцилляторы, нуждаются в приращении частоты и энергии, чтобы достичь, как и все остальные, состояния—2. В-третьих, (6.56) не учитывает энергии конвективного движения глобул в процессе перехода системы в состояние—2. Это уже большая статья расхода, которую можно выразить следующим соотношением:

$$\varepsilon_{ki} = m_i u_{kv} \cdot l_{ki} \cdot \nu_{сд}, \quad \text{Дж}, \tag{6.58}$$

где ε_{ki} — энергия конвективного перемещения глобулы, m_i — масса осциллятора, $\nu_{сд}$ — акт взаимодействия

$$U_{kV} = \frac{u_i}{3} \cdot \frac{T_2}{T_1} = \frac{r_i f_2 \cdot T_2}{3T_1} = \frac{r_i \psi \cdot T_2^2}{3T_1} - \tag{6.59}$$

— средняя скорость конвективного движения глобул без детализации нисходящего и восходящего токов. l_{ki} — общая протяженность пути, проходимого глобулой за период τ, охватывающий процесс перехода в состояние — 2. Для этой величины можно записать два выражения:

$$l_{ki} = 2Z \cdot n_к, \tag{6.60}$$

$$l_{ki} = u_{kV} \cdot \tau_к, \tag{6.61}$$

где Z — высота столба газа, $2Z$ — амплитуда одного обращения глобулы между дном (активной стенкой) и потолком емкости, занимаемой газом, $n_к$ — число обращений средней глобулы за период $\tau_к$. Приравнивая правые части (6.60) и (6.61), найдем

$$n_к = \frac{u_{kv} \cdot \tau_к}{2Z} = \frac{r_i \psi_i T_2^2 \cdot \tau_к}{6Z \cdot T_1}, \tag{6.62}$$

$$\tau_к = \frac{2Z \cdot n_к}{u_{kV}} = \frac{6Z \cdot T_1 \cdot n_к}{r_i \psi_i \cdot T_2^2}, \quad \text{с} \tag{6.63}$$

Вместо поочередно (6.60) и (6.61) вместо l_{ki} в (6.58), получим два тождественно равных соотношения для энергии конвективного движения глобул i-го газа:

$$\varepsilon_{ki} = m_i u_{kv} \cdot 2Z \cdot n_к \cdot \nu_{сд}, \quad \text{Дж} \tag{6.64}$$

$$\varepsilon_{ki} = m_i \cdot u_{kV}^2 \cdot \tau_к \cdot \nu_{сд}, \quad \text{Дж} \tag{6.65}$$

Переходя от энергии одной глобулы к системе глобул единичного

объема $V_{ед}$, получим удельную по объему энергоемкость конвективного движения $Q_{кi}$:

$$Q_{кi} = \varepsilon_{кi} \cdot N_{0i} = 2m_i u_{кv} \cdot Z \cdot n_к \cdot N_{0i} \cdot \nu_{ед}, \quad \frac{Дж}{м^3} \tag{6.66}$$

и учитывая, что температура системы возросла на величину $\Delta t = (T_2 - T_1)$, приходим к удельной теплоемкости этого процесса

$$C_v(u_к) = \frac{Q_{кi}}{T_2 - T_1} = \frac{2m_i u_{кv} \cdot Z \cdot n_к \cdot N_{0i} \cdot \nu_{ед}}{\Delta t}, \quad \frac{Дж}{м^3 \cdot К} \tag{6.67}$$

или:

$$C_v(u_к) = \frac{m_i u_i^2 \cdot T_2^2 \cdot \tau_к N_{0i} \nu_{ед}}{9T_1^2 \cdot \Delta t}, \quad \frac{Дж}{м^3 \cdot К} \tag{6.68}$$

Теплоемкость по первой статье расхода, т. е. теплоемкость диссоциации осцилляторов составит $C_v(\gamma)$:

$$C_v(\gamma) = k_i \cdot N_{0i} \cdot (\gamma_2 - \gamma_1), \quad \frac{Дж}{м^3 \cdot К}, \tag{6.69}$$

где γ_2 и γ_1 — коэффициенты диссоциации i-го газа в состояниях 2 и 1. Ну и, наконец, третья статья теплоемкости — это энергетическая емкость частотного движения осцилляторов $C_v(f)$:

$$C_v(f) = \frac{h \cdot (f_2 - f_1) \cdot N_{0i}}{T_2 - T_1} = \frac{h \cdot \psi_i ((T_2 - T_1) \cdot N_{0i}}{T_2 - T_1} = h \cdot \psi_i \cdot N_{0i}, \quad \frac{Дж}{м^3 \cdot К} \tag{6.70}$$

Теперь, зная все статьи расхода, можно составить уравнение полной теплоемкости газа в изохорном процессе:

$$C_{vi} = C_v(f) + C_v(u_к) + C_v(\gamma) \tag{6.71}$$

С целью контроля полученных результатов обратимся к реальному кислороду. Пусть мы имеем $V_{ед}$ этого газа в нормальных условиях, тогда параметры начального состояния будут:

$T_0 = 272{,}1829$ К

$N_0 = 2{,}6892861 \cdot 10^{25}$ м$^{-3}$

$C_v(T_0) = 654{,}90336$ Дж/кг·К – экспериментальное значение

$\psi_{O_2} = 2{,}0890542 \cdot 10^{10}$ с$^{-1} \cdot$К$^{-1}$

$k_{O_2} = 1{,}3842633 \cdot 10^{-23}$ Дж·К$^{-1}$

$\gamma_0 = 1{,}0046714$

$f_0 = 5{,}6860487 \cdot 10^{12}\ \text{с}^{-1}$

$u_0 = 0{,}9340968\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1}$

Состояние — 1: $T_1 = 273{,}1829\ \text{К}$

$T_2 - T_1 = t_{сд}$

$N_1 = N_0$

$\gamma_1 = 1{,}00467144$

$$u_к = u_0 \cdot \frac{T_1}{3T_0} = \frac{u_0}{3} \cdot (1 + \beta \cdot t_{сд}) = 0{,}3125095\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1}$$

$$f_1 = f_0 (1 + \beta t_{сд}) = 5{,}7069392 \cdot 10^{12}\ \text{с}^{-1}$$

Определим, исходя из этих данных, полную теплоемкость единичного объема кислорода C_v. Но сначала перейдем от Дж/(кг·К) к Дж/(м³·К), для чего установим переходный коэф. $n(O_2)$:

$$n(O_2) = \frac{1}{N_0 \cdot m_{O_2}} = \frac{1}{1{,}4289499\ \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} = 0{,}6998146\ \text{м}^3 \cdot \text{кг}^{-1}$$

Теперь имеем:

$$C_v(T_0) = 654{,}90336\ \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} / n(O_2) = 935{,}82408\ \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3 \cdot \text{К}}$$

а) $C_v(\gamma) = k \cdot N_0 \cdot (1{,}00467144 - 1{,}0046714) =$

$$= k \cdot N_0 \cdot 4 \cdot 10^{-8} = 1{,}489072 \cdot 10^{-5}\ \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3 \cdot \text{К}}$$

б) $C_v(f) = h\psi \cdot N_0 = 3{,}7226797 \cdot 10^2\ \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3 \cdot \text{К}}$

в) $C_v(f) + C_v(\gamma) = 3{,}722679849 \cdot 10^2\ \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3 \cdot \text{К}}$

г) $C_v(u_к) = C_v(T_0) - C_v(f) - C_v(\gamma) = 563{,}55609\ \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3 \cdot \text{К}}$

д) Из (6.67) определяем число обращений глобулы $n_к$:

$$n_к = \frac{563{,}55609\ \text{Дж} \cdot \text{м}^{-3}}{0{,}89312081\ \text{Дж} \cdot \text{м}^{-3}} = 630{,}99649$$

е) Из (6.63) находим время $\tau_к$, в течение которого система переходила из начального в первое состояние:

$$\tau_к = \frac{2Z \cdot n_к}{u_к} = \frac{1261{,}9929}{0{,}3125095} = 4{,}0382545 \cdot 10^3 \text{ с} = 67{,}304241 \text{ мин}$$

ж) Полная энергия приращения системой в результате перехода в состояние — 1 составит

$\Delta Q_V = C_V(T_0) \cdot t_{сд} \cdot V_{сд} = 935{,}82408$ Дж, или:

$\Delta Q_V = [C_V(\gamma) + C_V(f) + C_V(u_к) \cdot t_{сд} \cdot V_{сд} = 935{,}82408$ Дж

з) Согласно соотношению (6.56) формальной теории имеем:

$$\Delta Q_V' = \frac{3}{2} \cdot k \cdot N_0 \cdot t_{сд} = 558{,}402 \text{ Дж}$$

При сравнении этого результата с ΔQ_V по п. ж., который полностью соответствует экспериментально установленному значению, становится очевидной несостоятельность не только (6.56), но и всех представлений молекулярной физики, сложившихся в результате изучения газов только методами статистики.

Зная число возвратов каждой глобулы к активной стенке, нетрудно рассчитать величину среднего кванта частоты Δf_s и энергии $\Delta\varepsilon_s$, получаемых осциллятором от стенки в результате единичного взаимодействия с ней.

$$\Delta f_s = \frac{f_1 - f_0}{n_к} = \frac{2{,}64522 \cdot 10^{10} \text{ с}^{-1}}{630{,}99649} = 4{,}192131 \cdot 10^7 \text{ с}^{-1} \qquad (6.72)$$

$$\Delta\varepsilon_s = \Delta f_s \cdot h = 2{,}7778183 \cdot 10^{-26} \text{ Дж} \qquad (6.73)$$

При этом продолжительность контакта средней глобулы пристенного слоя со стенкой составит τ_s:

$$\tau_s = \frac{\Delta f_s \cdot \nu_{сд}}{f_0} = \frac{4{,}192131 \cdot 10^7}{5{,}6860487 \cdot 10^{12}} = 7{,}372661 \cdot 10^{-8} \text{ с.} \qquad (6.74)$$

Путь, проходимый глобулой $l_к$ за период $\tau_к$ и путь осциллятора $l_к(v)$ за этот же период составят:

$l_к = 2Z \cdot n_к = 1{,}2619929 \cdot 10^3$ м

$$l_к(v) = \tau_к \cdot (v_0 + v_1)/2 = 1{,}9051778 \cdot 10^8 \text{ м} \qquad (6.75)$$

Удивительно тут то обстоятельство, что хотя путь осциллятора, состоящий из коротких, но прямых отрезков, величиной $(A_0 + A_1)/2$ равен по протяженности полрасстоянию до Луны, является абсолютно беззатратным, т. е. эта форма движения осциллятора не сопровождается потреблением энергии. Конечно, профессиональный физик старой школы тут же подумает: «этого не может быть!» А

суть явления заключается в том, что в объеме глобулы осциллятор есть единственное физическое тело, в координатах которого он не имеет взаимодействия, т. е. объем глобулы есть истинный вакуум для осциллятора. Взаимодействия его с ближайшими $K = 12$ соседями сосредоточены вдоль сферической границы глобулы. А вот перемещение глобулы относительно соседних, сопровождаемое изменением ее координат в объеме, занимаемом газом — это уже затратный процесс, т. е. конвективное движение глобул происходит с трением и энергетически оплачивается системой, причем цена его гораздо выше прироста кинетической энергии осциллятора в процессе перехода системы из начального в первое состояние. Так, из вышеполученных результатов по кислороду имеем:

$$\gamma_V(O_2) = \frac{C_V(u_k)}{C_V(f)} = \frac{563{,}55609}{372{,}26797} = 1{,}5138452 \approx \frac{3}{2} \tag{6.76}$$

Вот и вынырнул пресловутый коэф. $\frac{3}{2}$, но совершенно в ином качестве, чем (6.56). Тут он связывает две основные статьи расхода потребляемой системой энергии в изохорном процессе

$$C_V(u_k)_i = \gamma_V \cdot C_V(f)_i \approx \frac{3}{2} C_V(f)_i \tag{6.77}$$

Такова истинная картина скромного изохорного процесса, которая не может не восхищать своими изяществом и утонченностью. Общий и очень важный вывод, вытекающий из сделанного анализа состоит в том, что в газах (и жидкостях) энергопроводность осуществляется, преимущественно, путем конвективного перемешивания. Частотный механизм в процессе теплопроводности имеет пренебрежимо малое значение, что связано с высокой чувствительностью глобул пристенного слоя к приращению частоты и энергии, обусловливающей кратковременность их контакта τ_i со стенкой и малость кванта приращенной энергии. Энергопередача же в системе стенка—пристенный слой осуществляется только частотным механизмом.

2) Изобарный процесс. Единственное отличие этого процесса от изохорного состоит в том, что потолок емкости с газом подвижен и поэтому концентрация энергии в системе остается инвариантной к приращению энергии. В изохорном процессе она была функцией частоты, т. е. $P_V = f(E)$, тогда как в изобарном $P = \text{Const}$. Поскольку изохорный процесс нами рассмотрен подробно, в изобарном мы исследуем только его отличительную особенность — приращение пространства, адекватное приращению энергии. Для этой цели более всего подходит продолжение анализа единичного объема кислорода, начатого нами в п. 1). Пусть система находится в состоянии — 1,

куда мы перевели ее изохорно из начального состояния. Тогда давление в ней составляет P_1:

$$P_1 = P_0 \cdot (1 + \beta t_{сд}) = P_0 \cdot T_1 / T_0, \text{ Па} \quad (6.77)$$

На молекулярном уровне, развернув (6.77), получим:

$$P_1 = \frac{hf_1}{V_{g0}} = \frac{h(f_0 + \Delta f)}{V_{g0}} = \frac{h \cdot f_0}{V_{g0}} \cdot \frac{f_1}{f_0} = \frac{k \cdot (T_0 + t_{сд})}{V_{g0}}. \quad (6.78)$$

Пусть давление фоновой системы, т. е. давление вне нашей емкости равно Ро, тогда нам достаточно включить механизм сдвига потолка, чтобы избыточное давление в нашей локальной системе приподняло его ровно настолько, сколько необходимо для достижения равновесного давления с фоновой. При этом макрообъем получит приращение ΔV,являющееся следствием увеличения объемов глобул на величину ΔV_g, что выражается простыми соотношениями

$$\begin{cases} \Delta V = \Delta V_g \cdot N_0 \cdot V_{0,сд} = \Delta V_g \cdot N_1 \cdot V_{1сд}, & (6.79) \\ \Delta V = V_1 - V_0 = V_{сд,0}(1 + \beta \cdot t_{сд}) - V_{сд0} = V_{сд0} \cdot \beta \cdot t_{сд}, & (6.80) \end{cases}$$

где β — коэф. температурного расширения кислорода в изобарном процессе. Приравнивая правые части этой системы, получим аналитическое выражение для приращения объема глобулы в общем виде:

$$\Delta V_g = \frac{\beta_i \cdot t_{сд}}{N_{0i}}, \quad \text{м}^3 \quad (6.81)$$

Когда мы изохорно вывели систему в состоянии — 1, то каждый осциллятор получил приращения:

$$\Delta f_V = f_1 - f_0 = 2{,}0890543 \cdot 10^{10} \text{ с}^{-1} \quad (6.82)$$

$$\Delta E_V = \Delta f_V \cdot h = 1{,}3842634 \cdot 10^{-23} \text{ Дж}, \quad (6.83)$$

а система в целом получила приращение кинетической энергии $\Delta Q_V(f)$:

$$\Delta Q_V(f) = \Delta E_V \cdot N_0 \cdot V_0 = 372{,}26803 \text{ Дж} \quad (6.84)$$

И тут мы подошли к тонкостям перевода системы из первого изохорного в первое изобарное состояние. Напомню, что после достижения состояния — 1 в изохорном процессе стенка была отключена и система пришла в равновесие. Какие же изменения произошли в ней в результате приращения пространства ΔV? Во-первых, это пространство наполнилось веществом и энергией за счет уменьшения объемной концентрации осцилляторов и уменьшения объемной концентрации энергии системы. На наполнение

этого пространства до начальной концентрации Ро потребовалась энергия ΔE_p:

$$\Delta E_p = P_0 \cdot \Delta V \approx P_0 \cdot V_0 \cdot \beta \cdot t_{сд} = 373{,}63576 \text{ Дж} \qquad (6.85)$$

Совершенно очевидно, что $\Delta E_p \approx \Delta Q_V(f)$ и что вся накопленная кинетическая энергия к концу изохорного процесса без остатка затрачена на наполнение приращенного пространства в изобарном процессе. В данный момент система занимает промежуточное состояние между изохорным и изобарным сдвигами из начального состояния. Дело в том, что за падением давления от P_1 до Ро последовали сдвиги и остальных параметров в сторону начального состояния: $f_1 \to f_0$; $T_1 \to T_0$ и т. д. Если теперь мы, отключив подвижность потолка, включим активную стенку, то через время $\Delta\tau$ система вновь изохорно достигнет давления P_1, что и будет завершением изобарного перехода в состояние — 1. Ведь мы начали изобарный процесс при давлении в системе P_1 и теперь завершили его также при P_1 и, стало быть, условие $P = \text{Const}$ соблюдено. Таким образом, совершенно очевидно, что изобарный процесс содержит не три статьи расхода, как изохорный, а четыре. Четвертая статья расхода полученной энергии — это наполнение приращенного пространства ΔV. Учитывая это для теплоемкости изобарного процесса имеем.

$$C_{Pi} = C_{Vi} + C_P(\Delta V)_i = C_V(u_к) + C_V(f) + C_V(\gamma) + C_P(\Delta V). \qquad (6.86)$$

С учетом того, что

$$C_P(\Delta V) \approx C_V(f) \text{ имеем:} \qquad (6.87)$$

$$C_{pi} = C_V(u_к) + C_V(\gamma) + 2C_V(f). \qquad (6.88)$$

$$C_p(\Delta V)_i = \frac{p_i \cdot V_i \cdot \beta_i \cdot \Delta t}{V_i \cdot (T_2 - T_1)} = P_i \cdot \beta_i, \ \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3 \cdot \text{К}} \qquad (6.89)$$

Контроль:

$$C_P(\Delta V_1 \cdot O_2) = P_1 \cdot \beta_{O_2} = P_0 \cdot \frac{T_1}{T_0} \cdot \frac{1}{T_0} = \frac{P_0 \cdot T_1}{T_0^2} = \frac{27{,}680257 \cdot 10^6}{7{,}4083531 \cdot 10^4 \text{ К}^2} =$$

$$= 373{,}63576 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3 \cdot \text{К}}$$

$$C_P(O_2) = C_V + C_P(\Delta V) = 935{,}82408 + 373{,}63576 =$$

$$= 1309{,}4598 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3 \cdot \text{К}} = 916{,}37901 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$

$$\gamma(O_2) = \frac{C_P}{C_V} = \frac{1309{,}4598}{935{,}82408} = 1{,}3992585$$

Эти результаты находятся в абсолютном согласии с экспериментальными данными по кислороду. Завершая исследование энергоемкости газов, необходимо подчеркнуть, что, вопреки сложившемуся представлению будто в изобарном процессе система совершает работу расширения, такая работа не совершается, а занятие газом приращенного пространства есть беззатратное явление. Работа же системой осуществляется конвективным движением глобул независимо от способа перехода системы в новое состояние. Вот долевое участие каждой статьи расхода в изобарной энергоемкости газов (по кислороду)

а) $C_P(\gamma) = 1{,}489072 \cdot 10^{-5} \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3 \cdot \text{K}} = 1{,}1371651 \cdot 10^{-6}\%$

б) $C_P(f) = 372{,}26805 = 28{,}429131\%$

в) $C_P(\Delta V) = 373{,}63576 = 28{,}53358\%$

г) $C_P(u_к) = 563{,}55609 = 43{,}037295\%$

6. Уравнение вязкости сплошных сред. Из наблюдений и экспериментов хорошо известно, что вязкость газов растет пропорционально температуре системы, а вязкость жидкостей падает при нагревании жидкости. Поэтому в рамках формальной теории не найдено аналитическое выражение, раскрывающее физическую суть явления. Мы же решим эту задачу в рамках гиперчастотной механики.

1) Вязкость газов. Решим задачу сначала качественно. Нам уже известно, что газ имеет глобулярную структуру, но лишен дальнего порядка. Пусть мы имеем все тот же кислород в объеме $V_{ед}$ при нормальном состоянии. Увеличим мысленно каждую глобулу до размера теннисного шарика с единственным осциллятором внутри. Пусть этими шарами, в плотнейшей упаковке, заполнен наш объем $V_{ед}$ и пусть они лишены скорости блуждания и нет конвективного движения. Если теперь включить на дне емкости локальный источник энергии, сечение которого меньше сечения глобулы-шарика, то приращение в каждый момент будет получать только одна глобула—шарик. Итак, источник включен. Первый шарик, находящийся в контакте с ним, получает приращение частоты и энергии, объем его возрастает, плотность становится меньше плотности окружающих шариков, и он отрывается от дна с источником энергии. На освободившееся место с источником перемещается один из шести шариков, тесно окружавших наш пробный на дне емкости. Через время $\Delta\tau$ он, также получив приращение энергии, отрывается от дна

и направляется вверх, ровно вслед первому. Так возникает элементарный восходящий ток конвекции. Если первому пробному шарику приходилось расталкивать неподвижные шарики над ним, то следующие за ним 2, 3... n-ый уже этой проблемы не имеют. Возьмем 1-ый пробный шарик. Отчего зависит успешность его продвижения вверх? Во-первых, его тормозит взаимодействие с неподвижными шариками, образующими канал элементарного восходящего тока. Это взаимодействие происходит по всему периметру пробного шарика $\Delta l = \pi \cdot d_g$, где d_g — диаметр шарика-глобулы. Во-вторых, это торможение пропорционально числу колебаний осциллятора f внутри пробного шарика, ибо взаимодействие между ним и неподвижными шариками происходит только частотно, потому что оболочка шарика-глобулы есть фиктивная величина. В-третьих, торможение пропорционально массе шарика-глобулы, равного массе осциллятора, ибо чем больше m_i, тем меньше критическое расстояние сближения r_i и тем больше трение между пробным и остальными шариками. С учетом этих положений и возвращаясь к реальным глобулам газа, мы можем теперь составить искомое уравнение, где тормозящие факторы назовем принятым в термодинамике термином — вязкость η_i:

$$\eta_i = \frac{m_i f_i \cdot \gamma_i}{\pi \cdot d_{gi}}, \quad \text{Па} \cdot \text{с}, \tag{6.90}$$

где γ_i — коэф. диссоциации или конденсации i-го газа. Рассмотрим, что скрывается за размерностью Па·с:

$$\dim [\text{Па} \cdot \text{с}] = \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3} \cdot \text{с} = \frac{H}{\text{м}^2} \cdot \text{с} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}^2} \cdot \text{с} = \frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}} \tag{6.91}$$

Отсюда следует, что вязкость i-го газа можно характеризовать как линейную плотность массовой мощности осциллятора, т. е. это есть мощность переноса массы осциллятора в частотном движении, отнесенная на длину периметра глобулы. Выражая f через T в (6.90), получим:

$$\eta_i = \frac{m_i \psi_i T_i \gamma_i}{\pi \cdot d_{gi}} \tag{6.92}$$

Поскольку у газов модуль коэф. γ_i невелик, то при экспериментальном определении η_i его влияние проходило незамеченным.

7. **Скорость блуждания глобулы и диффузия.** В формальной теории принят закон диффузии: масса продиффундировавшего вещества пропорциональна градиенту плотности, площади сечения и времени. Его аналитическое выражение имеет вид

$$\Delta m = -D \cdot \frac{\Delta \rho}{\Delta x} \cdot S \cdot \tau, \tag{6.97}$$

где $D = \frac{1}{3}\lambda \cdot v$ — коэф. диффузии, λ — длина свободного пробега молекулы, v — средняя скорость движения молекул. В рамках гиперчастотной механики, понятие «коэф. диффузии» оказывается ненужным и нет никакой необходимости связывать диффузию с переносом вещества и градиентом плотности, ибо это явление происходит в сплошных средах при полном отсутствии градиента плотности. Также отпадает нужда в понятии «длина свободного пробега», ибо естественной длиной прямолинейного движения осциллятора, как мы уже хорошо знаем, является диаметр глобулы, а точнее — амплитуда колебания. Выше мы уже рассмотрели, что скорость блуждания глобул при появлении в системе градиента частоты, переходит в конвективное движение, обусловливая теплоотдачу и теплопроводность. В равновесной системе, где нет никаких градиентных полей, скорость блуждания обусловливает диффузию — беспрерывное перемешивание осцилляторов. В этом случае все шесть ($\pm x$, $\pm y$, $\pm z$) направлений равновероятны и средняя скорость диффузии составляет u_d:

$$u_{di} = \frac{1}{6} \cdot u_i = \frac{r_i f_i}{6}, \quad \text{м} \cdot \text{с}^{-1} \tag{6.98}$$

или, выражая f_i через линейную скорость осциллятора v_i:

$$u_{di} = \frac{r_i \cdot v_i}{12 \cdot A_i}, \tag{6.99}$$

где A_i — амплитуда колебания осциллятора, r_i — критическое расстояние. Если быть предельно точным, то необходимо сказать, что имеется еще одна величина, входящая в формулу скорости блуждания u_i, которая имеет существенное значение при росте энергии осциллятора — это дуга рассеяния осциллятора на осцилляторе s_i. Вскользь мы уже касались этой величины, но детальное рассмотрение — впереди. С учетом дуги рассеяния получим:

$$u_{di} = \frac{(r_i + s_i) \cdot f_i}{6}. \tag{6.100}$$

Из (6.98) — (6.100), благодаря стабильности значения $(r_i + s_i)$, с очевидностью следует, что с ростом энергии осциллятора, т. е. при росте температуры системы пропорционально растет и скорость диффузии, что и наблюдается в эксперименте. Выражая f_i через T_i, получим:

$$u_{di} = \frac{(r_i + s_i) \cdot \psi_i T_i}{6}, \tag{6.101}$$

где ψ_i — частотная постоянная i-го вещества.

Подводя итог этому параграфу, отметим, что впервые установ-

лены два постулата первого начала и шесть постулатов второго начала термодинамики, существенно расширяющие наши представления о термодинамических процессах. Впервые раскрыта физическая суть коэффициентов теплопередачи и теплопроводности на молекулярном уровне, выведены уравнения вязкости сплошных сред и скорости диффузии, раскрыта природа теплоемкости газов.

§ 7. Четвертый закон механики

1. Предварительные замечания. На рубеже XIX и XX веков физики столкнулись с фактом беспомощности классической механики в объяснении экспериментальных данных из области микромира. В 1911 г. Э. Резерфорд публикует статью, в которой предлагается динамическая модель строения атома. Эта работа стала первым крупным заблуждением в развитии теоретической физики XX столетия, за которым цепной реакцией потянулись заблуждения Н. Бора, В. Гейзенберга, Э. Шредингера, П. Дирака и др., которые привели к созданию системы спекулятивных положений под общим названием «квантовая механика», приспособленной к описанию явлений микромира — именно приспособленной к описанию, но не способной к раскрытию их физической сути. Среди корифеев физики нашего столетия пожалуй единственным, кто не принял квантовую механику остался А. Эйнштейн, глубоко убежденный, что истинная теория должна быть причинно-следственной. В связи с этим тут интересно привести эволюцию взглядов П. Дирака, внесшего наибольший вклад в развитие квантовой механики (1926 г.). На лекции в августе 1975 г. [8] он говорил: «...я не исключаю возможности, что в конце концов может оказаться правильной точка зрения Эйнштейна, потому что современный этап развития квантовой механики нельзя рассматривать как окончательный. В этой теории существует немало нерешенных проблем. Современная квантовая механика — величайшее достижение, но вряд ли она будет существовать вечно. Мне кажется весьма вероятным, что когда-нибудь в будущем появится улучшенная квантовая механика, в которой будет содержаться возврат к причинности и которая оправдает точку зрения Эйнштейна. Но такой возврат может стать возможным лишь ценой отказа от какой-нибудь фундаментальной идеи, которую мы сейчас принимаем безоговорочно. Если мы собираемся возродить причинность, то нам придется заплатить за это, и сейчас мы можем лишь гадать, какая идея должна быть принесена в жертву!» Это кредо зрелого Дирака, в своей сущности отрицающее молодого Дирака, считавшего в 1926 г., что математическая красота теории решает все. Зрелый Дирак понимает, что в основе всей квантовой теории лежит какое-то фундаментальное заблуждение, отказ от которого может все расставить по своим естественным местам. Продолжая мысли Дирака, мы уже сегодня

можем сказать, что фундаментальной догмой была ядерная модель строения атома, что подтверждается материалом первых шести параграфов этой книги. Вторым долгоживущим заблуждением, безоговорочно принимаемым за безукоризненный инструмент научного поиска, является применение в физике сложного математического аппарата, создающего лишь видимость решения физических проблем и служащего заплатами на зияющих дырах квантовой теории.

Еще вчера, чтобы подчеркнуть несбыточность какой-то идеи, говорили: «Это равносильно тому, чтобы ударом кулака об стол приказать открыть четвертый закон механики!» Но вопреки этому четвертый закон механики открыт, открыт благодаря отказу от заблуждений корифеев, благодаря раскрытию истинного строения элементарного атома и всех веществ, состоящих из него. Перейдем к его рассмотрению.

2. Электродинамический потенциал нейтрона. Выше мы уже говорили, что в основе гиперчастотного колебания осцилляторов сплошных сред лежит электродинамическое взаимодействие между ними. Чтобы убедиться в справедливости этого тезиса, начнем с установления электрического потенциала осциллятора φ_i и его природы. Составим систему уравнений для энергии единичного взаимодействия осциллятора в произвольном состоянии:

$$\begin{cases} \varepsilon_{ед} = m_i v_i r_i \nu_{ед} \\ \varepsilon_{ед} = m_э \mu \cdot \nu_{ед}/2 = \hbar \cdot \nu_{ед} \\ \varepsilon_{ед} = э \cdot \varphi \end{cases} \tag{7.1}$$

где φ — электродинамический потенциал нейтрона, $\nu_{ед} = 1\ с^{-1}$ — единичный акт взаимодействия, э — заряд электрино, μ — постоянная Миллинена, $\hbar$ — постоянная Герца, $m_э$ — масса электрино, $\varepsilon_{ед}$ — энергия единичного взаимодействия. Элементарный электрический потенциал выводится из равенства

$$э \cdot \varphi = \hbar \cdot \nu_{ед} \tag{7.2}$$

и составляет величину

$$\varphi = \frac{\hbar \cdot \nu_{ед}}{э} = \frac{4{,}1106068 \cdot 10^{-34}\ Дж}{1{,}9876643 \cdot 10^{-27}\ Кл} = 2{,}0680598 \cdot 10^{-7}\ В = Const \tag{7.3}$$

Этой фундаментальной константе предлагаю присвоить название «постоянная Чедвика» в честь английского физика Дж. Чедвика, открывшего в 1932 г. нейтрон. Критическое расстояние осциллятора из (7.1) имеет два решения

$$r_i = \frac{э \cdot \varphi}{m_i v_i \nu_{ед}}, \tag{7.4}$$

$$r_i = \frac{\hbar_1 \cdot v_{en}}{m_i v_i v_{en}} = \frac{\hbar_1}{m_i v_i} \qquad (7.5)$$

Теперь попытаемся разобраться в качественной стороне единичного взаимодействия между парой осцилляторов. Каковы допустимые предпосылки? Во-первых, чтобы осциллятор I испустил электрино, при достижении критического сближения, необходимо приложение некоторой критической силы F_λ осциллятором 2, направленной на отрыв электрино от тела осциллятора I. Во-вторых, отрывающую электрино силу может обусловить только остронаправленный электронный луч, луч отрицательного поля осциллятора. А это возможно только при условии, что электроны в теле нейтрона не утоплены целиком, часть тела электрона выступает из тела нейтрона, масса которого на 99,83% состоит из электрино. В-третьих, на долю электронного луча должна приходиться некоторая часть заряда электрона q_λ, которая развивает критическую силу отрыва электрино, согласно соотношению:

$$F_\lambda = \frac{q_\lambda \cdot \varphi}{r_i}, \ \text{Н} \qquad (7.6)$$

Поскольку в этом случае q_λ и φ имеют полярные знаки, то перед значением силы F_λ естественным образом появляется знак (—), означающий взаимное притяжение между осцилляторами. В-четвертых, если перейти к газу, состоящему только из нейтронов, т. е. к нейтронному газу, то мы упираемся в необходимость допущения высокочастотного вращения осцилляторов. Из чего это следует? Из того, что нейтрон — это сферическое тело, образованное плотнейшей упаковкой положительных n_+ электрино и трех отрицательных электронов, в котором доля отрицательного электрического поля меньше доли положительного в $6{,}2 \cdot 10^5$ раз (см. § 8). В отсутствие гиперчастотного вращения между парой нейтронов — осцилляторов в 99,99984% встреч взаимодействовали бы только положительные поля, препятствующие сближению до критического расстояния и не происходило бы излучения электрино-посредника и, стало быть, не имело бы места гиперчастотное взаимодействие между осцилляторами. Более того, можно прийти к заключению, что гиперчастотное колебание осцилляторов в сплошных средах возможно только благодаря тому, что имеет место их гиперчастотное вращение. Количественно такое заключение следует из того факта, что период единичного взаимодействия между парой осцилляторов в реальных газах лежит в интервале $5{,}6 \cdot 10^{-13} — 5{,}7 \cdot 10^{-13}$ с, согласно соотношению:

$$\Delta\tau_i = \frac{2\sqrt[3]{4\pi/3}}{f_i} = \frac{2a}{f_i}, \ \text{с} \qquad (7.7)$$

За этот краткий миг два осциллятора, набегающих друг на друга со

скоростью $4{,}7 \cdot 10^4$ м$\cdot$с$^{-1}$, успевают приблизиться на расстояние r_p, излучить первое электрино и остановиться, «осмотреться», излучить второе электрино-посредник и разлететься в разные стороны. Такое скородействие между парой невращающихся нейтронов, конечно, немыслимо. Таким образом, гиперчастотное взаимодействие возможно только при столь же высокой скорости смены электрических полей осцилляторов, в основе которой и лежит их свойство — сверхскоростное вращение, ранее нам неизвестное. Таковы реальные предпосылки, ведущие к открытию четвертого закона механики. А теперь вернемся к его исследованию. Введя в (7.3), вместо $\hbar$ ее значение $m_э\mu/2$ получим:

$$\varphi = \frac{m_э\mu \cdot v_{сд}}{2э}, \text{ В}, \tag{7.8}$$

$$2э\varphi = m_э\mu \cdot v_{сд} = L_э \cdot v_{сд}, \text{ Дж}, \tag{7.9}$$

откуда следует, что полная энергия одного электрино-посредника обусловливается двукратным взаимодействием его с элементарным потенциалом φ. Поскольку элементарным осциллятором, имеющим большое положительное и три локальных отрицательных полей, является нейтрон, то мы вправе записать

$$\varphi = \frac{m_n \cdot \tau}{n_э \cdot э} = \frac{m_n \cdot \tau}{n_e \cdot e}, \text{ В}, \tag{7.10}$$

где τ — некоторая константа размерности м$^2\cdot$с$^{-2}$. Инвариантность этой величины следует из того, что в (7.10) все величины, определяющие его — константы:

$$\tau = \frac{\varphi \cdot n_э \cdot э}{m_n} = \frac{\varphi \cdot n_e \cdot e}{m_n} = \text{Const} \tag{7.11}$$

Все члены этого соотношения уже имеют точное количественное решение, что позволяет установить точное значение и τ:

$$\tau = \frac{2{,}0680598 \cdot 10^{-7} \cdot 2{,}4181989 \cdot 10^{8} \cdot 1{,}9876643 \cdot 10^{-27}}{1{,}66057 \cdot 10^{-27}} =$$

$$= 59{,}860585 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}$$

Этой фундаментальной константе предлагаю присвоить название «постоянная Томсона» в честь английского физика Дж. Дж. Томсона, открывшего в 1897 г. электрон. Присмотримся к (7.10). Самое первое и очевидное, следующее из него — это переменность знака φ:

$$\varphi = \frac{m_n \cdot \tau}{4{,}8065676 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} = \frac{m_n \cdot \tau}{-4{,}8065676 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}} =$$

$$= \pm 2{,}0680598 \cdot 10^{-7} \text{ В}$$

Именно это свойство постоянной Чедвика и обусловливает двукратное взаимодействие электрино с одним осциллятором в одном акте, как это следует из (7.9). Механизм этого явления рассмотрим ниже, сейчас же вновь вернемся к (7.10), из которого следует еще одна фундаментальная константа p, которой присвоено название «постоянной Перрена» в честь французского физика Ж. Перрена, чьи тонкие исследования позволили перейти от относительной массы атома к его фактической массе в кг.

$$p = \frac{m_n}{n_э \cdot э} = \frac{m_n}{n_e \cdot e} = \pm 3{,}4547938 \cdot 10^{-9} \text{ кг} \cdot \text{Кл}^{-1} = \text{Const} \tag{7.12}$$

Отсюда неотразимо следует, что любой атом, любая молекула — словом, каждое композиционное тело в природе непременно обладает как положительным, так и отрицательным электрическими полями. Ниже мы увидим, что от этого вывода рукой подать до раскрытия природы гравитации, этого самого твердого орешка в истории развития естествознания. Второе следствие, вытекающее из постоянной Перрена, звучит как афоризм: нет массы без заряда, как и не существует заряда без массы!

Рассмотрим, как соотносятся элементарный потенциал с полным электродинамическим потенциалом i-го осциллятора. Сравним критические расстояния двух газов, самого легкого и самого тяжелого (см. прилож. I):

$$r_{H_2} = \frac{э \cdot \varphi}{m_{H_2} \cdot v_{H_2} \cdot v_{ед}} = 2{,}6037968 \cdot 10^{-12} \text{ м}$$

$$r_{Xe} = \frac{э \cdot \varphi}{m_{Xe} \cdot v_{Xe} \cdot v_{ед}} = 399{,}19766 \cdot 10^{-12} \text{ м}$$

Очевидно, r_i обратно пропорционально импульсу осциллятора, но если учесть, что $v_{H_2} \approx v_{Xe}$, то становится явным ведущее значение массы осциллятора. Но масса осциллятора строго пропорциональна числу нейтронов в нем, поэтому потенциал осциллятора φ_i связан с элементарным потенциалом через атомное число осциллятора

$$\varphi_i = A_i \cdot \varphi \tag{7.13}$$

Корректность этой формулы легко устанавливается с помощью последовательного преобразования полного потенциала i-го осциллятора:

$$\frac{m_i \cdot \tau}{\pm q_i} = \frac{A_i m_n \cdot \tau}{A_i \cdot n_э \cdot э} = \frac{A_i m_n \cdot \tau}{A_i n_e \cdot e} = \frac{\varphi_i}{A_i} = \varphi, \tag{7.14}$$

где q_i — суммарный заряд одного знака i-го осциллятора, A_i — его атомный вес, m_i — масса осциллятора. Из (7.13) и (7.14) следует,

что критическое расстояние i-го осциллятора обратно пропорционально его потенциалу, т. е. чем больше потенциал осциллятора, тем труднее из него вырвать электрино и тем больше должна быть приложенная отрицательная сила F_λ. С учетом сказанного можно записать:

$$r_i = \frac{э \cdot \varphi}{A_i m_n v_i \cdot v_{ед}} \tag{7.15}$$

Продолжая анализ (7.10), обратимся к его числителю $m_n \cdot \tau$, имеющему размерность энергии Дж. Но нагляднее рассмотреть реальные осцилляторы. Нам уже известно, что кинетическую энергию осциллятора можно полностью выразить основным уравнением гиперчастотной механики. А тут выявляется ранее неизвестная форма энергии осциллятора, абсолютно инвариантная ко всем термодинамическим параметрам системы и которая является функцией только массы m_i. Так, частотная энергия молекулы водорода в нормальных условиях составляет $E_0 = 3{,}7736243 \cdot 10^{-21}$ Дж, а энергия, обусловливающая ее электродинамический потенциал $E(\tau) = m_{H_2} \cdot \tau = 2{,}0037594 \cdot 10^{-25}$ Дж есть величина постоянная для водорода, независимо от того, в нормальных ли он условиях или находится в составе горячей плазмы. Совершенно очевидно, что осциллятор имеет два самостоятельных составляющих энергии: E_i и $E_i(\tau)$. Из этого факта следует единственный вывод — $E_i(\tau)$ есть энергия вращения осциллятора. Как следствие из этого тезиса приходит понимание физической сути постоянной Томсона:

$$\tau = R_{ci}^2 \cdot \omega_i^2 = \text{Const}, \tag{7.16}$$

где R_{ci} — радиус вращения осциллятора, ω_i — угловая скорость его вращения. С учетом (7.16) постоянная Чедвика принимает окончательный вид

$$\varphi = \frac{m_n \cdot R_{cn}^2 \cdot \omega_n^2}{\pm q_n}, \tag{7.17}$$

где $q_n = Z_n/2$ — заряд одного знака нейтрона. Из (7.16) следует еще одна удивительная фундаментальная константа v_c, которая и выражает четвертый закон механики:

$$v_c = \sqrt{\tau} = \sqrt{R_{ci}^2 \cdot \omega_i^2} = R_{ci} \cdot \omega_i = \text{Const} \tag{7.18}$$

Её численное значение определяется постоянной Томсона

$$v_c = \sqrt{\tau} = \sqrt{59{,}860585 \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-2}} = 7{,}7369622 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$$

Четвертый закон механики также можно называть законом вращения свободных тел. Определение закона: Произведение радиуса вращения на угловую скорость есть фундаментальная постоянная

для всех тел, независимо от их размера. Второе определение: Центр массы всех свободнодвижущихся тел имеет одинаковую линейную скорость, равную v_c. Этот закон содержит семь следствий, которые мы рассмотрим в § 12, а сейчас продолжим анализ. Чем отличается центр массы тела в рамках единой теории физики от старого понятия геометрический центр масс? Последнее выражает единственную точку внутри тела, через которую проходят лучи, соединяющие равноудаленные в противоположных направлениях элементы тела. Так, у сферического тела, лишенного градиентов плотности, центр масс совпадает с его геометрическим центром. А в четвертом законе механики делительным центром массы является радиус R_c, проходящий через геометрический центр тела, а в объеме, описанном этим радиусом, содержится половина массы данного тела. При этом имеется в виду, что тело обладает однородной плотностью. Иначе говоря, по радиусу вращения масса тела делится ровно пополам, что можно выразить аналитически следующим простым соотношением:

$$m_{ci} = \frac{1}{2} m_i, \tag{7.19}$$

где m_{ci} — масса, заключенная в радиусе вращения R_{ci}. Чтобы установить связь между радиусом вращения и геометрическим радиусом тела, выразим (7.19) через объемы частей и плотность ρ:

$$\frac{4\pi}{3} \cdot R_{ci}^3 \cdot \rho_i = \frac{1}{2} \cdot \frac{4\pi}{3} \cdot R_i^3 \cdot \rho_i, \tag{7.20}$$

откуда имеем (для тел однородной плотности)

$$R_{ci} = R_i / \sqrt[3]{2} \tag{7.21}$$

Поскольку закон вращения открыт при изучении микромира, где прямая экспериментальная проверка его корректности затруднена, то с этой целью я предлагаю обратиться к вращению Земли. Вот интересующие нас данные по вращению Земли:

$R_\oplus = 6{,}37814 \cdot 10^6$ м — экваториальный радиус

$t_\oplus = 8{,}6164276 \cdot 10^4$ с — период вращения

Из этих данных определяются линейная скорость точки экватора Земли $v_\oplus$ и ее угловая скорость $\omega_\oplus$:

$$v_\oplus = \frac{2\pi R_\oplus}{t_\oplus} = 465{,}10033 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \tag{7.22}$$

$$\omega_\oplus = \frac{2\pi}{t_\oplus} = 7{,}2921 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}$$

Зная угловую скорость Земли, вычислим радиус ее вращения согласно четвертому закону (7.18)

$$R_{c\oplus} = \frac{v_c}{\omega_\oplus} = \frac{7{,}7369622}{7{,}2921 \cdot 10^{-5}} = 1{,}061006 \cdot 10^5 \text{ м}$$

Воспользуемся одним из следствий четвертого закона, гласящего: линейная скорость точки экватора относится к линейной скорости центра массы как радиус тела — к радиусу его вращения. Аналитически оно имеет следующее выражение:

$$\frac{v_i}{v_c} = \frac{R_i}{R_{ci}} \tag{7.23}$$

Откуда для линейной скорости точки экватора Земли имеем:

$$v_\oplus = v_c \cdot \frac{R_\oplus}{R_{c\oplus}} = v_c \cdot 60{,}11508 = 465{,}10036 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \tag{7.24}$$

Из сравнения этого результата с (7.22) следует, что четвертый закон, открытый на вращении атомов гелия и молекул водорода, безукоризненно работает и при описании вращения Земли, что и подтверждает его корректность.

§ 8. Электрические поля нейтрона

1. Предварительные замечания. В квантовой теории поля, построенной почти исключительно на статистической основе, электрическое поле реальных атомов и молекул не рассматривается. Так, в [9, стр. 81] утверждается, что «изучение поля можно свести к рассмотрению квантовых волн возбуждений, при этом индивидуальное описание каждого из осцилляторов совершенно затушевывается». Между тем, изложенное в первых семи параграфах данной книги подвело нас к необходимости исследовать электрические поля нейтрона, чтобы понять физическую суть взаимодействия пары осцилляторов.

2. Электронное поле нейтрона. Рассмотрим нейтронный газ. Выше мы уже говорили, что не существует спонтанного излучения осциллятором электрино-посредника, ибо оно находится в составе электростатической системы, характеризующейся очень большой прочностью связи между составляющими элементами. Можно говорить лишь о вынужденном излучении и поглощении электрино-посредника. Чтобы решить электронное поле нейтрона, необходимо начать с установления меры утопленности электрона в теле нейтрона, с которой связаны заряд электронного луча и его сечение. Эти задачи решаются корректно, благодаря тому, что установлен коэффициент поверхностного натяжения нейтрона $\sigma_n = 8{,}4425015 \cdot 10^4$ Н $\cdot$ м$^{-1}$, вывод которого удобнее рассмотреть в следующем параграфе.

Энергия связи внешнего электрино в нейтроне $\varepsilon_э$ пропорциональна его геометрическому сечению:

$$\varepsilon_э = \pi \cdot r_э^2 \cdot \sigma_n = \text{Const} \tag{8.1}$$

Поскольку отрыву внешнего электрино от нейтрона отвечает условие равенства между $\varepsilon_э$ и приложенной энергией электронного луча ε_λ

$$\varepsilon_\lambda = \varphi \cdot q_\lambda = \text{Const}, \tag{8.2}$$

то приравнивая правые части (8.1) и (8.2), находим электрический заряд луча q_λ:

$$q_\lambda = \frac{\pi \cdot r_э^2 \cdot \sigma_n}{\varphi} = \text{Const} \tag{8.3}$$

Зная заряд электронного луча, можно найти площадь сегмента электрона, т. е. площадь выступающей из тела нейтрона части электрона S_λ:

$$S_\lambda = \frac{q_\lambda}{j_e} = \frac{q_\lambda}{e/4\pi r_e^2} = \frac{4\pi r_e^2 \cdot q_\lambda}{e} = \text{Const}, \tag{8.4}$$

где j_e — плотность заряда электрона. Далее, из формулы для площади сегмента определяется высота вершины сегмента, т. е. истинная высота, на которую выступает электрон из тела нейтрона h_e:

$$h_e = \frac{S_\lambda}{2\pi r_e} = \frac{2r_e \cdot q_\lambda}{e} = \text{Const} \tag{8.5}$$

И, наконец, выходим на определение диаметра основания сегмента электрона, равного диаметру посылаемого им в пространство электронного луча d_λ:

$$d_\lambda = 2 \sin \alpha \cdot r_e \tag{8.6}$$

где $\alpha = 18°14'40''$ — угол, на который опирается радиус основания сегмента. Численные значения этих величин следующие:

$$q_\lambda = \frac{\pi \cdot r_e^2 \cdot \sigma_n}{-\varphi} = -3{,}9271467 \cdot 10^{-21}\ \text{Кл},$$

$$h_e = \frac{2r_e \cdot q_\lambda}{e} = 1{,}6266952 \cdot 10^{-17}\ \text{м},$$

$$d_\lambda = 2 \sin \alpha \cdot r_e = 2{,}0780429 \cdot 10^{-16}\ \text{м},$$

$$S_\lambda = q_\lambda / j_e = 3{,}3915556 \cdot 10^{-32}\ \text{м}^2,$$

Из общей поверхности нейтрона $S_n = \pi \cdot d_n^2 = 1{,}544315 \cdot 10^{-26}$ м^2 на долю трех электронных сегментов приходится $3S_{0_3} = 10{,}174666 \cdot 10^{-32}$ м^2, что составляет 0,0006588% от S_n. Таким образом, не вызывает сомнения как то, что тело нейтрона на 99,83% по массе состоит из электрино, так и то, что 99,99934% его поверхности являет собой электринное положительное поле. Три электрона же утоплены в массе электрино на 97,546% и лишь узким глазком обращены в окружающее пространство. Именно этим электронным глазкам, их отрицательному полю, обязано своим существованием электродинамическое взаимодействие реальных осцилляторов. Эти же электронные глазки обусловливают соединение нейтронов друг с другом в атомы и обеспечивают им высокую электростатическую прочность. Однако, анализ имеющихся экспериментальных данных свидетельствует в пользу того, что в атомах химических элементов помимо структурных электронов, входящих в состав нейтрона, имеются и неструктурные, обусловливающие радиоактивность элемента.

Поскольку в нейтроне градиент плотности можно считать равным нулю, то радиус его вращения и угловая скорость составят:

$$R_{cn} = R_n/\sqrt[3]{2} = 2{,}7824007 \cdot 10^{-14}\ \text{м} \tag{8.7}$$

$$\omega_n = v_c/R_{cn} = 2{,}7806786 \cdot 10^{14}\ \text{рад} \cdot \text{с}^{-1} \tag{8.8}$$

Из полученных результатов следует, что положительное поле осциллятора распространяется в пространство сферически симметрично и не может концентрироваться в одну точку. Это фоновое поле осциллятора. Тогда как отрицательное поле осциллятора дискретно, узко направлено и во много раз концентрированнее, точно — в $k = q_k/э = 1{,}977913 \cdot 10^6$ раз.

Молекула газа или жидкости — это не только гиперчастотный осциллятор, но и гиперволчок. На фоне изотропного по поверхности положительного поля, его отрицательное поле беспрерывно вращается, изменяя направление вращения при каждом акте взаимодействия, и обеспечивает высокое быстродействие всего электродинамического цикла. Положительное фоновое поле осцилляторов обусловливает постоянное отталкивание между ними, но взаимодействие полярных полей развивает силу взаимного притяжения. В целом же, гиперчастотная смена знака взаимодействующих полей формирует электронейтральную среду континуума за пределами критического расстояния r_i. И если нейтрон был определен как электронейтральная частица, и если до сих пор ни в одном эксперименте не обнаружено наличие электрического поля, того или другого знака, у молекул газов, то это только потому, что эти тела являются гиперволчками с частотой смены

знака поля, направленного в данную точку, равной круговой частоте вращения

$$\nu_i = \frac{n_\lambda \cdot \omega_i}{2\pi} = \frac{n_\lambda \cdot v_c}{2\pi \cdot R_{ci}} = \frac{n_\lambda \cdot v_c \cdot \sqrt[3]{2}}{2\pi R_i}, \text{ с}^{-1}, \tag{8.9}$$

где n_λ — число электронных полей осциллятора, обращенных в окружающее пространство, R_i — геометрический радиус осциллятора. Если же учесть еще то обстоятельство, что через любую, фиксированную в пространстве точку, мелькают электрические поля не одного осциллятора, а целого континуума, то становится понятной причина кажущейся электронейтральности осцилляторов сплошных сред.

3. **Механическая прочность нейтрона.** Очевидно, самой слабой частью нейтрона являются его внешние электрино. Положительное давление внешнего электрино, направленное к геометрическому центру нейтрона, можно определить из условия, отвечающего моменту отрыва электрино

$$P_n(\text{э}) + P_\lambda = 0, \tag{8.10}$$

где P_n(э) — положительное давление внешнего электрино или прочность нейтрона по внешнему слою электрино; P_λ — отрицательное давление, развиваемое электронным лучом второго осциллятора при достижении r_i. Напомню, что отрицательная сила электронного луча, стремящаяся вырвать электрино из тела осциллятора составит F_λ (7.6):

$$F_\lambda = \frac{q_\lambda \cdot \varphi}{r_i}, \text{ Н}$$

Эта сила на поверхности осциллятора развивает отрицательное давление на электрино, которое обратно пропорционально его сечению

$$P_\lambda = \frac{F_\lambda}{\pi \cdot r_э^2} = \frac{q_\lambda \cdot \varphi}{\pi r_э^2 \cdot r_i}, \text{ Па} \tag{8.11}$$

Обе величины, F_λ и P_λ относятся к осцилляторам однородного газа, состоящим из A_i нейтронов. Поэтому для перехода к характеристикам нейтрона эти величины необходимо отнести к A_i — атомной массе осциллятора.

$$P_n(\text{э}) = \frac{P_\lambda}{A_i} = \frac{q_\lambda \cdot \varphi}{A_i \cdot r_i \cdot \pi r_э^2} = \frac{\sigma_n}{A_i \cdot r_i} \tag{8.12}$$

Рассчитаем по этому уравнению P_n(э) по любым двум газам в нормальных условиях, например, по H_2 и N_2:

1) По водороду:

$$P_n\,(\text{э}) = \frac{8{,}4425015 \cdot 10^4}{2{,}6037968 \cdot 10^{-12} \cdot 2{,}0157999} = 1{,}6084836 \cdot 10^{16}\ \text{Па}$$

2) По азоту:

$$P_n\,(\text{э}) = \sigma\frac{\sigma_r}{1{,}8755509 \cdot 10^{-13} \cdot 18{,}013399} = 1{,}6068542 \cdot 10^{16}\ \text{Па}$$

Расхождение между этими значениями составляет 0,10131%, а в целом, по 15 газам (прилож. 1) расхождение доходит до 0,9%. Связано это с зарядовой асимметрией атомов, образующих осцилляторы реальных газов. Абсолютное внутреннее давление нейтрона, равное его механической прочности составит величину P_n:

$$P_n = \frac{3\sigma_n}{R_n} = \text{Const}, \tag{8.13}$$

где R_n — геометрический радиус нейтрона. Численное значение этой величины впечатляет:

$$P_n = 7{,}2248587 \cdot 10^{18}\ \text{Па} = 7{,}1305078 \cdot 10^{13}\ \text{атм}.$$

Вывод соотношения (8.13) дается в следующем параграфе.

Из (8.12) следует очень емкое определение критического расстояния для пары взаимодействующих частиц в широком смысле этого слова:

$$r_i = \frac{\sigma_n}{P_n\,(\text{э}) \cdot A_i}. \tag{8.14}$$

4. Электродинамика и механика единичного акта взаимодействия. Для наглядности анализ этого вопроса проведем на осцилляторах гелия в нормальном состоянии. В электродинамическом цикле единичного взаимодействия можно выделить три стадии, каждая из которых имеет свои отличительные особенности. Ввиду малости значения рассеяние осциллятора на осцилляторе опустим из рассмотрения.

1) Первая стадия. Охватывает состояние пары осцилляторов, идущих на сближение, но до достижения критического расстояния еще остается некоторое расстояние Δr. Каждый осциллятор обладает импульсом i_0, а сумма встречных импульсов составит величину

$$i = i_1 + i_2 = 2m_{\text{He}} \cdot v_{\text{He}} = 6{,}2697712 \cdot 10^{-22}\ \text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^{-1} \tag{8.15}$$

где индексами 1 и 2 обозначены первый и второй осцилляторы.

Других определяющих параметров, кроме вращения, осцилляторы не имеют.

2) Вторая стадия. Достигнуто критическое сближение. Электронный луч осциллятора-1 отрывает электрино от осциллятора-2.

а) электрино-посредник, вырванное из своего локуса (локус — локальное гнездо, образованное шестью окружающими электрино внешнего слоя) находится в поле электронного луча и мгновенно набирает скорость $u_э$, в направлении источника этого поля, т. е. в направлении осциллятора-1.

$$u_э = \mu / r_{He} = \frac{119{,}91698\ м^2 \cdot с^{-1}}{1{,}3112467 \cdot 10^{-12}} = 9{,}1452645 \cdot 10^{13}\ м \cdot с^{-1} \qquad (8.16)$$

Вектор электрино имеет тут единственное решение, ибо он определен полярностью зарядов электрино и электрона, хотя последний и находится в составе осциллятора-1. Электрино развивает импульс $i_э$:

$$i_э = m_э \cdot u_э = 6{,}8557572 \cdot 10^{-36}\ кг \cdot u_э = 6{,}2697712 \cdot 10^{-22}\ \frac{кг \cdot м}{с} \qquad (8.17)$$

Пока электрино не вышло из поля электрона оба осциллятора продолжают сближение.

б) В результате продолжающегося вращения осцилляторов электрино выходит из поля электронного луча и вступает во взаимодействие с положительным полем осциллятора-1. Это приводит к мгновенной ротации вектора электрино на π рад.

При смене осциллятором-1 отрицательного поля на положительное мгновенно сменяется сила взаимного притяжения между ним и электрино на силу взаимного отталкивания. В результате осц.-1 получает встречный импульс, равный половине импульса электрино и останавливается:

$$i_1 + \left(-\frac{i_э}{2}\right) = 0 \qquad (8.18)$$

в) В результате ротации вектора на π рад., электрино вгоняется назад, в собственный локус, и передает собственному осциллятору также встречный импульс и тоже равный $i_э/2$, что приводит к остановке поступательного движения и осцил.-2:

$$i_2 + \left(-\frac{i_э}{2}\right) = 0 \qquad (8.19)$$

Таким образом, осцил.-1 не только вызвал излучение электрино-посредника, но и загнал его в собственный локус благодаря смене полей. В этой стадии оба осциллятора, находясь на расстоянии r_{He}, продолжают вращение, поступательного движения нет.

3) Осцилляторы поменялись ролями. Теперь, в результате продолжающегося вращения, электронное поле осцил.-2, как луч про-

жектора по зданию, начинает чертить траекторию по поверхности осцил.-1 и, в момент выхода на ближайшую точку его поверхности, отрывает от него электрино.

а) Электрино мгновенно набирает уже известную нам скорость в направлении осцил.-2, вызвавшего его излучение, и развивает импульс $i_э$.

б) В результате продолжающегося вращение электронный луч осцил.-2 смещается на угол $\Delta\varphi$ и электрино выходит из его отрицательного поля и тут же попадает в положительное поле. Происходит взаимодействие положительного электрино с положительным потенциалом осцил.-2, в результате которого развивается положительная сила, сила взаимного отталкивания между набегавшим электрино и неподвижным осциллятором

$$F_2 = \frac{э \cdot \varphi}{r_{Н_с}} = \frac{4{,}1106086 \cdot 10^{-34}\,Дж}{1{,}3112467 \cdot 10^{-12}\,м} = 3{,}1348857 \cdot 10^{-22}\,Н \qquad (8.20)$$

$$F_э = m_э \cdot u_э \cdot \nu_{сд} = 6{,}2697712 \cdot 10^{-22}\,Н = 2F_2 \qquad (8.21)$$

Электрино передает половину развитой им силы $F_э$ осцил.-2, которая преобразуется в импульс i_2:

$$i_2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{F_э}{\nu_{сд}} = 3{,}1348856 \cdot 10^{-22}\,\frac{кг \cdot м}{с} \qquad (8.22)$$

Осцил.-2, получив номинальный импульс и претерпев ротацию вектора на a рад., покидает точку взаимодействия с осцил.-1.

в) Электрино при передаче своего импульса осцил.-2, само получает отрицательный импульс и вгоняется в собственный локус, передавая при этом оставшуюся половину силы $F_э$ собственному осцил.-1. Осцил.-1 также получает номинальный импульс i_1 и ротацию начального вектора на угол a и покидает точку взаимодействия с осцил.-2. На этом завершается единичный акт взаимодействия пары осцилляторов. Из изложенного с очевидностью следует, что в каждом акте взаимодействия участвуют непременно два электрино-посредника. Импульс электрино равен сумме импульсов набегающих осцилляторов, который тратится на остановку их поступательного движения. Импульс второго электрино расходуется на придание остановившимся осцилляторам начальной скорости υ_0, но уже с ротацией их векторов. Чтобы не затенять физическую суть картины взаимодействия пары осцилляторов, я не привожу баланса сил, моментов импульсов и энергий между электрино и парой осцилляторов, но поскольку баланс импульсов сохраняется абсолютно, то и баланс остальных энергетических характеристик безупречен. Чтобы убедиться в этом достаточно рассмотреть только п. а) второй стадии, при этом следует не забывать, что оба осцил-

литора характеризуются равными значениями величин. Так, баланс стадии гашения скорости набегающих друг на друга осцилляторов имеет следующее решение:

$$F_1 + F_2 = 2F_{He} = 2m_{He} \cdot v_{He} \cdot \nu_{ед} = 6{,}2697712 \cdot 10^{-22}\ \text{Н}$$

$$L_1 + L_2 = 2L_{He} = 2m_{He} \cdot v_{He} \cdot r_{He} = 8{,}2212172 \cdot 10^{-34}\ \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{с}}$$

$$\varepsilon_1 + \varepsilon_2 = 2\varepsilon_{He} = \frac{2m_{He} \cdot v_{He} \cdot u_{He}}{f_{He} \cdot \nu_{ед}} = 8{,}2212172 \cdot 10^{-34}\ \text{Дж},$$

где ε — энергия взаимодействия одного осциллятора

$$F_э = m_э \cdot u_э \cdot \nu_{ед} = 6{,}2697712 \cdot 10^{-22}\ \text{Н},$$

$$L_э = m_э \cdot u_э \cdot r_{He} = 8{,}2212172 \cdot 10^{-34}\ \text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1},$$

$$E_э = 2э \cdot \varphi = 8{,}2212172 \cdot 10^{-34}\ \text{Дж},$$

где индексом э обозначены параметры электрино. Из этих данных следует, что сила, момент импульса и энергия, развиваемые одним электрино в точности равны сумме сил, моментов импульсов и энергий пары осцилляторов. А каков баланс энергии электрино, двух его взаимодействий в одном акте?

$$\varepsilon_{э1} = э \cdot (-\varphi) = -\hbar \cdot \nu_{ед} = -4{,}1106086 \cdot 10^{-34}\ \text{Дж} \qquad (8.23)$$

$$\varepsilon_{э2} = э \cdot \varphi = \hbar \cdot \nu_{ед} = 4{,}1106086 \cdot 10^{-34}\ \text{Дж} \qquad (8.24)$$

$$\varepsilon_{э1} + \varepsilon_{э2} = 0$$

Отсюда следует, что, в результате излучения и последующего самопоглощения электрино, внутренняя энергия, энергия связи осциллятора, остается без изменения. Баланс энергии единичного взаимодействия пары осцилляторов также равен нулю:

$$E_1 = -2E = -2\hbar \cdot \nu_{ед}$$

$$E_2 = 2E = 2\hbar \cdot \nu_{ед}$$

$$E_1 + E_2 = 0,$$

где E_1 — энергия сближающихся осцилляторов, E_2 — энергия расходящихся осцилляторов. Нетрудно видеть, что возникает видимость существования перпетуум-мобиле: движение налицо, а затраты энергии на него нет и что система, состоящая из молекул газа, обладает незатухающим высокочастотным колебаниям. Од-

нако все проясняется при сопоставлении энергии единичного взаимодействия пары осцилляторов с энергией одного полного периода:

$$2\Delta E = 2h\nu_{ед} - 2\hbar\nu_{ед} = 2\hbar \cdot a \cdot \nu_{ед} - 2\hbar \cdot \nu_{ед} = 2\hbar \cdot \nu_{ед}\,(a - 1). \quad (8.26)$$

Или, переходя от пары осцилляторов к одному:

$$\Delta E = h \cdot \nu_{ед} - \hbar \cdot \nu_{ед} = \hbar \cdot \nu_{ед} \cdot (a - 1),\ \text{Дж}, \quad (8.27)$$

где $a = \sqrt[3]{4\pi/3} = 1{,}611992$ рад. и численное значение ΔE составит

$$\Delta E = \hbar \cdot \nu_{ед} \cdot 0{,}611992 = 2{,}5156595 \cdot 10^{-34}\ \text{Дж}$$

Величина ΔE, определяемая (8.26), есть энергетическая цена одного полного цикла в гиперчастотном движении осциллятора сплошных сред. ΔE свидетельствует о том, что гиперчастотное движение осцилляторов газов и жидкостей существует только за счет притока энергии в систему извне и что при прекращении притока энергии частотное движение будет затухать вплоть до полного прекращения.

5. Баланс времени единичного взаимодействия. В единичном акте взаимодействия остается нерешенной одна тонкость — степень удаленности электрино от своего локуса. Попытаемся найти точное решение этому вопросу. Период одного колебания осциллятора i-го газа в нормальных условиях определится из

$$\tau_i = \frac{2 \cdot A_{0i}}{v_{0i}} = \frac{1}{f_{0i}},\ \text{с} \quad (8.28)$$

Чтобы решить поставленную задачу, нам необходимо из общего времени τ_i вычленить продолжительность пребывания излученного электрино в поле электронного луча $\tau(h_э)$ и продолжительность паузы между излучением первого и второго электрино в единичном акте τ_λ. Обе эти величины имеют корректное решение на базе четвертого закона механики. Во-первых, нам необходимо знать линейную скорость точки экватора осциллятора $v_э$ (значения R_i и R_{ci} см. прилож. 1):

$$v_{эi} = v_c \cdot \frac{R_i}{R_{ci}} \quad (8.29)$$

Нам также необходимо знать скорость v_λ скольжения электронного луча первого осциллятора по поверхности второго на расстоянии r_{0i} между ними:

$$v_{\lambda i} = v_c \cdot \frac{r_{0i}}{R_{ci}} \quad (8.30)$$

И, наконец, следует учесть направление вращения осцилляторов и его влияние на результирующую скорость скольжения луча:

$$v_{\lambda i,\,max} = v_{\lambda i} + v_{\text{э}i} = \frac{v_c}{R_{ci}} \cdot (r_{0i} + R_i) \tag{8.31}$$

где $v_{\lambda i,\,max}$ — скорость скольжения луча при встречном вращении пары осцилляторов.

$$v_{\lambda i,\,min} = v_{\lambda i} - v_{\text{э}i} = \frac{v_c}{R_{ci}} \cdot (r_{0i} - R_i). \tag{8.32}$$

$v_{\lambda i,\,min}$ — скорость скольжения луча при параллельном вращении осцилляторов. Тут необходимо сделать акцент на два очень тонких обстоятельства в анатомии осцилляторов. Первое состоит в том, что диаметр электронного луча d_λ меньше диаметра электрино $d_\text{э}$, что исключает отрыв одним лучом более одного электрино в одном акте взаимодействия:

$$k_\lambda = \frac{d_\lambda}{d_\text{э}} = \frac{1{,}0280027 \cdot 10^{-16}\,\text{м}}{1{,}1067247 \cdot 10^{-16}\,\text{м}} = 0{,}9288693 \tag{8.33}$$

Второе заключается в том, что не следует путать электронный луч со световым лучом, ибо между ними гораздо больше различий, чем сходства. Световой луч — это организованный поток фотонов, роль которых исполняет электрино. Организующим элементом светового луча является пульсирующее электронное поле, которое служит осью луча (полное освещение вопроса — в § 13). Электронный луч, как и электринный — это зарядовый луч, который лишен свойства расходиться в пространстве, это луч электрического поля, распространяющийся в пространстве с бесконечной скоростью.

Из (8.33) следует, что отрицательное давление, развиваемое лучом на внешнее электрино, нарастает постепенно, с момента захода края поля на данное электрино и до момента полного его покрытия. В момент полного покрытия электрино лучом достигается максимальное значение отрывающей силы F_λ и происходит отрыв электрино из его локуса. Период, с момента полного покрытия и до момента выхода электрино из поля луча, составит продолжительность пребывания электрино в отрыве от своего локуса $\tau(h_\text{э})$:

$$\tau\,(h_\text{э})_{min} = \frac{d_\text{э}/2}{v_{\lambda i,\,max}} = \frac{d_\text{э}}{2v_{\lambda i,\,max}}, \tag{8.34}$$

$$\tau\,(h_\text{э})_{max} = d_\text{э}/2v_{\lambda i,\,min} \tag{8.35}$$

По гелию численное значение этих величин составляет:

$$\tau(h_э)_{min} = \frac{11{,}067247 \cdot 10^{-17}}{2 \cdot 2{,}650535 \cdot 10^{2}} = 2{,}0877383 \cdot 10^{-19}\ \text{с}$$

$$\tau(h_э)_{max} = \frac{d_i}{2 \cdot 2{,}3617962 \cdot 10^{2}} = 2{,}3429724 \cdot 10^{-19}\ \text{с}$$

Выше, при анализе баланса энергии единичного взаимодействия, мы убедились, что электрино самопоглощается осциллятором. Допустим, что в течение $\tau(h_э)_{min}$ электрино находится в свободном движении со скоростью $u_э$, тогда бы (по гелию) оно удалилось от своего локуса на расстояние $l_э$:

$$l_э\,(\text{He}) = u_э \cdot \tau(h_э)_{min} = 3{,}5469655 \cdot 10^{-5}\ \text{м}$$

Совершенно очевидно, что электрино, удалившееся на такое расстояние, никогда бы больше не вернулось назад. Возникает вопрос: почему не происходит полного отрыва электрино? Предварительный анализ показал, что при удалении электрино из своего локуса на некоторое расстояние $h_э$ наступает равновесие сил и электрино висит над своим локусом в течение $\tau(h_э)$. Для точного решения $h_э$ необходимо воспользоваться еще не рассмотренным нами соотношением, описывающим электростатическую силу между элементарными частицами:

$$F_i = \gamma \cdot \frac{2q_1 \cdot q_2}{r_i^2}\ ,\ \text{Н}, \qquad (8.36)$$

где $\gamma = 3{,}6473973 \cdot 10^{6}$ Дж·м·Кл$^{-2}$ — постоянная электростатического взаимодействия зарядов. Совершенно очевидно, что в составе нейтрона положит. заряд электрино э замкнут на такой же по модулю отрицательный заряд, т. е. на −э, поставляемый электронами. Поэтому, когда электрино приподнято над своим локусом на высоту $h_э$, то на него действует сила, направленная к центру нейтрона и противодействующая его отрыву электронным лучом. Определим эту силу:

$$F_э(h_э) = \frac{2\gamma \cdot э \cdot (-э)}{h_э^2} = -\frac{2\gamma \cdot э^2}{h_э^2} \qquad (8.37)$$

Нет сомнения в том, что зависание электрино над локусом возможно при выполнении условия баланса двух сил:

$$F_э(h_э) = F_л, \qquad (8.38)$$

где $F_л$ — отрывающая сила электронного луча. Развернув (8.38) и решая уравнение относительно $h_э$, получим:

$$h_{эi} = \sqrt{\frac{2\gamma \cdot э^2 \cdot r_{0i}}{q_л \cdot \varphi}}\ ,\ \text{м} \qquad (8.39)$$

Численное значение этой величины по атому гелия составляет

$$h_э\,(\text{He}) = \frac{37{,}449127\cdot 10^{-60}}{8{,}1304265\cdot 10^{-28}} = 2{,}1461703\cdot 10^{-16}\ \text{м} = 1{,}9392088\cdot d_э$$

Из (8.39) следует, что $h_э^2$ пропорционален только критическому расстоянию r_{0i}, ибо все остальные величины являются константами. У самого тяжелого осциллятора среди газов — ксенона, обладающего минимальным значением критического расстояния ($3{,}99\cdot 10^{-14}$ м), высота зависания электрино составляет

$$h_э\,(\text{Xe}) = 3{,}7446906\cdot 10^{-17}\ \text{м} = 0{,}3383579\cdot d_э \qquad (8.40)$$

При этом электрино-посредник во взаимодействии пары атомов ксенона, на этом участке, набирает радиальную скорость $u_r\,(\text{Xe}) = \mu/r_{0,\text{Xe}} = 3{,}00395\cdot 10^{15}\ \text{м}\cdot\text{с}^{-1}$, на семь порядков превосходящую скорость света! Отсюда следует важный вывод — движение в микромире безинерционно. Второй вывод, следующий из (8.39): электронные лучи осцилляторов работают мягко ввиду того, что не развивают достаточную силу для полного отрыва электрино.

Возвращаясь к анализу баланса времени единичного акта, определим продолжительность ожидания τ_λ. Обратимся к нейтронному газу и пусть один из взаимодействующих нейтронов после излучения и самопоглощения электрино перестал вращаться, а второй нейтрон продолжает вращение. Мы знаем, что нейтрон обладает тремя электронными глазками, равномерно распределенными по его поверхности — по экватору, с угловым расстоянием $\alpha_n = 120°$. Но экватор вращения не обязательно будет совпадать с экватором электронных глазков. Возьмем два крайних случая: а) оба экватора совпадают, б) плоскость вращения перпендикулярна плоскости электронного экватора и проходит через одного из трех электронов. Для первого случая время ожидания определится из соотношения

$$\tau_{\lambda n,\,\min} = \frac{2\pi\cdot R_n}{3}:(v_{\lambda n} \pm v_{эл}) = \frac{2\pi R_n\cdot R_{cn}}{3v_c\,(r_{0n} \pm R_n)} \qquad (8.41)$$

Если в этом случае через точку в пространстве, лежащую в плоскости экватора, за один оборот нейтрона проходит три электронных луча, то во втором случае — только один. Поэтому время ожидания в этом случае возрастает в три раза:

$$\tau_{\lambda n,\,\max} = \frac{2\pi R_n\cdot R_{cn}}{v_c\cdot(r_{0n} \pm R_n)} \qquad (8.42)$$

Переходя от нейтрона к осциллятору i-го газа, получим в общем виде

$$\tau_{\lambda_i,\,\max} = \frac{2\pi R_i \cdot R_{ci}}{v_c \cdot (r_i \pm R_i) \cdot n_{\lambda i}}, \tag{8.43}$$

где $n_{\lambda i}$ — число электронных глазков по экватору вращения i-го осциллятора. У атома гелия, имеющего четырехосную симметрию $n_\lambda = 3$ во всех случаях, а время ожидания составляет

$$\tau_{\lambda,\,\max} = 6{,}6983236 \cdot 10^{-16}\ \text{с}, \tag{8.44}$$

$$\tau_{\lambda,\,\min} = 5{,}9686349 \cdot 10^{-16}\ \text{с} \tag{8.45}$$

Таким образом, время ожидания меньше среднего времени одного полного периода осциллятора на три порядка и потому не является лимитирующим фактором скородействия гиперчастотного колебания осцилляторов. И, завершая данный параграф, кратко остановимся на физической сути постоянной $a = \sqrt[3]{4\pi/3}$, неотъемлемой части гиперчастотного колебания осцилляторов и столь же неотъемлемой части постоянной Планка $h = \hbar \cdot a$. Установлено, что постоянная a есть радианная мера среднего шага осциллятора в координатах глобулы и определяет средний угол Θ_0 обратного рассеяния осциллятора на осцилляторе, согласно соотношению:

$$\Theta_0 = \pi - \frac{a}{2} = \text{Const} \tag{8.46}$$

Численное значение $\Theta_0 = \pi - \dfrac{1{,}611992}{2} = 2{,}3355966$ рад = = 133,°81982. Из факта $a = 92°{,}360338$ следует, что за каждые четыре периода колебания осциллятор обходит полный периметр глобулы $\pi \cdot d_g$ в одном из возможных направлений. Именно это свойство, обратное рассеяние осциллятора на осцилляторе, и позволяет каждому осциллятору сохранять вокруг себя индивидуальное пространство. При условии $a \to 0$ угол расстояния $\Theta \to \pi$. Лишь при выполнении этого условия осциллятор не мог бы обладать индивидуальным пространством, а газы не имели бы глобулярной структуры и гиперчастотного колебания структурных элементов. И только в этом случае было бы к месту применение статистики к изучению газов.

§ 9. Фазовый переход высшего рода

1. Поверхностное натяжение нейтрона. Как хорошо известно, капельки тумана обладают сферической формой, а в условиях невесомости космического корабля идеальной сферичностью обладают и большие капли воды. Сферичность обусловливается повер-

ностным натяжением воды $\sigma = 0{,}072$ н/м. Еще никто не ставил перед собой задачу количественного решения того, почему мелкие капли ртути сферичны, а большие сплющены. Между тем, существует очень простое решение, основанное на универсальном принципе физических тел — принципе энергообмена локальной системы с фоновой, открытом мною при исследовании биологических систем. Он гласит: Накопление и производство энергии локальной системы пропорционально ее массе, а обмен энергией с фоновой системой пропорционален поверхности локальной системы. Из этого принципа следует, что интенсивность энергообмена всякого тела есть функция его размеров и формы тела, т. е. форма и размеры тела выступают индивидуальными свойствами тел, получающими количественную оценку. Интенсивность энергообмена тела характеризуется коэффициентом энергообмена α, который в общем случае имеет вид:

$$\alpha_i = S_i / V_i \rho_i, \text{ м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}, \tag{9.1}$$

но для тел, обладающих однородной плотностью удобнее другая форма коэффициента:

$$\alpha_i = S_i / V_i, \text{ м}^{-1} \tag{9.2}$$

Для сферического тела имеем:

$$\alpha_s = \frac{S}{V} = \frac{\pi \cdot d_i^2}{\pi \cdot d_i^3 / 6} = \frac{6}{d_i} = \frac{3}{R_i} \tag{9.3}$$

Из (9.3) следует, что коэф. энергообмена тел обратно пропорционален радиусу и при условии $R \to 0$ неограниченно возрастает. Давление в капле воды, создаваемое поверхностным натяжением, определится из

$$P_i = \alpha_s \cdot \sigma_i = \frac{3\sigma_i}{R_i}, \text{ Па} \tag{9.4}$$

Форма капли воды в гравитационном поле Земли зависит от соотношения двух напряжений. Первое — это напряжение поверхностного натяжения, второе — напряжение гравитационного поля. Предел прочности капли на несмачивающейся поверхности определится условием

$$P(g) + P(\sigma) = 0, \tag{9.5}$$

развернув которое, получим:

$$\rho_i \cdot g = \frac{3\sigma_i}{R_i} \tag{9.6}$$

решая которое относительно R_l, получим значение предельно большой капли воды:

$$R_{max} = 3\sigma/\rho \cdot g = 0{,}022 \text{ м} \tag{9.7}$$

Сферичности же капли отвечает условие

$$\frac{3\sigma_l}{R_l} >> \rho_l g \tag{9.8}$$

Переходя от капли к нейтрону, напомню, что нейтрон состоит из $n_э$ электрино и n_e электронов, стянутых в единую электростатическую систему взаимодействием положительного ($4{,}8065676 \cdot 10^{-19}$ Кл) и отрицательного ($-4{,}8065676 \cdot 10^{-19}$ Кл) зарядов. Из такой структуры неотразимо следует, во-первых, что нейтрон должен обладать высоким поверхностным натяжением, и, во-вторых, он непременно должен иметь сферическую форму. Отправляясь от этих положений, можно определить поверхностное натяжение нейтрона σ_n как аналитически, так и количественно. Проще всего начать с определения прочности нейтрона P_n:

$$P_n = \alpha_n \cdot \sigma_n = 3\sigma_n/R_n = \frac{\sigma_n \cdot S_n}{V_n} \tag{9.9}$$

Из (9.9) следует определение энергии связи одной структурной частицы нейтрона ε_n:

$$\varepsilon_n = P_n \cdot V_n = \sigma_n \cdot S_n = \text{Const} \tag{9.10}$$

Из (9.10), выражая поверхность нейтрона s_n через его радиус R_n, получим

$$\varepsilon_n = 4\pi R_n^2 \cdot \sigma_n, \text{ Дж} \tag{9.11}$$

Для того, чтобы от энергии связи одной частицы перейти к энергии связи всего нейтрона E_n в (9.10) следует объем нейтрона наполнить содержимым, которым являются $n_э$ электрино

$$E_n(n_э) = \varepsilon_n \cdot n_э = P_n \cdot V_n \cdot n_э = 4\pi R_n^2 \cdot \sigma_n \cdot n_э \tag{9.12}$$

Поскольку (9.12) содержит два неизвестных, то для решения из него σ_n необходимо сначала определить независимым путем энергию связи нейтрона E_n. Принципиально за эту величину можно принять экспериментальное значение выхода энергии, в расчете на один нуклон, при взрывах термоядерных бомб. Но учитывая недостаточную точность этих измерений, от этого лучше воздержаться. Решению задачи помогли результаты, полученные мною при исследовании процессов в плазме газовой горелки в 1984 г. Тогда удалось однозначно установить, что высвобождение энергии осуществляется

элементарными, ультрагиперчастотными осцилляторами, в роли которых выступают свободные электроны. Они отрывают электрино от атомов кислорода и формируют из них фотоны, организованные в излучение голубой и фиолетовой части спектра. При этом каждый электрон существует в плазме, в качестве элементарного генератора света, не более 10^{-8} с, а каждая молекула кислорода взаимодействует с генератором в течение $3 \cdot 10^{-12}$ с и отдает в среднем 260 своих электрино. Т. е. в основе выделения энергии за счет химического окисления топлива до H_2O и CO_2 лежит частичное расщепление нейтрона в атоме кислорода! Иначе говоря, тепло огня — это энергия связи нейтрона! А теперь представим себе, что нам удалось создать условия для полного расщепления нейтрона, т. е. $n_э$ электрино были постепенно оторваны от нейтрона и переизлучены в фотоны и высвободились три его структурных электрона. При этом вспомним, что фотоны в луче движутся по траекториям второго порядка. Тогда высвободившаяся фотонная энергия опишется из соотношения

$$E_n(n_э) = \sqrt{\hbar \cdot n_э \cdot \nu_{сд} \cdot \varepsilon_{сд}}, \text{ Дж}, \tag{9.13}$$

где $E_n(n_э)$ — кинетическая энергия $n_э$ фотонов, $\varepsilon_{сд} = 1$ Дж — корректирующий множитель, не влияющий на модуль. Поскольку в этом уравнении все величины известны, нам только остается определить численное значение $E_n(n_э)$.

$$E_n(n_э) = \sqrt{4{,}1106086 \cdot 10^{-34} \cdot 2{,}4181989 \cdot 10^{8} \cdot 1\ \text{с}^{-1} \cdot 1\ \text{Дж}} =$$

$$= 3{,}1528191 \cdot 10^{-13}\ \text{Дж} \tag{9.14}$$

Теперь из (9.12) находим σ_n:

$$\sigma_n = \frac{E_n(n_э)}{4\pi \cdot R_n \cdot n_э} = \frac{E_n(n_э)}{3{,}7344608 \cdot 10^{-18}} = 8{,}4425015 \cdot 10^{4}\ \text{Н} \cdot \text{м}^{-1} \tag{9.15}$$

В (9.12) и (9.13) учтена только энергия связи электрино, полная же энергия связи нейтрона включает вклад и трех электронов:

$$K_n = \sqrt{\hbar \cdot \nu_{сд} \cdot n_э \cdot n_e \cdot \varepsilon_{сд}} = 5{,}4608428 \cdot 10^{-13}\ \text{Дж}, \tag{9.16}$$

$$E_n = 4\pi R_n^2 \cdot \sigma_n \cdot n_э \cdot \sqrt{n_e} = 5{,}4608428 \cdot 10^{-13}\ \text{Дж}, \tag{9.17}$$

$$\mathcal{P} = 4\pi R_n^2 \cdot \sigma_n = 1{,}3037881 \cdot 10^{-21}\ \text{Дж}, \tag{9.18}$$

где K_n — полная кинетическая энергия, высвобождающаяся в результате расщепления нейтрона; E_n — полная электростатическая энергия связи нейтрона. Примечательно, что в (9.17) число электронов входит под квадратным корнем, отражая этим приповерхностное расположение электронов в теле нейтрона. Все три величины (9.16), (9.17) и (9.18) являются фундаментальными константами,

двум из которых предлагаю присвоить названия: К — постоянная Курчатова, в честь И. В. Курчатова; $\mathcal{P}$ — постоянная Резерфорда, в честь Э. Резерфорда. Эта постоянная выражает энергию связи одного электрино в составе нейтрона.

2. Электростатические потенциалы нейтрона и энергия связи. Открытие энергии связи нейтрона ведет к установлению целого ряда величин, важных для познания самых глубинных истин в соотношении пространство — масса — энергия. Первая из этих величин — это удельная потенциальная энергия вещества C_m:

$$C_m = \frac{E_n}{m_n} = E_n \cdot \frac{1}{m_n} = E_n \cdot N_A = \text{Const} \tag{9.19}$$

$$C_m = 5{,}4608428 \cdot 10^{-13} \cdot 6{,}0220285 \cdot 10^{26} = 3{,}2885351 \cdot 10^{-14}\ \text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$$

Вторая величина — это объемная концентрация энергии в нейтроне $E_n(V_n)$, представляющая предельное значение в природе:

$$E_n(V) = \frac{E_n}{V_n} = \frac{6 \cdot E_n}{\pi \cdot d_n^3} = \text{Const} \tag{9.20}$$

$$E_n(V) = 5{,}4608428 \cdot 10^{-13} / 1{,}8045863 \cdot 10^{-40}\ \text{м}^3 =$$
$$= 3{,}0260912 \cdot 10^{27}\ \text{Дж} \cdot \text{м}^3$$

Третья величина — электростатический потенциал нейтрона φ_n:

$$\varphi_n = \frac{E_n}{Z_n} = \frac{E_n}{n_э \cdot э + n_e \cdot e} = \frac{E_n}{9{,}6131352 \cdot 10^{-19}\ \text{Кл}} =$$

$$= 5{,}6806054 \cdot 10^5\ \text{В} = \text{Const} \tag{9.21}$$

Четвертая — электростатический потенциал электрино $\varphi_э$:

$$\varphi_э = \frac{\mathcal{P}}{э} = \frac{13{,}037881 \cdot 10^{-22}\ \text{Дж}}{1{,}9876643 \cdot 10^{-27}\ \text{Кл}} = 6{,}5593978 \cdot 10^5\ \text{В} = \text{Const} \tag{9.22}$$

Пятая — электростатический потенциал электрона в составе нейтрона φ_e:

$$\varphi_e = \frac{E_n - E_n(n_э)}{n_e \cdot e} = \frac{7{,}6934123 \cdot 10^{-14}\ \text{Дж}}{-1{,}6021892 \cdot 10^{-19}\ \text{Кл}} =$$

$$= -4{,}8018126 \cdot 10^5\ \text{В} = \text{Const} \tag{9.23}$$

Установление $\varphi_э$ и φ_e позволяет выразить постоянную Курчатова, т. е. кинетическую энергию, высвобождающуюся при полном расщеплении нейтрона на три свободных электрона и $n_э$ фотона, через электростатические потенциалы:

$$К = \varphi_э \cdot э \cdot n_э + \varphi_e \cdot e \cdot n_e = \text{Const} \tag{9.24}$$

Из этого соотношения неотвратимо следует, что в основе кинетической энергии лежит электростатическая энергия нейтрона. Становится совершенно неоспоримым вывод, что кинетическая энергия — это электродинамическое взаимодействие двух истинно элементарных частиц, электрона и электрино, а потенциальная энергия — это энергия их электрического покоя. Также неоспорим вывод, что в природе не существует другого первоисточника кинетической энергии, кроме электростатической энергии нейтрона, а процесс, в результате которого высвобождается эта энергия, не был нам известен ранее. Этот процесс я предлагаю называть фазовым переходом высшего рода, аналитическим выражением которого является соотношение

$$\varphi_э \cdot э \cdot n_э + \varphi_e \cdot e \cdot n_e - \sqrt{\hbar \cdot \nu_{сд} \cdot n_э \cdot n_e \cdot \varepsilon_{сд}} = 0 \qquad (9.25)$$

3. Фазовый переход высшего рода и атомная энергетика. Первая встреча физиков с проявлением фазового перехода высшего рода (ФПВР) состоялась в 1896 г., когда А. А. Беккерель открыл естественную радиоактивность урана. При исследовании этого явления было установлено, что в его основе лежит распад атомов в глубине вещества, сопровождающийся выбросом α-частиц, свободных электронов и γ-излучением. Исследователей поразило обилие выделяющейся при этом энергии, что и стало причиной пристального внимания физиков к этому явлению. И тем не менее физическая суть радиоактивности в рамках ядерной физики и по сей день остается нераскрытой. Главное заблуждение формальной теории состоит в том, что она исходит из положения будто существует ядро атома, состоящее из нейтронов и протонов, вокруг которого обращается рой электронов. Следствием этой догмы является целая система ошибочных взглядов на весьма кардинальные вопросы, от которых зависит успех или неудача в освоении атомной энергии для нужд человечества. Рассмотрим одну из таких ошибок, которая кроется в понятии «дефект массы ядра», ибо с ним связано как качественная, так и количественная стороны высвобождения энергии в формальной теории. Во-первых, необходимо подчеркнуть принципиальное расхождение между формальной ядерной физикой и единой теорией в вопросе об энергии связи атома. Выше мы вывели энергию связи нейтрона E_n, ниже мы убедимся в том, что она точнее экспериментального значения выхода термоядерной энергии в расчете на один нуклон. Зная энергию связи элементарного атома E_n, не представляет труда знать энергию связи i-го атома периодической системы Менделеева:

$$\varepsilon_i = A_i \cdot E_n, \qquad (9.26)$$

где A_i — атомный вес i-го атома, ε_i — энергия связи этого атома, которая может высвободиться в качестве кинетической энергии.

При этом в ε_i не входит и не может входить энергия соединения A_i нуклонов в один атом, ибо выход кинетической энергии атома при фазовом переходе высшего рода инвариантен к ней. В рамках единой теории нет химического элемента, включая и инертные газы, неспособного к фазовому переходу высшего рода, а энергия связи — это электростатическая энергия электрино и электронов, из которых состоит атом. Кроме того, нуклоны, образующие атом, соединены между собой контактно, т. е. они все прижаты друг к другу в виде ягоды и абсолютно неподвижны друг относительно друга. И существует только одна, единственная сила, удерживающая их вместе — это электростатическая сила между полярными полями нуклонов. Никаких иных, так называемых ядерных сил, не существует и существовать не может. Из этого, правда, вовсе не следует, что при приложении достаточного внешнего напряжения, превышающего прочность атома (например, при столкновении атомов встречных пучков), атом не расколется на части. Не составляет особого труда вывести уравнение прочности i-го атома. Сила, развиваемая при контактном взаимодействии одного электронного глазка нейтрона с положительным полем второго составит величину F_n:

$$F_n = \gamma \cdot \frac{q_\lambda \cdot э}{(R_n + R_e)^2}, \text{ Н}, \tag{9.27}$$

где R_e и R_n — радиусы электрона и нейтрона. Очевидно, если нуклон занимает центральное место в атоме, имея координационное число К = 12, то сила его соединения в атоме будет максимальной и составит

$$F_n(\text{К}) = \gamma \cdot \frac{\text{К} \cdot q_\lambda \cdot э}{(R_n + R_e)^2}. \tag{9.28}$$

Минимальной силой будет соединен внешний нуклон атома, у которого одно из трех электронных полей обращено во внешнее пространство, а два — внутрь атома. У такого нуклона работают минимум два поля. Вот эту величину и можно принять определяющей минимальную прочность соединения между нуклонами в любом атоме:

$$F_a = F_{n,\min} = \gamma \cdot \frac{2 \cdot q_\lambda \cdot э}{(R_n + R_e)^2} = \text{Const} \tag{9.29}$$

Теперь, чтобы от силы перейти к напряжению достаточно F_a отнести к сечению электронного луча S_{oc}, равного площади основания сегмента электрона (8.6)

$$P_a = \frac{F_a}{S_{oc}} = \frac{F_a}{\pi \cdot d_\lambda^2/4} = \frac{8\gamma \cdot q_\lambda \cdot э}{\pi \cdot d_\lambda^2 \cdot (R_n + R_e)^2} = \text{Const} \tag{9.30}$$

где $\gamma = 3{,}6473973 \cdot 10^{6}$ Дж·м·Кл$^{-2}$ — постоянная электростатического взаимодействия зарядов. Определим численное значение прочности атома P_a:

$$P_a = \frac{8 \cdot \gamma \cdot (-3{,}9314272 \cdot 10^{-21}) \cdot 1{,}9876643 \cdot 10^{-27}}{3{,}320002 \cdot 10^{-32} \cdot 1{,}2523021 \cdot 10^{-27}} =$$

$$= \frac{-22{,}801652 \cdot 10^{-41}}{4{,}1576454 \cdot 10^{-59}} = -5{,}4842704 \cdot 10^{18} \text{ Па} \qquad (9.31)$$

Сравнивая полученный результат с прочностью внешнего электрино в нейтроне $P_n(э) = 1{,}608 \cdot 10^{16}$ Па (3.12), и внутреннего — $P_n = 7{,}224 \cdot 10^{18}$ Па (8.13), мы приходим к выводам:

а) прочность соединения внешнего нуклона в любом атоме выше прочности внешнего электрино в нейтроне;

б) прочность атома есть величина инвариантная и не зависит от числа нуклонов в нем.

Если бы не соблюдалось условие по п. а), то осцилляторы газов в результате гиперчастотного взаимодействия распадались бы на нуклоны, ибо внешний нейтрон осциллятора отрывался бы легче, чем его внешнее электрино. Остается вывести уравнение механической энергии соединения внешнего нейтрона в составе атома ε_a:

$$\varepsilon_a = F_a \cdot (R_n + R_e) = \frac{2\gamma \cdot q_\lambda \cdot э}{(R_n + R_e)} = \text{Const} \qquad (9.32)$$

$$\varepsilon_a = \frac{-5{,}7004131 \cdot 10^{-47}}{3{,}538788 \cdot 10^{-14} \text{ м}} = -1{,}6108376 \cdot 10^{-33} \text{ Дж}$$

И, наконец, полная механическая энергия соединения нуклонов в атоме составит ε_{al}:

$$\varepsilon_{al} = A_i \cdot \varepsilon_a = \frac{2A_i \cdot \gamma \cdot q_\lambda \cdot э}{(R_n + R_e)}, \text{ Дж}, \qquad (9.33)$$

где A_i — атомный вес i-го элемента. Как же соотносятся в атоме его потенциальная энергия и механическая энергия соединения нуклонов в атом? Исследуем вопрос на уране-238, энергия связи которого составит

$$\varepsilon_U = A_U \cdot E_n = 238 \cdot E_n = 1{,}2996805 \cdot 10^{-10} \text{ Дж} \qquad (9.34)$$

Механическая же энергия составит

$$\varepsilon_{aU} = A_U \cdot \varepsilon_a = 238 \cdot \varepsilon_a = 3{,}8337934 \cdot 10^{-31} \text{ Дж} \qquad (9.35)$$

$$k_a = \frac{\varepsilon_i}{\varepsilon_{ai}} = \frac{A_i \cdot E_n}{A_i \cdot \varepsilon_a} = \frac{E_n}{\varepsilon_a} = \text{Const} \qquad (9.36)$$

Численное значение коэф. k_a составляет:

$$k_a = \frac{5{,}4608428 \cdot 10^{-13}}{1{,}6108376 \cdot 10^{-33}} = 3{,}3900641 \cdot 10^{20}$$

Отсюда совершенно очевидно, что механическая энергия соединения нуклонов в атоме есть величина пренебрежимо малая по сравнению с электростатической энергией связи элементарных частиц в нейтроне.

А теперь, учитывая вышеизложенное, вернемся к понятию дефекта массы атома. Чтобы быть кратким, я приведу пару выдержек из монографии известных американских ученых Г. Фрауэнфельдера и Э. Хенли [10], выражающих общепринятую в формальной теории точку зрения: «...полная масса ядра, состоящая из Z протонов и N нейтронов, будет немного меньше суммы масс всех его составляющих нуклонов, так как имеется энергия связи B, которая удерживает нуклоны в ядре. Для связанных состояний энергия связи B положительна и равна той энергии, которую надо затратить, чтобы разделить ядро на отдельные нейтроны и протоны. Она дается формулой

$$B = [Z \cdot m_p + N \cdot m_n - m_a(Z, n)] \cdot c^2, \qquad (9.37)$$

где $m_a(Z, N)$ — масса ядра, имеющего Z протонов и N нейтронов. Обычно в научной литературе используют не массы ядер, а массы атомов. И далее приводится определение: «Разность между энергией покоя атома $m_a(Z, N) \cdot c^2$ и произведением числа нуклонов A на атомную единицу массы a называется дефектом массы:

$$\Delta = m_a(Z, N) \cdot c^2 - A \cdot a. \qquad (9.38)$$

В шестом издании «Справочника по физике» [11] дается: «Дефектом массы называется разность между массой атома, измеренной в а. е. м., и массовым числом: $\Delta = M - A$». В рамках единой теории физики все приведенное о дефекте массы — не более чем галиматья. Тут у читателя должен возникнуть вопрос. Имеет ли данное понятие физическое содержание или оно фиктивно? Можно уверенно ответить — да! Но оно принципиально отличается от принятого в формальной теории содержания. Рассмотрим два процесса, сопровождающихся выделением энергии. Первый из них (на него я уже ссылался выше, подробный анализ — в § 14) — это горение метана в кислороде, согласно реакции

$$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O + Q, \qquad (9.39)$$

где Q — количество выделившейся энергии при полном окислении одной молекулы метана. Так принято записывать реакцию в химической термодинамике. Но если быть строгим, то ставить знак

равенства между левой и правой частями реакции нельзя. Правильная запись имеет вид

$$CH_4 + 2O_2 = CO_2' + 2H_2O' + \Delta m, \tag{9.40}$$

где O_2 — молекула кислорода до вступления в процесс горения, O_2' — та же молекула после выхода из процесса, Δm — дефект массы двух молекул кислорода, для которого можно записать два соотношения (с учетом того, что каждая молекула O_2 в процессе горения излучает 260 электрино, переизлучаемых в фотоны):

$$\Delta m = 2 \cdot 260 \cdot m_э = 3{,}5649936 \cdot 10^{-33} \text{ кг}, \tag{9.41}$$

$$\Delta m = \frac{Q}{\mathcal{P}} \cdot m_э = 3{,}5649936 \cdot 10^{-33} \text{ кг}, \tag{9.42}$$

где Q — выделившаяся энергия при окислении одной молекулы CH_4, $\mathcal{P}$ — постоянная Резерфорда, $m_э$ — масса фотона. И третье соотношение, также выражающее дефект массы четырех атомов кислорода:

$$\Delta m = 2m_{O_2} - 2m_{O_2'} = 2\,(m_{O_2} - m_{O_2'}), \tag{9.43}$$

$$\Delta m\,(0) = \frac{\Delta m}{4} = 8{,}912484 \cdot 10^{-34} \text{ кг}, \tag{9.44}$$

где $\Delta m(0)$ — дефект массы на один атом кислорода. Таким образом, дефект массы атома кислорода — это дефицит 130 электрино в его составе, которыми он расплатился за участие в процессе горения. Атомы кислорода после выхода из процесса не только уменьшились в массе, но в них изменилось соотношение зарядов, ибо излученные электрино унесли положительный заряд $\Delta q = 130 \cdot э$.

Рассмотрим второй процесс — взрыв атомной бомбы на уране-235. Из обобщения многочисленных испытаний определено, что выход энергии на один атом урана составляет $\varepsilon_U' = 187$ МэВ = $= 2{,}9960938 \cdot 10^{-11}$ Дж. Зная эту величину нетрудно составить баланс энергии и массы по атому урана:

$$n_n\,(U) = \frac{\varepsilon_U'}{K} = \frac{2{,}9960938 \cdot 10^{-11}}{5{,}4608428 \cdot 10^{-13}} = 54{,}865043 \text{ нейтрона}, \tag{9.45}$$

$$\Delta m_U = n_n\,(U) \cdot m_n = 9{,}1107244 \cdot 10^{-26} \text{ кг}, \tag{9.46}$$

$$\Delta m_U = m_U - m_U' = A_U \cdot m_n - [A_U - n_n\,(U)] \cdot m_n \tag{9.47}$$

$$n_f = n_n\,(U) \cdot n_э = 1{,}3267458 \cdot 10^{10} \text{ фотона}, \tag{9.48}$$

$$\Delta m\,(n_f) = n_f \cdot m_э = 9{,}095847 \cdot 10^{-26} \text{ кг}, \tag{9.49}$$

$$\Delta n_e = n_n(U) \cdot n_e = 164{,}59512 \text{ электрона}, \tag{9.50}$$

$$\Delta m(\Delta n_e) = \Delta n_e \cdot m_e = 1{,}4876908 \cdot 10^{-28} \text{ кг}, \tag{9.51}$$

$$\Delta m_U = \Delta m(n_f) + \Delta m(\Delta n_e) = 9{,}1107239 \cdot 10^{-26} \text{ кг}, \tag{9.52}$$

$$\Delta \varepsilon_f = n_f \cdot \mathcal{P} = 1{,}7297953 \cdot 10^{-11} \text{ Дж},$$

$$\Delta \varepsilon_e = \Delta n_e \cdot \varepsilon_e(n)/3 = \Delta n_e \cdot \frac{2{,}3080239 \cdot 10^{-13}}{3} =$$

$$= 1{,}2662982 \cdot 10^{-11} \text{ Дж} \tag{9.53}$$

$$\varepsilon_U' = \Delta \varepsilon_f + \Delta \varepsilon_e = 2{,}9960935 \cdot 10^{-11} \text{ Дж}, \tag{9.54}$$

$$\text{КПД} = \varepsilon_U' \cdot 100/\varepsilon_U = n_n(U) \cdot 100/A_U = 23{,}346826\% \tag{9.55}$$

где $n_n(U)$ — число нейтронов, претерпевших фазовый переход высшего рода; Δm_U — дефект массы атома урана; n_f — число генерированных фотонов; Δn_e — число высвобожденных электронов в процессе ФПВР; Δm_f — масса генерированного излучения; $\Delta m(\Delta n_e)$ — масса высвобожденных электронов; $\Delta \varepsilon_f$ — суммарная энергия излучения: $\Delta \varepsilon_e$ — суммарная энергия высвобожденных электронов, $\mathcal{P}$ — постоянная Резерфорда; $\varepsilon_e(n)$ — энергия связи трех электронов в составе нейтрона; n_ν и n_e — число электрино и электронов в нейтроне.

Я надеюсь, приведенный анализ двух энергетических процессов убедил читателя в том, что дефект массы атома неразрывно связан с фазовым переходом высшего рода и по своей физической сути представляет долю массы атома, претерпевшую ФПВР. Понятие дефекта массы для атомов периодической системы Менделеева до вступления их в процесс ФПВР не имеет физического смысла, ибо в рамках единой теории каждый элемент обладает способностью к полному ФПВР, при создании для этого соответствующего условия. Другими словами, дефект массы атома характеризует степень полноты фазового перехода высшего рода i-го элемента в конкретных термодинамических условиях и во много раз углубляет наши представления о способах высвобождения потенциальной энергии атома. Так, первая атомная электростанция, пущенная в г. Обнинске, характеризуется следующими энергетическими параметрами:

Мощность, $W = 5 \cdot 10^6$ Вт,

Расход урана — 235, $\Delta m = 3 \cdot 10^{-2}$ кг/сутки,

КПД = 15—17%.

Рассчитаем КПД этой станции с учетом всей потенциальной энергии урана, вытекающей из $C_m = K \cdot N_A = 3{,}288535 \cdot 10^{14}$ $\frac{Дж}{кг}$

$E_d = W \cdot 8{,}64 \cdot 10^4$ с $= 4{,}32 \cdot 10^{11}$ Дж — суточная энергия станции

$C_s = \frac{E_d}{\Delta m} = 1{,}44 \cdot 10^{13}$ Дж $\cdot$ кг$^{-1}$ — достигнутое извлечение энергии из урана на станции

$$КПД = \frac{C_s}{C_m} \cdot 100 = 4{,}378849\%. \tag{9.56}$$

По атомному ледоколу «Ленин», построенному в 1959 г.:

$$КПД = \frac{W \cdot 8{,}64 \cdot 10^4}{\Delta m \cdot C_m} \cdot 100 = 4{,}2036953\%, \tag{9.57}$$

где $W = 3{,}24 \cdot 10^7$ Вт; $\Delta m = 0{,}2$ кг/сутки

Принято, что энергетические блоки современных атомных электростанций работают с КПД = 28—42%. Но истинное значение их меньше в

$$n = \frac{\varepsilon_U}{\varepsilon_U'} = \frac{m_U}{\Delta m_U} = \frac{^{235}A_U}{n_n(U)} = 4{,}2832373 \tag{9.58}$$

раз и лежит в интервале 6,537—9,806%. Почему это так? Потому что в формальной ядерной физике, исходя из ложного представления о дефекте массы, за полную энергию атома урана принимают ε_v', составляющую менее 24% от энергии связи (9.55) атома. Таким образом, современная атомная энергетика еще далека от технического совершенства и, по-видимому, у нее имеются значительные резервы на пути повышения КПД реакторов.

4. ФПВР, теория и эксперимент. Итак, открыто чрезвычайно важное, ранее неизвестное явление — фазовый переход высшего рода, из которого следует истинное соотношение между массой вещества и заключенной в ней потенциальной энергией:

$$C_m = \frac{E_n}{m_n} = \frac{K}{m_n} = \frac{\sqrt{\hbar \cdot v_{ед} \cdot n_э \cdot n_e \cdot \varepsilon_{ед}}}{m_n} = \frac{\varphi_э \cdot э \cdot n_э \cdot \varphi_e \cdot e \cdot n_e}{m_n}, \ \frac{Дж}{кг} \tag{9.59}$$

Поскольку критерием верности всякого нового положения в теории служит эксперимент, то необходимо (9.59) подвергнуть сравнительному анализу как с результатами испытаний термоядерных бомб, так и со старым, весьма знаменитым соотношением А. Эйнштейна от 1905 г.

$$E = m \cdot c^2, \tag{9.60}$$

которое до сих пор всех устраивало. Первое различие, которое бросается в глаза при сравнении двух соотношений — это скорость света и нечастотная форма энергии в формуле Эйнштейна (9.60), тогда как в (9.59) скорость света не входит, а кинетическая энергия (постоянная Курчатова К) имеет частотную структуру. Эйнштейновской формулой принципиально нельзя выразить энергию связи, ибо в нее входит динамический параметр c^2 и, при попытке получить условие $c \to 0$, E также обращается в нуль, хотя $m = \text{Const}$. Конечно, при этом не следует забывать, что Эйнштейн исходил из мысленного опыта с гармоническим осциллятором, излучающим свет. К этому соотношению он пришел из почти верного допущения, что если осциллятор излучает фотон, то его энергия уменьшается на величину mc^2. В сущности этой формулой Эйнштейн пытался решить две задачи: механически описать энергию фотона и установить связь между массой и потенциальной энергией осциллятора. Насколько это ему удалось можно увидеть из следующих расчетов, но прежде я хочу сделать акцент на вопиющее противоречие между Эйнштейном в $E = mc^2$ и Эйнштейном в

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} \tag{9.61}$$

Суть противоречия состоит в том, что в (9.60) масса фотона есть конечная величина, ибо при $m = 0$ также и $E = 0$. Но в том же 1905 г. Эйнштейн принимает (9.61) в качестве принципа относительности и создает специальную теорию относительности (СТО), которая является основой всей формальной теории физики. В СТО фотон, продолжая с той же скоростью с поступать на Землю от Солнца и звезд, перестает вдруг иметь конечную массу. Теперь ему это уже не позволительно, ибо он, обладающий скоростью с, согласно (9.61), обязан иметь нулевую массу. При этом ни сам Эйнштейн, ни многочисленные его последователи не отдают себе ни малейшего отчета в том, каким образом поток частиц несет неослабеваемую энергию от Солнца до Земли, если сами не обладают массой. Выше, при исследовании электродинамики единичного акта взаимодействия пары осцилляторов, мы видели, что без всякой натяжки электрино-посредник работает на скорости $9{,}146 \cdot 10^{13}$ м·с$^{-1}$, а в § 22, опять-таки без малейшей натяжки, мы получим скорость нейтрино $v_\nu = 1{,}718 \cdot 10^{30}$ м·с$^{-1}$. Таким образом, единая теория с уверенностью говорит, что реальный физический мир абсолютно индифферентен к такому математическому опусу как (9.61). А теперь перейдем к обещанным несложным расчетам. Замечу, что никто из (9.60) не пытался вывести массу фотона, хотя к этому была совершенно очевидная предпосылка как у Эйнштейна, так и других физиков, ибо (до-

пуская $E = mc^2$ корректным) можно было тогда записать, с учетом формулы Планка:

$$mc^2 = h\nu = \frac{h \cdot c}{\lambda}. \tag{9.62}$$

Откуда с очевидностью следовало бы, что произведение скорости света на длину его волны в монохроматическом луче есть величина постоянная и имеет размерность секториальной скорости:

$$h = m \cdot c_i \cdot \lambda_i = \text{Const}, \tag{9.63}$$

но для этого надо было допустить $m = \text{const}$, $c_i = f(\nu)$, что противоречило основному принципу СТО. Введя в (9.63) значения фиолетового луча, получим массу фотона:

$$m = \frac{h}{c_f \cdot \lambda_f} = \frac{6{,}626268 \cdot 10^{-34}}{1{,}1991698 \cdot 10^{2}} = 5{,}5257128 \cdot 10^{-36} \text{ кг},$$

что очень близко к истинному значению $m_э$. Этот путь к массе фотона был особенно реальным до 1905 г., до опубликования статьи Эйнштейна «К электродинамике движущихся сред», в которой и обосновывается СТО. В § 13 мы получим корректный результат механической энергии фотона следующего вида

$$\varepsilon_i = m_э \cdot c_i \cdot u_i, \tag{9.64}$$

где c_i — шаговая скорость фотона вдоль оси луча, u_i — его орбитальная скорость. Там же мы получим, что

$$u_i = 2c_i. \tag{9.65}$$

учитывая которое (9.64), можно переписать в виде

$$\varepsilon_i = m_э \cdot c_i \cdot u_i = m_э \cdot c_i \cdot 2c_i = 2m_э \cdot c_i^2 = \frac{m_э \cdot u_i^2}{2}. \tag{9.66}$$

Из этого соотношения с очевидностью следует, что механическая энергия фотона, несмотря на постоянство его массы, является функцией скорости, тогда как по формуле Эйнштейна она должна быть постоянной? Но справедливость требует сказать, что Эйнштейн в этой формуле (9.60) был близок к истине, а (9.61) увела его от нее.

А сейчас рассмотрим формулу (9.60) в плане потенциальной энергии вещества, лучше всего это сделать относительно нейтрона:

$$E_n' = m_n \cdot c^2 = m_n \cdot \left(2{,}9979246 \cdot 10^{8} \ \frac{\text{м}}{\text{с}}\right)^2 =$$

$$= 1{,}4924459 \cdot 10^{-10} \text{ Дж} \tag{9.67}$$

Это значение много больше полученного нами для энергии нейтрона

$E_л = 5{,}4608428 \cdot 10^{-13}$ Дж. И, наконец, обратимся к результатам испытаний водородных бомб, которые дали выход энергии в расчете на один нуклон термоядерного горючего $E_{экс}$:

$$E_{экс} = \frac{17{,}6 \cdot 10^6 \text{ эВ}}{5} = 3{,}52 \cdot 10^6 \text{ эВ} = 5{,}6397059 \cdot 10^{-13} \text{ Дж} \qquad (9.68)$$

Эта величина больше постоянной Курчатова К, полной кинетической энергии нейтрона, на 3,27537%, что не выходит за рамки погрешности измерений. И тем не менее это расхождение принципиально и потому требует обоснования. Конечно, проще всего отнести его на трудности и сложности измерений, но это маловероятно, ибо испытаний было много, проводились они тщательно. Есть только одна причина в этой несходимости. Она состоит в том, что никто из исследователей не включает в состав термоядерного горючего массу химического взрывчатого вещества, полагая, что вся ее роль сводится к воссоединению субкритических частей ядерного заряда. В действительности же вся масса ВВ подвергается полному ФПВР и приводит к завышению выхода энергии. Я не располагаю количественными данными о начинке термоядерной бомбы, но исходя из расхождения $E_{экс}$ с постоянной Курчатова могу утверждать, что масса ВВ с частями ядерного заряда, вторично вовлеченными в процесс ФПВР вместе с термоядерным горючим, составляют 3,275% от массы последнего. Этим я хочу сказать, что постоянная Курчатова выражает абсолютный выход кинетической энергии при полном фазовом переходе высшего рода одного нейтрона, тогда как $E_{экс}$ есть его приближенное значение. Таким образом, данные по испытаниям водородных бомб полностью согласуются с теоретическими результатами единой теории, тогда как расхождение формулы Эйнштейна с экспериментом равно

$$\Delta E = E_л' - E_{экс} = 1486{,}7742 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}, \qquad (9.69)$$

что составляет 26213,677%!

5. Природа радиоактивности. В начале этого параграфа мы отметили, что суть радиоактивности до сих пор остается нераскрытой. Попытаемся восполнить и этот пробел в рамках единой теории. Зададимся вопросом: почему уран-238, на долю которого приходится 99,28%, не годится в качестве ядерного горючего, а уран-233 и уран-235 (0,72%) пригодны? Профессиональный атомщик ответит: потому что в уране-238 коэф. размножения всегда меньше 1, и он не дает цепную реакцию деления. С этим нельзя не согласиться, но такой ответ ровным счетом ничего не объясняет. Объяснить причину такой разницы между изотопами урана можно только теперь, после открытия ФПВР. Суть вопроса состоит в том, что уран-235, как и уран-

233, является остатком урана-238, прошедшего частичный ФПВР, что можно выразить схемой:

$$^{238}\mathrm{U} + \text{ФПВР} \rightarrow {}^{235}\mathrm{U} + 3n_e + 3n_\vartheta \qquad (9.70)$$

Отсюда следует, что в результате частичного процесса ФПВР три нуклона атома урана подверглись полному расщеплению ультрагиперчастотным генератором ($f_e = 10^{20}$—10^{25} с$^{-1}$), в роли которого выступает свободный электрон (подробно об этом — § 14). Совершенно очевидно, что $3n_\vartheta$ электрино покидают место события в виде γ-излучения, производя попутно частичные разрушения атомов. А какова судьба $3n_e = 9$ электронов, высвобожденных в этом процессе? Тут много вариантов. Дело в том, что электрон-генератор, работая в кристаллической структуре, непременно взаимодействует сразу с четырьмя атомами ближайшего окружения, находясь при этом в межатомном пространстве. Длина волны γ-излучения определяется межатомным расстоянием a_i из соотношения

$$\lambda_i = \frac{\sqrt{2}\cdot a_i}{2}, \text{ м}, \qquad (9.71)$$

а частота из

$$f_i = \mu/\lambda_i^2 = 2\mu/a_i^2, \text{ с}^{-1}, \qquad (9.72)$$

где μ — постоянная Милликена. Таким образом, если прошел частичный процесс ФПВР, переведший уран-238 в уран-235, то он охватил четыре атома и расщепил 12 нейтронов с высвобождением $12\cdot n_e = 36$ свободных электронов. Весь этот акт по времени занимает краткий миг, определяемый соотношением

$$\tau_n = \frac{12\cdot n_\vartheta}{f_i} = \frac{6\cdot a_i^2\cdot n_\vartheta}{\mu}, \text{ с} \qquad (9.73)$$

Пусть такой акт спонтанного расщепления произошел в металлическом уране-238, тогда легко получить количественную оценку явления

$$a_U = \sqrt[3]{m_U/\rho_U} = \frac{3{,}9521566\cdot 10^{-25}\text{ кг}}{1{,}904\cdot 10^{4}\text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}} = 2{,}7482468\cdot 10^{-10}\text{ м} \qquad (9.74)$$

$$\lambda = \frac{1{,}4142135\cdot 2{,}7482468\cdot 10^{-10}}{2} = 1{,}9433038\cdot 10^{-10}\text{ м}, \qquad (9.75)$$

$$f = \frac{2\mu}{a_U^2} = \frac{2\cdot 119{,}91698\ \frac{\text{м}^2}{\text{с}}}{7{,}5528604\cdot 10^{-20}\text{ м}^2} = 3{,}1754057\cdot 10^{21}\text{ с}^{-1}, \qquad (9.76)$$

$$\tau_{\pi} = \frac{29{,}018386 \cdot 10^{8}}{3{,}1754057 \cdot 10^{21}\ \text{с}^{-1}} = 9{,}1384814 \cdot 10^{-13}\ \text{с} \qquad (9.77)$$

$$\varepsilon(\gamma) = \hbar \cdot f \cdot \tau_{\pi} \cdot \nu_{\text{ед}} = 1{,}1928321 \cdot 10^{-24}\ \text{Дж}, \qquad (9.78)$$

где $\varepsilon(\gamma)$ — регистрируемая энергия γ-излучения. К счастью людей, у нормальных атомов и молекул есть свойство захвата свободного электрона и его связывания с последующим переходом в отрицательный ион. И чем больше масса осциллятора, тем это свойство выражено сильнее. Поэтому из очага спонтанного ФПВР часть высвобождаемых электронов уходит в пространство вместе с γ-излучением, а остальная часть захватывается прежде всего положительными полями собственных атомов, т. е. атомов, подвергшихся частичному расщеплению. Теперь эти атомы существенно отличаются от родительской формы, урана-238, прежде всего не массой, где отличие составляет 1,2766%, а содержанием нескольких, неструктурных, избыточных электронов, имеющих сравнительно слабое механическое крепление с атомом, ввиду дебаланса зарядов. Такой атом, образно говоря, находится на взводе, и достаточно проникновения к нему теплового нейтрона и вступления с ним в гиперчастотное взаимодействие, чтобы один из его неструктурных электронов сорвался в межатомное пространство и перешел в ультрагиперчастотного генератора и начал новый акт частичного ФПВР. Теперь, если выделить такие атомы из остальной массы урана и объединить их в одну локальную систему сферической формы, то возможность цепной реакции ФПВР определяется только индексом энергообмена α_i. При условии

$$\alpha_d = \frac{3}{R_d} \geq 35{,}5\ \text{м}^{-1} \qquad (9.79)$$

число покидающих систему свободных электронов больше числа возникающих в ней электронов-генераторов в каждый момент времени и поэтому коэф. размножения $k_d \leq 1$. Здесь индексом d обозначены докритические параметры системы. При дальнейшем росте диаметра локальной системы уменьшается коэф. энергообмена и наступает период ее субкритического состояния с приближенным значением интервала α_{sc}:

$$35{,}3 < \alpha_{sc} < 35{,}5 \qquad (9.80)$$

Реальный атомный заряд из урана-235 компануется с таким расчетом, чтобы при соединении его частей критическое значение индекса энергообмена α_c падало до

$$\alpha_c \leq 35{,}0\ \text{м}^{-1} \qquad (9.81)$$

Тут мы подошли к важной проблеме — КПД атомной бомбы. Почему

при взрыве бомбы не «выгорает» весь заряд? Ответ на этот вопрос имеет важное практическое значение для атомной энергетики и поэтому исследуем его. Пусть в момент соединения частей уранового заряда $\alpha_c = 35{,}0$ м$^{-1}$. Тогда из (9.79) определяется критический радиус сферического куска из урана-235:

$$R_c = 3/\alpha_c = 8{,}5714 \cdot 10^{-2} \text{ м}, \tag{9.82}$$

$$V_c = 4\pi R_c^3/3 = 2{,}6378 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3, \tag{9.83}$$

$$m_c = V_c \cdot \rho_U = 50{,}22 \text{ кг}. \tag{9.84}$$

Поскольку, как было показано выше (9.55), лишь 23,3468% атомного заряда подвергается ФПВР, то смело можно утверждать, что к моменту прерывания процесса в центре уранового заряда формируется полость, составляющая по объему 23,3468% V_0, т. е.

$$\Delta V = 6{,}1584 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3. \tag{9.85}$$

Эта полость возникла в результате процесса ФПВР, начавшегося в геометрическом центре заряда и охватившем к моменту прерывания сферическое пространство радиуса ΔR:

$$\Delta R = \sqrt[3]{\frac{3\Delta V}{4\pi}} = 5{,}277887 \cdot 10^{-2} \text{ м} \tag{9.86}$$

«Выгоревшая» из этого пространства масса урана составила

$$\Delta m = \Delta V \cdot \rho_U = 11{,}7256 \text{ кг}. \tag{9.87}$$

При этом число нейтронов, подвергшихся полному ФПВР, составило величину n_n:

$$n_n = \Delta m / m_n = 7{,}0611856 \cdot 10^{27}, \tag{9.88}$$

число электрино, переизлученных в γ-излучение, составило n_j:

$$n_j = n_n \cdot n_э = 1{,}707535 \cdot 10^{36}, \tag{9.89}$$

а число высвобожденных электронов — $n_e(\Delta V)$:

$$n_e(\Delta V) = n_n \cdot n_e = 2{,}1183556 \cdot 10^{28}. \tag{9.90}$$

По мере развития цепной реакции генерируемое γ-излучение беспрепятственно покидает не только пределы полости заряда, но и пределы объема бомбы, ввиду прозрачности для него стенок корпуса бомбы. Совсем иначе обстоит дело с высвобождающимися электронами, которые не в состоянии покинуть полость заряда. Число их возрастает по геометрической прогрессии, поскольку в

этот период коэф. размножения $k = 3$, и достигает критической плотности $\rho(e)$:

$$\rho(e) = \frac{n_e(\Delta V)}{\Delta V} = 3{,}4397825 \cdot 10^{31}\ \text{е} \cdot \text{м}^{-3} \qquad (9.91)$$

Силы взаимного отталкивания между свободными электронами столь высокой плотности развивают колоссальное положительное напряжение в полости, ведущее к ее разрыву, что и прерывает в ней дальнейшее течение фазового перехода высшего рода. Попросту говоря, возникшее высокое электронное давление в полости ΔV разрывает изнутри оставшуюся часть уранового заряда (76,6532%) на мелкие кусочки и впрессовывает их в корпус бомбы. Рассчитаем электронное давление в полости ΔV. Для этого сначала необходимо определить среднее расстояние между электронами a_e:

$$a_e = \frac{1}{n_e(l)} = \frac{1}{\sqrt[3]{\rho(e)}} = \frac{1}{3{,}2521981 \cdot 10^{10}\ \text{м}^{-1}} =$$

$$= 3{,}0748434 \cdot 10^{-11}\ \text{м} \qquad (9.92)$$

$$\varepsilon_e(a) = F_c(a) \cdot a_c = \frac{\beta \cdot e^2}{a_e} \cdot a_e = \beta \cdot e^2 = 1{,}2006448 \cdot 10^{-15}\ \text{Дж} \qquad (9.93)$$

где $\beta = 4{,}6772342 \cdot 10^{22}$ Дж $\cdot$ Кл$^{-2}$ — постоянная дистанционного взаимодействия зарядов (см. прилож. 2); $\varepsilon_e(a)$ — энергия взаимодействия между парой электронов на расстоянии a_e. Электронное давление в полости составит P_e:

$$P_e = \frac{n_e(\Delta V) \cdot \varepsilon_e(a)}{\Delta V} = 4{,}1299568 \cdot 10^{16}\ \text{Па} = 4{,}0759504 \cdot 10^{11}\ \text{атм.} \qquad (9.94)$$

Из этого процесса можно выделить один постоянный параметр, который у атомщиков называется временем генерации τ_g:

$$\tau_g = \frac{n_e(\Delta V)}{n_f \cdot v_{сд}} \cdot \frac{n_e}{n_э \cdot v_{сд}} = 1{,}2405927 \cdot 10^{-8}\ \text{с} = \text{Const} \qquad (9.95)$$

С большим успехом эту величину можно назвать форм-фактором или фактором агрегатного состояния заряда. Дело в том, что к моменту прекращения ФПВР электронный газ, заполнивший полость, теряет свою мощность. Происходит это в силу того, что роль генераторов, продолжающих расщеплять урановый заряд, выполняют только те электроны, которые находятся в контакте со стенкой полости, а все остальные отлучены от своего прямого назначения — в полости им уже нечего расщеплять. Кристаллическая структура заряда с ее плотной упаковкой атомов вступает в противоречие с

развитием процесса ФПВР — высвобождающиеся электроны не могут с достаточной скоростью распространяться от центра заряда в радиальном направлении, чтобы беспрерывно продолжать роль генераторов. Из этого следуют выводы: а) для продолжения процесса ФПВР вещество за пределами объема ΔV должно находиться в газообразном или жидком состоянии. Этому условию как раз и отвечает водородная бомба; б) для увеличения КПД атомного заряда необходимо создать условия, препятствующие разлету его частей под давлением электронного газа.

Уж если мы углубились в анализ процессов атомного взрыва, то резонно их продолжить и рассмотреть особенности процесса при взрыве водородной бомбы. Для этого достаточно допустить, что полученные выше результаты относятся к заряду в водородной бомбе. Итак, расщепление уранового заряда прервалось и электронный газ вырвался на новый оперативный простор. Если термоядерным горючим служила смесь газов дейтерия и трития, то можно сказать, что все $2 \cdot 10^{28}$ электронов равномерно распределялись в объеме водородной бомбы и каждый электрон стал началом цепной реакции с коэф. размножения $k = 3$. Повторяется тот же процесс, что и в центре атомного заряда, но с теми отличиями, что здесь отсутствует время генерации и нет лимитирующего фактора в распространении ФПВР на всю массу термоядерного горючего. Именно поэтому «выгорает» вся масса термоядерного горючего и КПД достигает предельного значения — 100%. Продолжительность процесса зависит от соотношения числа генераторов, инъецированных в термоядерное горючее, к числу нейтронов, составляющих это горючее. И опять по ходу развития процесса ФПВР электрино покидают объем бомбы в виде γ-излучения, а все высвобождающиеся электроны, в числе

$$n_e\,(m_{сд}) = n_e \cdot N_A,\ \text{кг}^{-1}$$

накапливаются в нем. И опять электронный газ, но уже по всему объему бомбы, создаст высокое напряжение, разрывает корпус и вновь выходит на новый оперативный простор. Если взрыв был произведен в атмосфере, то все накопленное число электронов-генераторов приступает к расщеплению осцилляторов воздуха. Но ввиду отсутствия ограничения в пространстве и в силу быстрого разогрева воздуха в эпицентре взрыва, расстояние между осцилляторами увеличивается на два порядка, т. е. вместо обычного значения $d_g = 4 \cdot 10^{-9}$ м, диаметр глобул достигает $8 \cdot 10^{-7} - 1{,}2 \cdot 10^{-6}$ м. Это приводит к тому, что излучение происходит в видимой области и, достигая колоссальной плотности потока, формирует яркую вспышку. Для количественной характеристики этой, последней стадии взрыва как атомной, так и водородной бомб я не располагаю первичными данными. Благодаря вышеупомянутому свойству ос-

цилляторов, в течение некоторого времени $\Delta\tau$, процесс ФПВР в атмосферном воздухе гаснет, но гаснет дорогой ценой. Около $10^{27} - 10^{28}$ осцилляторов воздуха становятся отрицательно заряженными ионами, значительная их часть — радиоактивными.

Таким образом, в основе радиоактивности, как естественной, так и искусственной, лежит наличие избыточных, неструктурных электронов в составе атомов. А возможность цепной реакции ФПВР у таких изотопов как уран-233, уран-235, плутоний-239 обусловлена не только наличием избыточных электронов в их атомах, но и как следствие этого — неспособностью или пониженной способностью таких атомов к дальнейшему захвату и связыванию электронов.

6. Трагедия термоядерного синтеза. Из сравнения вышеизложенного в этом параграфе с положениями теоретической базы формальной науки следует, что атомная энергетика получила развитие несмотря на полное отсутствие объективных знаний о сути процесса, лежащего в основе высвобождения энергии. Произошло это в силу случайного совпадения теоретически ожидаемого и достаточного условия осуществления цепной реакции — достижении в радиоактивном веществе коэф. размножения $k = 2 - 3$, с действительной основой цепной реакции ФПВР, состоящей в высвобождении каждым расщепленным нейтроном трех электронов-генераторов. В 1949 и 1953 годах были испытаны первые водородные бомбы в США и СССР, которые убедили физиков, что мощность их на единицу массы больше в четыре раза по сравнению с атомной бомбой. И опять — случайное совпадение теоретически ожидаемого и эксперимента. Еще в 1920 г. А. Эддингтон выдвинул идею термоядерной реакции синтеза гелия из водорода как источника энергии Солнца и звезд. И вот, по мнению теоретиков, эта идея получила блестящее подтверждение испытанием водородной бомбы. Ничто уже не мешало приступить к благородному делу — созданию управляемого термоядерного синтеза, чтобы обеспечить человечество энергией. И в начале 50-х годов ведущие научные державы мира приступили к осуществлению этой, глубоко ошибочной идеи. Прошло уже 40 лет, поколения ученых отдали этой идее всю свою жизнь, затрачены колоссальные количества электроэнергии, материалов, приборов и финансов. Строительство только одной установки Токамак-15 имело сметную стоимость $300 \cdot 10^6$ рублей. А что достигнуто, насколько продвинулась атомная энергетика в этой проблеме? Ничего не достигнуто и нет никакого продвижения. Странно и удивительно, что еще ни один профессиональный термоядерщик, ни один теоретик не сказали: хватит биться головой об скалу, в нашей работе есть какая-то фундаментальная ошибка. Если подойти к этой идее с диалектической позиции, сделать хотя бы беглый анализ существующих источников энергии на нашей Земле, включая и источник атомной энергии на позициях формальной теории, то каждый ученый непременно должен прийти к выводу: во всех случаях энергия

высвобождается при деструкции вещества. Идея же термоядерного синтеза вопреки этому, исходит из допущения недопустимого — усложнение вещества сопровождается высвобождением энергии! Эддингтон к этому заблуждению пришел не случайно, к нему его привело другое заблуждение — ошибочное представление о дефекте массы атома.

Я дам краткий качественный анализ того, что происходит с плазмой в установке Токамак с позиции единой теории физики. Начну с ссылки на гл. IV, где корректно будет показано, что магнитное поле всякого проводника с током есть вихревое движение электрино и что истинным носителем электрического тока являются электрино. А выше, в этом параграфе, мы уже убедились в том, что единственным генератором, способным высвобождать электростатическую энергию связи вещества является электрон. Имея эту информацию в виду, перейдем к тороидальной камере установки Токамак. Камера заполняется разреженной смесью газов дейтерия и трития с объемной плотностью 10^{18} м$^{-3}$. Поверх тора спирально наматывается медная шина, по которой пропускается электрический ток большой силы (миллионы А). При токе такой величины в тороидальной камере формируется продольное магнитное поле порядка 50—70 кГаусс = 5 – 7 Тесла. В поперечном сечении это поле обладает ярко выраженным градиентом энергии — она максимальна у стенки тора и минимальная на оси тороидальной полости. В рамках единой теории это можно доказать расчетами без особого труда, но, как мы убедимся ниже, в этом нет необходимости. Суть происходящих процессов в камере при подаче тока на обмотку состоит в том, что осцилляторы газа вытесняются магнитным полем в осевую область тора и сжимаются в осевой шнур, в котором резко меняются все термодинамические параметры системы (f, N, P, ρ и др.). Происходит разрушение молекул с высвобождением свободных электронов, которые тут же приступают к ультрагиперчастотному взаимодействию с осцилляторами — начинается фазовый переход высшего рода, о чем свидетельствует начавшееся свечение системы. В плазменном шнуре ФПВР, только начавшись, тут же, через 20—30 мсек, гаснет. Почему? Потому что не может не гаснуть, потому что в этой установке, в принципе ее работы, заложен мощный фактор гашения начавшегося процесса высвобождения энергии в самом его начале — это интенсивный поток электрино продольного и поперечного магнитных полей! При B = 6 Тл плотность потока электрино в продольном поле составляет

$$n(s) = \frac{B}{\Phi_0} = 7{,}75 \cdot 10^{24} \text{ м}^{-2}, \qquad (9.96)$$

где $\Phi_0 = 7{,}7416985 \cdot 10^{-25}$ В · с — элементарный квант магнитного потока (см. п. 2), скорость электрино магнитного поля на оси тора, при радиусе витка обмотки $R = 0{,}1$ м, составляет

$v_{min} = 2{,}89 \cdot 10^9$ м $\cdot$ с$^{-1}$. При этих условиях в плазменном шнуре происходит обратный фазовый переход высшего рода! Т. е. свободные электроны-генераторы, оказавшись в плотном потоке своих антиподов, вступают с ними во взаимодействие по схеме

$$e + \frac{n_э}{3} \cdot э = \mu, \tag{9.97}$$

где μ — мононейтрон, состоящий из одного электрона и $n_э/3$ электрино, с массой $m_\mu = m_n/3$. Как говорится, тут уже комментарии излишни, ибо электрон-генератор и магнитное поле несовместимы.

Таким образом, несостоятельность идеи термоядерного синтеза очевидна. А что же дальше? Сама идея извлечения энергии связи атома и ее использование для нужд прогресса человечества сохраняется. Подход же к решению этой задачи должен претерпеть кардинальное изменение, ибо она может быть решена только теперь, после создания гиперчастотной механики и открытия фазового перехода высшего рода. Но необходимо отметить, если до меня все считали термоядерную управляемую реакцию безотходным производством будущего, то я так не думаю, ибо перевод энергии связи атома в кинетическую энергию непременно сопровождается высвобождением свободных электронов, всегда обращающихся в генераторы, в том числе и в генераторы γ-излучения. Поэтому всегда будет стоять проблема их утилизации. В общем всю проблему создания управляемого фазового перехода высшего рода на газообразном топливе можно разделить на две инженерные задачи. Первая из них — это создание камеры, способной через собственную стенку отдавать энергию теплоносителю и в которой должен поддерживаться незатухающий ФПВР. Как будет показано ниже, в гл. VII, соотношение числа генераторов и осцилляторов в плазме Солнца составляет 1 : 1, что должно служить ориентиром при создании камеры с искусственной плазмой, работающей в непрерывном или импульсном режиме. Очевидно, что при этом объемная плотность генераторов N_e и осцилляторов горючего N_i должна быть не только одинаковой во времени, но и должна отвечать условию излучения в наиболее выгодном диапазоне частот, ибо, как было показано выше (9.71), длина волны излучения определяется расстоянием между генератором и осциллятором. Вторая задача — это непрерывный вывод из камеры избытка генераторов и дальнейшая их нейтрализация до мононейтронов (9.97) в специальных магнитных нейтрализаторах. Стало быть, часть вырабатываемой электрической энергии такая установка должна тратить на утилизацию избыточных генераторов, как побочного продукта процесса. Никаких расчетов по этому вопросу я еще не делал, могу только привести ряд

основополагающих характеристик в расчете на $m_{сд}$ горючего, подвергшегося полному ФПВР

$$n_g = n_e \cdot N_A = 1{,}8066085 \cdot 10^{27}\ \text{кг}^{-1},$$

$$n\,(\text{э}) = n_g \cdot \frac{1}{3} n_{\text{Э}} = 1{,}4562462 \cdot 10^{34},$$

$$\Delta Q = n\,(\text{э})/N_F = 2{,}8945286 \cdot 10^{6}\ \text{Кл},$$

$$\Delta E = 6{,}367963 \cdot 10^{8}\ \text{Дж},$$

$$E\,(m_{сд}) = \text{К} \cdot N_A = 3{,}288535 \cdot 10^{14}\ \text{Дж},$$

где n_g — число высвобождающихся генераторов, надлежащих нейтрализовать; n(э) — необходимое число электрино магнитного поля для нейтрализации n_g генераторов; ΔQ — необходимое количество электричества на нейтрализацию n_g; ΔE — расходуемое количество электроэнергии на нейтрализацию при КПД = 100%; $E(m_{сд})$ — высвобождаемая в камере энергия при полном ФПВР единичной массы газообразного горючего, $N_F = I/\text{э} = 5{,}0310306 \cdot 10^{26}$ Кл$^{-1}$ — число Франклина, определяет количество электрино в одном Кулоне электрического тока.

§ 10. Явление рассеяния осциллятора на осцилляторе у реальных газов

1. **Амплитуда колебания осциллятора в произвольных термических условиях.** В § 2 мы вывели квадратное уравнение для амплитуды колебания A_{0i}, т. е. для нормального состояния i-го газа, в котором длина дуги рассеяния осциллятора на осцилляторе равна нулю. Но если мы посмотрим на приложение I в конце книги, то увидим, что все газы в нормальных условиях обладают положительным рассеянием, ибо $S_{0i} > 0$. Из этого следует, что при нормальном состоянии газа ($t = 0°$ С и $P = P_0$) энергия пары осцилляторов выше энергии электрино-посредника на некоторую, хотя и малую, величину $\Delta\varepsilon$, приводящую к дебеленсу импульсов пары осцилляторов и электрино:

$$2m_i v_{0i} - m_{\text{Э}} u_{\text{Э}} = \Delta i \tag{10.1}$$

Истинная температура термодинамического нуля i-го газа θ_i должна определяться объективным критерием, отвечающим условию

$$2m_i v_{0i} - \frac{m_{\text{Э}} \mu}{r_{0i}} = 0, \tag{10.2}$$

при выполнении которого отсутствует рассеяние осциллятора на

осцилляторе и $S_{0i} = 0$. В данной книге это условие еще не принято, но это непременно предстоит осуществить. Введя в (10.2) вместо r_{0i} его значение из (8.14), получим:

$$2m_i v_{0i} - \frac{A_i P_n (э)_i \cdot m_э \mu}{\sigma_n} = 0 \tag{10.3}$$

Решая это уравнение относительно линейной скорости осциллятора v_{0i} получим величину, отвечающую истинной температуре термодинамического нуля:

$$v_{0i} = \frac{P_n (э)_i m_э \mu \cdot A_i}{2\sigma_n \cdot m_i} = \frac{P_n (э)_i m_э \mu A_i}{2\sigma_n \cdot m_n \cdot A_i} = \frac{P_n (э)_i \cdot 2\hbar}{2\sigma_n \cdot m_n} = \frac{P_n (э)_i \cdot \hbar}{\sigma_n \cdot m_n} \tag{10.4}$$

Однако в этом соотношении прочность внешнего электрино $P_n(э)_i$ есть индивидуальное свойство каждого осциллятора, зависящее от зарядовой асимметрии атома, и ее необходимо определить для каждого осциллятора. Напишем второе соотношение для v_{0i}, отвечающее условию $s_{0i} = 0$:

$$v_{0i} = 2A_{0i} \cdot f_{0i} = 2 (d_{g0} - r_0)_i \cdot f_{0i} = 2 \left(d_{g0i} f_{0i} - \frac{\sigma_n \cdot f_{0i}}{P_n (э)_i \cdot A_i} \right) \tag{10.5}$$

Приравняв правые части (10.4) и (10.5) и решая полученное урзвнение относительно $P(э)$, получим:

$$A_i \hbar \cdot P_n^2 (э)_i - 2d_{g0i} f_{0i} \sigma_n m_n \cdot P_n (э)_i + 2f_{0i} m_n \cdot \sigma_n^2 = 0 \tag{10.6}$$

или, выражая f_{0i} через истинную температуру термодинамического нуля для i-го газа θ_i:

$$A_i \cdot \hbar \cdot P_n^2 (э)_i - 2d_{g0i} \cdot \psi_i \theta_i \cdot \sigma_n \cdot m_n \cdot P_n (э)_i + 2\psi_i \theta_i m_n \cdot \sigma_n^2 = 0 \tag{10.7}$$

Для решения этого квадратного уравнения необходимо знать значение θ_i, которое определяется на основе r_{0i} и s_{0i} из соотношений:

$$\frac{T_{0i}}{\theta_i} = \frac{v_{0i}}{v_0 (\theta_i)} = \frac{r_{0i} + s_{0i}}{r_{0i}}, \tag{10.8}$$

$$\theta_i = \frac{T_{0i} \cdot r_{0i}}{r_{0i} + s_{0i}}, \text{ K}, \tag{10.9}$$

$$v_0 (\theta_i) = \frac{v_{0i} \cdot r_{0i}}{r_{0i} + s_{0i}}, \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}, \tag{10.10}$$

где $v_0(\theta_i)$ — линейная скорость i-го осциллятора при условии

$T = \theta_i$ и $P = P_0$. Из вышеизложенного следует, что амплитуда колебания осцилляторов реальных газов в состоянии истинного термодинамического нуля (θ_i, P_0) отвечает соотношению

$$A_{0i} = d_{g0i} - r_{0i}, \tag{10.11}$$

а во всех других состояниях ($\theta_i \pm t$, $P_0 \pm \Delta P$) она содержит еще один член — это длина дуги рассеяния s_i:

$$A_i = d_{gi} - r_i - s_i \tag{10.12}$$

Это теперь об этих тонкостях я пишу как о само собой разумеющихся свойствах гиперчастотного движения осцилляторов, но начало пути к пониманию этих тонкостей было нелегким. Аналитическое решение амплитуды колебания в произвольных условиях оказалось столь же сложным, сколь и благодарным, ибо привело к открытию законов рассеяния частиц-снарядов на атомах мишени. Началось с того, что после анализа всех известных мне факторов (о рассеянии осциллятора на осцилляторе еще не было никакого представления), я составил вышеприведенное соотношение (10.12), где за величину s_i принял собственный диаметр осциллятора, равный межатомному расстоянию в двухатомных молекулах. Не принять этого условия я просто не мог, ибо по экспериментальным данным спектроскопистов эта величина была вполне соизмерима с диаметром глобулы. Так, по наиболее свежим данным [12] для водорода и азота эти расстояния составляли

$$S_{H_2} = 7{,}4173 \cdot 10^{-11} \text{ м}, \tag{10.13}$$

$$S_{N_2} = 1{,}09758 \cdot 10^{-10} \text{ м}$$

при $d_g \approx 4 \cdot 10^{-9}$ м. Однако первые же контрольные расчеты показали сильное расхождение с (10.13) для газов в нормальных условиях. Это потребовало исследовать вопрос в функции от температуры и давления системы. Полученные при этом результаты совершенно не сходились с (10.13). Более того, параметр s_i оказался характерной особенностью и одноатомных осцилляторов гелия, неона, аргона, криптона и ксенона. Как для двухатомных, так и для одноатомных осцилляторов эта величина оказалась функцией температуры и давления. Так, для гелия в изотермическом процессе было получено:

$S_1 = -2{,}2016 \cdot 10^{-12}$ м $\quad (t_1 = 0°; P_1 = 10$ ат)

$S_2 = -5{,}41 \cdot 10^{-12}$ м $\quad (t_2 = 0°; P_2 = 100$ ат)

$S_3 = -7{,}61 \cdot 10^{-12}$ м $\quad (t_3 = 0°; P_3 = 1000$ ат)

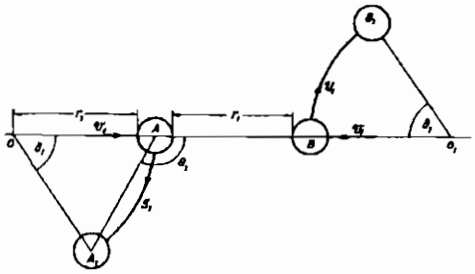


Рис. 1. Обратное рассеяние атомов гелия в однородном газе при $P = 1000$ атм. и $T = 273{,}15$ К. A и B — положение набегающих осцилляторов в момент достижения критического сближения; A_1 и B_1 — положение осцилляторов после излучения первого электрино-посредника; δ_1 — угол поворота, θ_1 — угол рассеяния осциллятора; v_1 и u_1 — векторы скорости до и после взаимодействия, s_1 — дуга траектории рассеяния.

В изобарном процессе, при каскадном росте температуры системы, для того же гелия получено:

$$S_1 = 3{,}39 \cdot 10^{-13} \text{ м} \quad (t_1 = 50^\circ \text{ C};\ P_1 = 1 \text{ ат})$$

$$S_2 = 5{,}901 \cdot 10^{-13} \text{ м} \quad (t_1 = 100^\circ \text{ C};\ P_2 = P_1)$$

$$S_3 = 9{,}45 \cdot 10^{-13} \text{ м} \quad (t_3 = 200^\circ \text{ C};\ P_3 = P_1)$$

Тщательный анализ всех результатов привел меня к следующим выводам:

1). Данные спектрального анализа относительно расстояния между атомами в молекулах — ошибочны.

2). Величина s_i, введенная в уравнение амплитуды как диаметр-осциллятора, никакого отношения не имеет к подлинному значению диаметра молекул и атомов.

3) Собственный диаметр осцилляторов настолько мал, что не оказывает заметного влияния на амплитуду колебания. Однако эти выводы не снимали вопроса: какова физическая суть величины S_i? Лишь позже, в результате дальнейших поисков удалось на него ответить. Было твердо установлено, что S_i является длиной траектории рассеяния и что она теснейшим образом связана с критическим рассеянием через угол траекторного поворота осциллятора, δ_i (Рис. 1):

$$\begin{cases} s_i = r_i \cdot \delta_i = \dfrac{\sigma_n \cdot \delta_i}{P_n(э) \cdot A_i} \\ s_i = d_{gi} - A_i - r_i \end{cases} \tag{10.14}$$

$$\delta_i = \frac{d_{gi} - A_i - r_i}{r_i} = \frac{(d_{gi} - A_i - r_i) \cdot P_n(э) \cdot A_i}{\sigma_n}, \text{ радиан,} \tag{10.15}$$

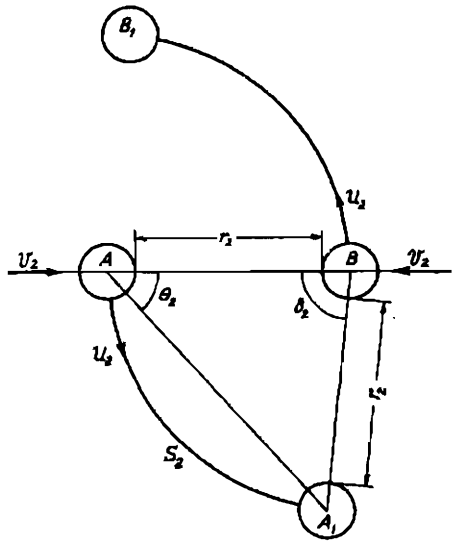


Рис. 2. Положительное рассеяние атомов гелия в однородном газе при $P = 1$ атм. и $T = 473{,}15$ К. Обозначения те же, что и на рис. 1.

где d_{gi}, A_i и r_i — параметры осцилляторов данного газа в произвольном состоянии, A_i — атомный вес осциллятора. Из рисунка 1 следует, что при изотермическом сжатии гелия осцилляторы рассеиваются назад, на угол

$$\theta_1 > \frac{\pi}{2},$$

а при изобарном нагреве угол рассеяния (Рис. 2)

$$\theta_2 < \frac{\pi}{2}$$

Почему это происходит так? Во-первых, такие параметры осциллятора как импульс i, сила F, линейная скорость v и частота колебания f являются энергетическими свойствами и изменяются в зависимости от энергетического коэффициента системы n:

$$n_i = (1 + \beta_i t) \qquad (10.16)$$

Поскольку точкой отсчета для всякой газовой системы является нормальное состояние ($P = P_0$, $T = T_0$), то при росте энергии системы коэф. $n \to \infty$, пропорционально которому растут и все вышеперечисленные параметры осциллятора. Если же система переводится в состояние с меньшим содержанием энергии, чем при нормальном, т. е. имеет место $t_i < 0$, то коэф. n_i принимает вид

$$n_i = (1 - \beta_i t) \qquad (10.17)$$

и в этом случае значения энергетических параметров становятся меньше, чем при нормальном состоянии в n_i раз. Во-вторых, критическое расстояние взаимодействия пары осцилляторов r_i не зависит от энергии системы согласно (8.14) и, стало быть, скорость электрино-посредника и его импульс сохраняются постоянными для i-го газа. Следствием этого и является дебаланс импульсов набегающих осцилляторов с импульсом электрино $i_э = m_э \cdot u_э = m_э \mu / r_i$ в однородном i-ом газе. Выше, в § 8, мы подробно рассмотрели стадии единичного акта взаимодействия пары осцилляторов в нормальных условиях, когда значение S_{0i} пренебрежимо мало и можно считать, что сумма импульсов набегающих осцилляторов равна импульсу электрино-посредника. Так мы убедились, что в каждом единичном взаимодействии участвуют два электрино, ибо после излучения первого электрино осцилляторы останавливаются, продолжая вращение, но критическое расстояние между ними сохраняется. Именно сохранение критического расстояния и обусловливает, наряду с вращением, излучение второго электрино. Совсем иначе обстоит дело, когда система значительно сдвинута из нормального состояния. В этом случае взаимодействие пары осцилляторов завершается излучением лишь одного электрино, ибо ввиду значительного рассеяния они расходятся за пределы критического расстояния, на котором электронный луч уже не в состоянии развить отрицательную силу достаточную для отрыва второго электрино. В этом — главная особенность рассеяния осциллятора на осцилляторе в газах произвольного состояния, обусловливающая предельную сложность амплитуды колебания. Развернув (10.12), получим для A_i:

$$A_i = d_{gi} - r_i - s_i = \sqrt[3]{m_i/\rho_i} - \frac{\sigma_n}{A_i \cdot P_n(э)_i} - \frac{\sigma_n \cdot \delta_i}{A_i P_n(э)_i} =$$

$$= d_{gi} - \frac{\sigma_n (1 + \delta_i)}{A_i \cdot P_n(э)_i} \qquad (1.18)$$

2. Общие принципы рассеяния осциллятора на осцилляторе.

1) Энергия системы ниже нормального состояния, а энергетический коэф. $n_i < 1$. В этом случае сумма импульсов набегающих осцилляторов меньше импульса электрино, рассеяние происходит назад, а все величины, характеризующие явление связаны соотношениями:

$$\begin{cases} 2m_i v_i < m_э \cdot u_э \\ \delta_i < 0, \\ S_i < 0. \end{cases} \qquad (1.19)$$

Из рассмотрения равнобедренного треугольника OAA_1 (рис. 1) легко

устанавливается соотношение между углом траектории осциллятора δ_1 и углом рассеяния θ_1:

$$\angle OAA_1 = \frac{\pi - \delta_1}{2}, \tag{10.20}$$

$$\theta_1 = \pi - \angle OAA_1 = \frac{\pi + \delta_1}{2}. \tag{10.21}$$

В предельном случае, когда $P \to \infty$, $n < 1$, имеем:

$$\begin{cases} \lim \delta_1 = -\pi, \\ \lim \theta_1 = -\pi, \\ \lim \delta_1 = -\pi r_i \end{cases} \tag{10.22}$$

2) Энергия системы выше нормального состояния, $n_2 > 1$. В этом случае имеем:

$$\begin{cases} 2m_i v_2 > m_э u_э, \\ \delta_2 > 0, \\ S_2 > 0 \end{cases} \tag{10.23}$$

Из равнобедренного треугольника ABA_1 (рис. 2) имеем:

$$\theta_2 = \frac{\pi - \delta_2}{2}. \tag{10.24}$$

В предельном случае, когда $n_2 \to \infty$ и $P = \text{Const}$, имеем:

$$\left.\begin{array}{l} \lim \delta_2 = \pi, \\ \lim \theta_2 = \pi, \\ \lim S_2 = \pi R, \\ \lim r_i = 0, \end{array}\right\} \tag{10.25}$$

где $R = R_1 + R_2$; R_1 и R_2 — геометрические радиусы взаимодействующих осцилляторов; Δr — расстояние между поверхностями осцилляторов, меньшее r_i. Из (10.25) следует, что при условии $2m_i v_2 >> m_э \cdot u_э$, расстояние между набегающими осцилляторами сокращается, становясь меньше r_i, вплоть до физического столкновения. Если представить один из осцилляторов неподвижной мишенью, а второй — набегающим снарядом, то в этом случае встречного импульса электрино достаточно только для уменьшения импульса снаряда и изменения вектора его движения, но не для отражения. При этом может иметь место несколько вариантов, но мы рассмотрим один, когда импульс снаряда больше встречного импульса электрино на величину Δi. В этом случае расстояние между поверхностями (между крайними их точками) частиц будет пренебрежимо малой величиной $\Delta r << r_i$, и снаряд, сохраняя расстояние Δr, будет облетать

мишень по радиусу R и, когда он сделает пол-оборота вокруг него, произойдет излучение второго электрино, импульс которого прервет орбитальное движение снаряда и придаст ему вектор в прежнем направлении. Возникает вопрос, какая сила будет держать снаряд в орбитальном движении, почему он, получив встречный импульс первого электрино, не отразится от мишени под каким-нибудь острым углом? А суть в том, что при таком сближении частиц и невероятно высокой скоротечности явления, срабатывают гравитационные силы. Так, для пары атомов, при $\Delta r \to 0$, сила гравитации составит величину F_n:

$$F_n = \gamma \cdot \frac{2Z_n^2 \cdot A_i^2}{(2R_i)^2}; \quad F_r\,(\mathrm{He}) = -1{,}1830623 \cdot 10^{-3}\ \mathrm{Н}. \tag{10.26}$$

где $Z_n^2 = (n_э \cdot э)\,(n_e \cdot e) = 4{,}8065676 \cdot 10^{-19}$ Кл$\cdot(-4{,}8065676 \cdot 10^{-19}$ Кл); R_i — геометрический радиус атома; γ — постоянная электростатического взаимодействия парных зарядов; A_i — атомная масса. Поскольку орбитальное движение одного тела вокруг центрального тела возможно лишь при условии равенства радиальной и тангенциальной сил, т. е. при $F_n + F_u = 0$, то можно определить, при каком значении орбитальной скорости, равной скорости набегания снаряда, возможно такое рассеяние для атомов. Энергия снаряда в орбитальном движении составит величину $E\,(u)$:

$$E\,(u)_i = m_i u_i R_i \cdot \omega_i = m_i u_i R_i \cdot \frac{2\pi}{t} = m_i u_i^2 \tag{10.27}$$

С другой стороны, выражая эту энергию через силу F_n, получим:

$$E\,(u)_i = F\,(u)_i \cdot R = 2F_n \cdot R = 4F_n \cdot R_i = \frac{2\gamma \cdot Z_n^2 \cdot A_i^2}{R_i} \tag{10.28}$$

Приравняв правые части (10.27) и (10.28) и решая полученное уравнение относительно орбитальной скорости u_i, получим:

$$u_i = \sqrt{\frac{2\gamma \cdot Z_n^2 \cdot A_i^2}{m_i \cdot R_i}}, \ \frac{\text{м}}{\text{с}}; \quad u\,(\mathrm{He}) = 2{,}3190445 \cdot 10^5 \tag{10.29}$$

Поскольку этот результат получен при условии $\Delta r = 0$, то отсюда следует, что $v_i = u_i$ есть предельная скорость набегания, при которой еще возможно рассеяние атома на атоме и что при $v_i > u_i$ атомы будут физически сталкиваться. Иными словами, мы получили предельную скорость взаимного сближения пары атомов, при которой еще возможно нормальное рассеяние на острые углы:

$$v\,(\theta)_{\max} = \sqrt{\frac{2\gamma \cdot Z_n^2 \cdot A_i}{m_n \cdot R_i}}, \ \frac{\text{м}}{\text{с}}; \ v\,(\theta, \mathrm{He})_{\max} = 2{,}3190445 \cdot 10^5 \frac{\text{м}}{\text{с}}. \tag{10.30}$$

При дальнейшем увеличении скорости атомов-снарядов они будут

механически сталкиваться как биллиардные шары, и это будет продолжаться до достижения абсолютного предела $v(P)_{max}$, при которой атомы начнут разрушаться:

$$v(P_n)_{i,\,max} = \frac{P_n \cdot \pi R_i^2}{m_i v_{ед}}, \frac{м}{с}; v(P, He)_{max} = 1{,}9484071 \cdot 10^{19}\ м \cdot с^{-1} \quad (10.31)$$

Из этого результата неотразимо следует, что в ускорителях уже давно $v(P)_{max}$ является обычной рабочей скоростью, где различные частицы, от протонов до атомов, разбивают вдребезги. Т. е. предел А. Эйнштейна, наложенный им на скорость частиц и ограниченный скоростью света $c = 3 \cdot 10^8$ м·с$^{-1}$, экспериментально давным-давно преодолен и лишь в силу ограниченности знаний о структуре вещества никто об этом до сих пор не подозревал.

3. Рассеяние α — частиц на атомах золота. Обратимся к результатам экспериментов по рассеянию α — частиц на атомах золота, полученным в 1909 г. Х. Гейгером и Э. Марсденом. Как хорошо известно, некоторая часть α — частиц в этих опытах отражалась назад от тонкой золотой фольги. Попытка найти объяснение этому факту привела Э. Резерфорда в 1911 г. к созданию электродинамической модели атома, сыгравшей сугубо отрицательную роль в развитии теоретической физики, ибо она стала ее первым фундаментальным заблуждением. Основные результаты опытов таковы:

$$\theta_1 = 135^\circ - 150^\circ,$$

$$\theta_2 = 2^\circ - 3^\circ,$$

$$v_\alpha = 1{,}9 \cdot 10^7\ м \cdot с^{-1},$$

где θ_1 — углы обратного рассеяния α — частиц; θ_2 — углы прямого рассеяния: v_α — скорость набегания частиц на фольгу. Примем к расчету предельные значения углов обратного и прямого рассеяния:

$$\theta_1 = 150^\circ = 2{,}6179938\ рад$$

$$\theta_2 = 3^\circ = 0{,}0523598\ рад$$

Решим задачу Резерфорда в рамках единой теории, т. е. на принципах рассеяния, рассмотренных выше. При этом необходимо учесть, что v_α — скорость средней α — частицы в пучке и что в опытах Гейгера-Марсдена скорость частиц, рассеянных назад, не определялась, что было принципиальным упущением как экспериментаторов, так и Резерфорда. Дополнительными данными к расчету будут геометрические радиусы α — частиц и атома золота, установленные мною:

$$R_\alpha = R_{He} = 7{,}5535298 \cdot 10^{-14}\ м$$

$$m_\alpha = m_{He} = 6{,}6465974 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

Поскольку снаряд и мишень сильно отличаются по массе, то и критические расстояния у них существенно различны:

$$r(\text{Au}) = \frac{\sigma_n}{A_{\text{Au}} \cdot P_n(\text{э})} = \frac{8{,}4425015 \cdot 10^4}{196{,}9665 \cdot 1{,}608 \cdot 10^{16}} =$$

$$= 2{,}665586 \cdot 10^{-14} \text{ м} \qquad (10.32)$$

При сближении на расстояние $r\,(Au)$ α — частица способна своим электронным лучом вырвать электрино у атома золота.

$$r(\dot{\alpha}) = r(\text{He}) = 1{,}3117255 \cdot 10^{-12} \text{ м} \qquad (10.33)$$

При достижении этого расстояния электронный луч золота способен вырвать электрино у набегающей α — частицы. От того, какой из частиц излучит первое электрино при их взаимодействии, зависит величина встречного импульса набегающему снаряду:

$$i_э(\text{Au}) = \frac{\hbar}{r(\text{Au})} = 1{,}5421031 \cdot 10^{-20} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}} \qquad (10.34)$$

$$i_э(\alpha) \quad \frac{\hbar}{r(\alpha)} = 3{,}1337414 \cdot 10^{-22} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}} \qquad (10.35)$$

При этом собственный импульс набегающей α — частицы составит

$$i_\alpha = m_\alpha \cdot v_\alpha = 1{,}2628535 \cdot 10^{-19} \text{ кг} \cdot \text{м/с} \qquad (10.36)$$

При сравнении этой величины с максимально возможным встречным импульсом электрино-посредника $i_э(\text{Au})$ следует, что даже в этом случае собственный импульс снаряда превосходит его в k раз:

$$k = \frac{i_\alpha}{i_э(\text{Au})} = 8{,}1891638, \qquad (10.37)$$

и, стало быть, согласно условию (10.23) рассеяние α — частиц при скорости v_α может происходить только в положительном направлении, т. е. на угол $\theta_2 = 3°$. Поскольку мы не располагаем критерием для определения кратчайшего расстояния между поверхностями снаряда и мишени Δr, то примем, что оно сохраняется равным $r\,(Au)$. Тогда снаряд будет облетать атом золота по радиусу R:

$$R = R_\alpha + R_{\text{Au}} + r(\text{Au}) = 3{,}4231507 \cdot 10^{-13} \text{ м} \qquad (10.38)$$

Рассчитаем значения δ_2, S_2 и u_α — скорость облета снарядом атома мишени (рис. 3):

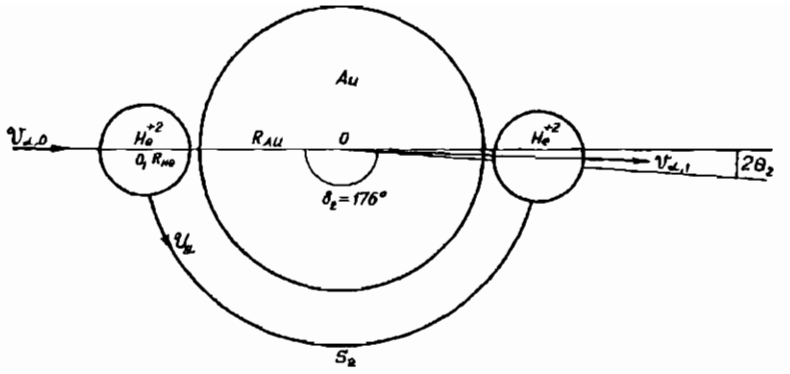


Рис. 3. Рассеяние α — частиц на атоме золота (по результатам опыта Гейгера-Марсдена от 1909 г.) $v_{\alpha 0}$ — вектор скорости частицы-снаряда до взаимодействия с атомом золота. O_1 — точка геометрического центра частицы в момент достижения критического сближения и излучения первого электрино-посредника. u_α — вектор и орбитальная скорость частицы в поле атома золота. O_2 — точка геометрического центра частицы в момент излучения второго электрино-посредника. $v_{\alpha 1}$ — вектор скорости частицы после излучения второго электрино. δ — угол облета α — частицей атома золота. $\theta = 2°$ — угол рассеяния частицы. $OO_1 = (R_{Au} + R_{He} + r)$ — радиус облета. S — траектория облета частицей атома золота. Соотношение между линейными размерами атома золота, α — частицей и критическим расстоянием сближения соблюдено.

$$\delta_2 = \pi - 2\theta_2 = \pi - 2 \cdot 0{,}0523598 = 3{,}036873 \text{ рад}, \tag{10.39}$$

$$S_2 = \delta_2 \cdot R = 1{,}0395673 \cdot 10^{-12} \text{ м}, \tag{10.40}$$

$$u_\alpha = \frac{i_\alpha - i_э\,(\text{Au})/2}{m_\alpha} = 1{,}783993 \cdot 10^7 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}, \tag{10.41}$$

$$\tau_\alpha = \delta_2 / u_\alpha = 5{,}827193 \cdot 10^{-20} \text{ с}, \tag{10.42}$$

где τ_u — продолжительность облета снарядом атома мишени, которую можно принять за полную продолжительность взаимодействия набегающей α — частицы с атомом золота. Из (10.41) следует, что орбитальная скорость снаряда u_α ниже скорости набегания v_α, ввиду гашения части скорости встречным импульсом электрино, излученного мишенью. К моменту излучения второго электрино в точке O_2, как видно из (рис. 3), α — частица успевает совершить полоборота. Поскольку истинная скорость каждой α — частицы в пучке отклоняется на некоторую величину от среднего значения $1{,}9 \cdot 10^7$ $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$, то угол поворота рассеяния имеет отклонение от π:

$$\delta_2 = \pi \pm \theta_2/2, \tag{10.43}$$

что и получено в эксперименте Гейгера-Марсдена. При излучении

второго электрино в точке O_2 α — частица получает импульс, совпадающий по направлению с первоначальным до величины $\pm\theta_2/2$, а ее скорость восстанавливается до v_α:

$$v_\alpha = u_\alpha + \frac{i_э\,(\mathrm{Au})}{2m_\alpha}. \tag{10.44}$$

В начале этого параграфа мы убедились в том, что объективным критерием, определяющим характер рассеяния осциллятора на осцилляторе является энергетический коэф. n_i. Если $n_2 > 1$, рассеяние происходит только прямо, т. е. $\theta_2 < \pi/2$, если же $n_1 < 1$, то $\theta_1 > \pi/2$ и рассеяние осуществлястся назад. Определим n_2:

$$n_2 = \frac{v_\alpha}{v_{0\mathrm{He}}} = \frac{m_\alpha \cdot v_\alpha}{m_{\mathrm{He}} \cdot v_{0\mathrm{He}}} = \frac{1{,}9 \cdot 10^7}{4{,}716527 \cdot 10^4} = 4{,}0283878 \cdot 10^2 \tag{10.45}$$

Таким образом, результаты опыта Гейгера-Марсдена по прямому рассеянию α — частиц без малейшей натяжки объясняются в рамках единой теории и при этом раскрываются такие тонкости явления, о которых экспериментаторы и не мечтали. Теперь же обратимся к данным по обратному рассеянию, на угол $\theta_1 = 150°$. В общем случае, для i-го осциллятора или снаряда энергетический коэф. n_{i1} и угол траекторного поворота δ_{i1} связаны обратной зависимостью:

$$n_{i1} = \frac{1}{1 + \delta_{i1}} \tag{10.46}$$

Введя в (10.46) вместо δ_{i1} его значение из (10.21), получим

$$n_{i1} = \frac{v_{i1}}{v_{0i}} = \frac{1}{1 + \delta_{i1}} = \frac{1}{1 + (2\theta_1 - \pi)}, \tag{10.47}$$

из которого определяется скорость частиц обратного рассеяния в функции от угла рассеяния θ_{i1}:

$$v_{i1} = \frac{v_{0i}}{1 + \delta_{i1}} = \frac{v_{0i}}{1 + (2\theta_1 - \pi)}. \tag{10.48}$$

Поскольку α — частица по массе равна атому гелия, то совершенно корректно равенство

$$v_{0\alpha} = v_{0\mathrm{He}} = 4{,}7165271 \cdot 10^4\ \text{м}\cdot\text{с}^{-1} \tag{10.49}$$

И теперь ничто нам не мешает определить точное значение рассеянных в опытах Гейгера-Марсдена на угол $\theta_1 = 150° = 2{,}6179938$ рад:

$$v_{\alpha 1} = \frac{4{,}7165271 \cdot 10^4}{1 + (2 \cdot 2{,}6179938 - 3{,}1415926)} = 1{,}5242162 \cdot 10^4\ \text{м}\cdot\text{с}^{-1} \tag{10.50}$$

Зная скорость отраженных назад снарядов, не составляет труда установить их начальную скорость, т. е. скорость набегания на мишень $v_{\alpha 1}^{\circ}$:

$$v_{\alpha 1}^{\circ} = \frac{i_э(\alpha)/2 - i_{\alpha 1}}{m_\alpha} = 8{,}3318661 \cdot 10^3 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \tag{10.51}$$

α — частицы, набегающие с такой скоростью на мишень, могут обращаться назад с гораздо большей скоростью, $v_{\alpha 1} > v_{\alpha 1}^{\circ}$. Это будет иметь место в том случае, когда снаряд, не излучив электрино, приблизится до атома мишени на расстояние r (Au) и вырвет у него электрино. Тогда встречный импульс электрино будет во много раз больше импульса набегавшего снаряда и отразит его со скоростью согласно (10.52)

$$v_{\alpha 1} = \frac{i_{\alpha 1}^{\circ} - i_э(\text{Au})/2}{m_\alpha} = \frac{-7{,}655136 \cdot 10^{-21}}{6{,}6465974 \cdot 10^{-27}} =$$

$$= -1{,}1517377 \cdot 10^6 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \tag{10.52}$$

Из полученных результатов следует, во-первых, что рассеиваются назад только такие α — частицы, скорость набегания которых ниже $v_{0,\,\text{He}} = 4{,}716 \cdot 10^4$ м·с$^{-1}$. Во-вторых, скорость легких снарядов, отраженных назад массивным атомом мишени может во много раз превосходить скорость их набегания. В общем случае предельная скорость отражения легких снарядов массой m_i от более массивных атомов мишени опишется соотношением:

$$v_{i1} = \frac{i_{i1}^{\circ} - i_э(m)/2}{m_i} = \frac{2m_i v_{i1}^{\circ} \cdot r(m) - \hbar}{2m_i \cdot r(m)}, \tag{10.53}$$

где $i_э(m) = m_э \mu / r(m)$ — импульс электрино, излученного атомом мишени; $r(m)$ — критическое расстояние по атому мишени (8.14); v_{i1}° — скорость набегания снаряда, отражаемого назад.

Таким образом, и обратное рассеяние α — частиц на атомах золота имеет корректное решение, из которого, однако, никак не следует планетарная модель атома, к которой пришел в 1911 г. Э. Резерфорд.

§ 11. Уравнение истинного состояния газов

1. Предварительные замечания. Как известно, всякая теория признается правильной лишь в том случае, если расчетные данные, следующие из нее, полностью совпадают с результатами экспериментальных измерений. В классической теории газов до сих пор не достигнуто согласия между теорией и экспериментом, о чем красноречиво свидетельствует Р. Чанг в [13] «Уравнение Ван-дер-

Ваальса и вириальное уравнение состояния — примеры двух существенно различных подходов, используемых в физической химии. В уравнении Ван-дер-Ваальса отклонение от идеальности газов учитывается путем введения поправок на собственный объем молекул и межмолекулярные силы. Хотя эти поправки позволяют значительно улучшить совпадение с наблюдаемыми свойствами газов, уравнение Ван-дер-Ваальса все же остается приближенным соотношением. Это объясняется тем, что наши знания о межмолекулярных силах недостаточны для количественного описания свойств газа на молекулярной основе. Можно, конечно, пытаться усовершенствовать это уравнение путем введения различных дополнительных поправок. И действительно, после того как Ван-дер-Ваальс предложил свое уравнение, многие другие уравнения состояния были предложены различными учеными. В противоположность уравнению Ван-дер-Ваальса вириальное уравнение — это точное уравнение состояния реальных газов, однако оно никак не связано с какой-либо молекулярной интерпретацией свойств газов (разрядка — Д. Б.). Отклонение от идеальности газа формально учитывается математически с помощью разложения в ряд, коэффициенты B, C, Д, ... которого определяются из экспериментов. Эти коэффициенты не имеют физического смысла, хотя их можно связать косвенным путем с межмолекулярными силами. Таким образом, имеется выбор между приближенным уравнением, основанном на некоторых физических соображениях, и точным уравнением, которое, однако, ничего не говорит нам о физической природе отклонения свойств реального газа от идеальности». В отличие от сказанного Р. Чангом, в рамках единой теории достигнуто полное единство между качественным и количественным описанием состояния реальных газов.

2. Параметрические коэффициенты состояния газов.

Необходимо твердо условиться и придерживаться того, что состояние газов в нормальных условиях есть основное или базовое состояние обозначаемое индексом «0» (P_0, V_0, T_0 и т. д.). При изменении одного из параметров состояния на величину $\pm \Delta P$, $\pm \Delta V$, $\pm \Delta t$ термодинамическая система переходит в новое состояние, обозначаемое «состояние —I», независимо от численного значения сдвига (P_I, V_I, T_I и т. д.). Поскольку базовое состояние всех газов можно свести в таблицу, как это сделано для основных газов в приложении — I, то оно служит отправной точкой для установления любого параметра i-го газа в любом другом состоянии. Это, во-первых. Во-вторых, для успешного движения вперед нам необходимо отбросить одно из заблуждений классической термодинамики. Дело в том, что со времен Ж. Шарля принято думать, что всякая газовая система характеризуется тремя переменными величинами (P, V, T), выступающими в роли аргументов состояния. Разработка же гиперчастотной механики выявила, что термодинамическая система

всякого реального газа является функцией только двух переменных — пространства и энергии, объема глобулы и частоты осциллятора. Давление же будучи объемной концентрацией энергии есть не что иное, как отношение двух аргументов — энергии и пространства, т. е. давление не является самостоятельным параметром термодинамической системы и его необходимо исключить из состава аргументов состояния системы. Но оно остается великолепным индикатором состояния, легко измеряемым несложными приборами. Иными словами, я хочу сказать, что все переменные параметры системы являются производными объема глобулы и частоты колебания осциллятора. Эти две величины и только они (при постоянстве числа осцилляторов в системе) являются аргументами термодинамической системы всякого реального газа.

Установлена совершенно четкая и ясная связь между аргументами и их производными в системах реальных газов. Количественную сторону этой связи утверждают два параметрических коэффициента: энергетический n_i и объемный α_i^3.

1) Энергетический коэффициент. Для подавляющего большинства реальных газов этот коэффициент установлен экспериментально в функции от температуры и объема. В общем случае, он представляет собой отношение энергии системы в i-ом состоянии к ее энергии в нормальном состоянии и имеет вид

$$n_i = \frac{P_i \cdot V_i}{P_0 \cdot V_0}, \tag{11.1}$$

где V_0 и V_i — объемы системы в нормальном и i-ом состояниях. При этом предполагается, что количество вещества в системе сохраняется постоянным. До сих пор считалось, что и количество структурных элементов системы также сохраняется постоянным. Как увидим ниже, такое допущение — ошибочно. Из приложения 1 следует — нет двух газов, обладающих, в нормальных условиях, одинаковой объемной плотностью, из чего следует, что число Лошмидта не является константой молекулярной физики. Следствием этого факта является и то, что единичный объем каждого газа содержит разное, хотя и близкое, число осцилляторов R_{0i}:

$$R_{0i} = N_{0i} \cdot V_{ед} \tag{11.2}$$

Установлено, что число осцилляторов подвержено существенным изменениям в зависимости от внешних факторов, ведущих к изменению объема и энергии системы

$$R_i = R_{0i} \cdot \gamma_i, \tag{11.3}$$

где R_i — число осцилляторов данного газа в i-ом состоянии; γ_i — коэффициент конденсации газа в этом же состоянии.

Самоочевидно — для того, чтобы понять тонкие свойства реаль-

ных газов необходимо в (11.1) перейти от макрообъема системы V_i к объему глобулы V_{gi} и далее — к гиперчастотным параметрам газа:

$$n_i = \frac{P_i \cdot V_i}{P_0 \cdot V_0} = \frac{P_i V_{gi} \cdot R_i}{P_0 \cdot V_{g0i} \cdot R_{0i}} = \frac{\frac{h \cdot f(t)}{V_{gi}} \cdot V_{gi} R_i}{\frac{hf_{0i}}{V_{g0i}} \cdot V_{g0i} R_{0i}} = \frac{f(t) \cdot R_i}{f_{0i} \cdot R_{0i}}. \tag{11.4}$$

При тщательном исследовании этого соотношения выявилось, что R_i в этом случае неявно содержит еще один коэффициент δ_i довольно сложной природы:

$$R_i = R_{0i} \gamma_i \delta_i. \tag{11.5}$$

Введя это значение R_i в (11.4) и переходя от частоты осцилляторов системы к ее термодинамической температуре получим:

$$n_i = \frac{f(t) \cdot R_{0i} \gamma_i \delta_i}{f_{0i} R_{0i}} = \frac{T_i \gamma_i \delta_i}{T_{0i}} = \frac{(T_{0i} + t_i)}{T_{0i}} \cdot \gamma_i \delta_i = (1 + \beta_{0i} \cdot t_i) \cdot \gamma_i \delta_i. \tag{11.6}$$

Удалось установить, что δ_i по своей физической сути есть коэффициент внутренней энергии суперосциллятора, состоящего из n_{si} осцилляторов:

$$\delta_i = \frac{P_i}{P_{si}} \cdot \frac{\varepsilon_{si}}{\varepsilon(f)}, \tag{11.7}$$

где P_{si} — внутреннее давление суперосциллятора; ε_{si} — внутренняя энергия суперосциллятора; $\varepsilon(f) = h \cdot f(t) = h\psi_i T_i$ — частотная энергия осциллятора и суперосциллятора; P_i — давление системы в i-ом состоянии. С учетом сказанного энергетический коэффициент n_i принимает завершенный вид:

$$n_i = (1 + \beta_{0i} t_i) \cdot \frac{P_i \cdot \varepsilon_{si} \cdot \gamma_i}{P_{si} \cdot \varepsilon(f)}. \tag{11.8}$$

Нетрудно заметить, что в этом содержании энергетический коэффициент n_i классической термодинамике неизвестен, ибо такие величины как ε_{si}, γ_i, P_{si} и $\varepsilon(f)$ выявлены только теперь, гиперчастотной механикой. Приравняв правые части (11.8) и (11.1) и учтя, что $P_0 V_0 = 1{,}01325 \cdot 10^5$ Дж/м^3. $V_{сд} = 1{,}01325 \cdot 10^5$ Дж $= E_0 =$ Const, получим:

$$\frac{V_i}{E_0} = \frac{(1 + \beta_{0i} t_i) \cdot \varepsilon_{si} \cdot \gamma_i}{P_{si} \cdot \varepsilon(f)}, \tag{11.9}$$

откуда определяется коэффициент конденсации γ_i:

$$\gamma_i = \frac{P_{si} V_i \cdot \varepsilon(f)}{E_0 \cdot \varepsilon_{si}(t + \beta_{0i} t_i)} = \frac{P_{si} \cdot V_i \cdot \varepsilon_{0i}}{E_0 \cdot \varepsilon_{si}}. \quad (11.10)$$

Твердо установлено, что при условии $P \to \infty$ все реальные газы включая и инертные, подвержены сложным фазовым переходам первого рода, объективным количественным выражением которых и служит коэффициент конденсации γ_i.

Найдено более удобное чем (11.10) выражение для определения коэффициента конденсации на основе постоянной Больцмана. Как мы уже знаем, постоянная Больцмана для i-го газа в нормальных условиях имеет вид $k_i = \varepsilon_{0i} \cdot \beta_{0i}$. Тщательное изучение функции $k = f(\alpha, n)$ привело к двум соотношениям:

$$k_i = \varepsilon_{0i} \cdot \beta(n) \cdot \gamma_i = \text{Const}, \quad (11.11)$$

$t > 0°$ C

$P \to \infty$

$$k_i = \varepsilon_{0i} \cdot \beta(n) / \gamma_i = \text{Const},$$

$t > 0°$ C

$P \to \infty$ (11.12)

где $\beta(n) = (n - 1)/t$, град$^{-1}$. (11.13)

Определяя из этих выражений коэффициент конденсации получим:

$$\gamma_i = \frac{k_i}{\varepsilon_{0i} \cdot \beta(n)} = \frac{k_i t}{\varepsilon_{0i}(n - 1)}, \quad (11.14)$$

$t > 0°$ C

$P \to \infty$

$$\gamma_i = \frac{\varepsilon_{0i} \cdot \beta(n)}{k_i} = \frac{\varepsilon_{0i}(n - 1)}{k_i t}, \quad (11.15)$$

$t < 0°$ C

$p \to \infty$

Введя в (11.14) и (11.15) вместо k_i ее значение $\beta_{0i}\varepsilon_{0i}$ получим наиболее простую форму для определения γ_i:

$$\gamma_i = \beta_{0i}/\beta(n) = \frac{\beta_{0i} \cdot t}{(n - 1)}, \quad (11.16)$$

$t > 0°$ C

$P \to \infty$

$$\gamma_i = \frac{\beta(n)}{\beta_{0i}} = \frac{(n-1)}{\beta_{0i} \cdot t}, \tag{11.17}$$

$t < 0°$ C

$P \to \infty$

Физическая суть коэффициента конденсации состоит в том, что он является количественной мерой уменьшения числа осцилляторов в системе. Это уменьшение происходит за счет аггрегации осцилляторов в суперосцилляторы, что и является сутью конденсации газа в пар. При этом величина обратная γ_i представляет собой число осцилляторов n_{si}, объединенных в один суперосциллятор:

$$n_{si} = 1/\gamma_i \tag{11.18}$$

Суперосциллятор всякого газа представляет собой структурную единицу парообразной фракции, элементарный кусочек пара. По своему внутреннему строению суперосциллятор — это типичный кристалл с характерным периодом элементарной ячейки a_{si} и отсутствием частотной энергии у элемента суперосциллятора, аналогично тому как отсутствует частотная энергия у атомов металлов. Отличительными особенностями суперосциллятора от типичного кристалла твердого тела являются: большая амплитуда колебания элементов, незначительность энергии электростатической связи между ними и меньшая, чем в системе, концентрация энергии, отвечающая условию

$$P_{si} < P_i, \tag{11.19}$$

где P_{si} — концентрация энергии в суперосцилляторе, P_i — концентрация энергии в системе. Как хорошо известно, для твердых тел характерно неравенство

$$P_{si} >> P_0, \tag{11.20}$$

благодаря чему они абсолютно устойчивы в наземных условиях. По своей физической сути P_{si} полностью совпадает с модулем Юнга, характеризующим прочность твердых тел в Па = Дж/м^3.

Для всякого реального газа γ_i имеет три степени градации, отчетливо разнящиеся между собой качественно и количественно.

а) $\gamma_i = 1$. Выполнение этого условия означает, что газ в данном состоянии по содержанию парообразной фракции не отличается от нормального состояния, ибо имеет место равенство:

$$\beta(n) = \beta_{0i} \tag{11.21}$$

б) $\gamma_i < 1$. При выполнении этого условия процесс идет таким образом, что доля парообразной фракции в системе возрастает, т. е. процесс сопровождается опережающим ростом конденсации газа в пар и падением числа осцилляторов, хотя количество вещества в системе сохраняется постоянным. Каскадный рост давления в системе сопровождается каскадным ростом величины суперосциллятора, продолжающийся до давления насыщения пара $P_н$ при данном значении t_i. Если изотермический процесс проводится при значениях $t < 0°$ С, то объективным показателем достижения $P_{нi}$ является переход энергетического коэффициента n_i через единицу. В точке достижения $n_i = 1$ коэффициент температурного расширения газа $\beta(n) = 0$. Коэффициент конденсации в точке насыщения пара определяется в доверительном интервале энергетического коэффициента $n_н = 0{,}99—1{,}01$:

$$\gamma_{нi} = \frac{0{,}99-1}{\beta_{0i} \cdot t_i}, \tag{11.22}$$

$t < 0°$

$$\gamma_i = \frac{\beta_{0i} \cdot t_i}{1{,}01 - 1} \tag{11.23}$$

$t > 0°$ С

— для легко конденсирующихся газов, как NH_3, CO_2 и др. Очевидно, что в интервале $n_н = 0{,}99 — 1{,}01$ имеет место $\gamma_{нi} = \gamma_{min}$ и $n_{знi} = 1/\gamma_{нi} = n_{зmax}$, т. е. суперосциллятор достигает максимального размера при данном значении t_i. При дальнейшем росте давления в системе, т. е. при $P_i > P_{зi}$ начинается обратный процесс — деструкция суперосциллятора или диссоциация пара в газ. Характерной особенностью системы в точке насыщения является равенство давления в системе с давлением внутри суперосциллятора:

$$P_{нi} - P_{знi} = 0 \tag{11.24}$$

в) $\gamma_i > 1$. Выполнение данного условия свидетельствует о том, что в системе преобладает диссоциация пара в газ над его конденсацией в пар. Процесс сопровождается ростом числа осцилляторов системы в γ_i раз и в этом случае коэффициент γ_i правильнее назвать коэффициентом диссоциации, а не конденсации. Условие $\gamma_i > 1$ выполняется либо в изотермическом процессе при $t < 0°$ С и $P_i < P_{нi}$, либо при расширении пространства, занимаемого газом.

Из анализа экспериментальных данных по реальным газам следует, что при $P \to 0$ и $T \to 0$ каждый газ стремится к состоянию полной диссоциации парообразной фракции. При каких конкретных

значениях P и T наступает это состояние у разных газов еще предстоит исследовать, а пока такими данными мы располагаем только по гелию. Если обратимся к таб. № 5 [14, стр. 574], то увидим, что при каскадном охлаждении гелия по двум изобарным линиям ($P_1 = 0$ ат и $P_2 = 1$ ат) при всех значениях температуры, включая и $t = -183°$ С сохраняется неизменной разность энергетического коэффициента между ними $\Delta n = n_2 - n_1 = 6 \cdot 10^{-4}$, свидетельствующая в пользу о более высокой степени диссоциации пара по линии $P_1 = 0$ ат. При охлаждении до $t = -208°$ С эта разность сокращается и становится равной $\Delta n = 5 \cdot 10^{-4}$, а при $t = -252{,}8°$С исчезает вовсе, т. е. $\Delta n = 0$. Из этого факта однозначно следует, что гелий достиг полной диссоциации парообразной фракции, имевшейся в его составе в нормальных условиях. Это значит, что при $t = -252{,}8°$С гелий, как при $P_1 = 0$ ат, так и при $P_2 = 1$ ат целиком состоит только из атомов He и отсутствуют условия для образования суперосцилляторов He_2, He_3 и т. д. Гиперчастотная механика утверждает, что если бы реальные газы были бы лишены способности конденсироваться в пар уже в нормальных условиях, то коэффициент температурного расширения для них всех был бы один и тот же, а его численное значение было бы меньше наблюдаемых у реальных газов. Обозначим этот чистый коэффициент температурного расширения (освобожденный от влияния фазовых переходов) β_0 и определим его значение по гелию. Отправными величинами для этого нам послужат: $\beta_0(\text{He}) = 3{,}658 \cdot 10^{-3}$ град$^{-1}$; $t_1 = -252{,}8°$ С, $n_f = 0{,}0745$.

$$\beta\,(n) = \frac{(n_1 - 1)}{t_1} = \frac{-0{,}9255}{-252{,}8} = 3{,}6609968 \cdot 10^{-3}\ \text{град}^{-1} \tag{11.25}$$

$$\gamma_1 = \beta\,(n)/\beta_0\,(\text{He}) = 1{,}0008196 \tag{11.26}$$

Физическая суть γ_1 состоит в том, что он является показателем роста числа атомов гелия в единичном объеме при охлаждении от $t_0 = 0°$ С до $t_1 = -252{,}8°$ С за счет диссоциации парообразной фракции нормального состояния. Из этого факта следует равенство:

$$\gamma_1 = n_{z0}\,(\text{He}), \tag{11.27}$$

т. е. коэффициент полной диссоциации гелия при t_1 есть доля пара в его составе при t_0. Долю парообразной фракции гелия в нормальных условиях можно выразить через коэффициент конденсации в нормальных условиях γ_0(He):

$$n_{z0}\,(\text{He}) = 1/\gamma_0\,(\text{He}). \tag{11.28}$$

Эти простые соотношения позволяют составить несложную систему

из двух уравнений, которую можно решить относительно искомой величины β_0:

$$\left.\begin{aligned}\gamma_0\,(\mathrm{He}) &= \frac{\beta_0}{\beta_0\,(\mathrm{He})}\\ \gamma_0\,(\mathrm{He}) &= 1/\gamma_1\end{aligned}\right\} \tag{11.29}$$

откуда легко определяется постоянная β_0:

$$\beta_0 = \beta_0\,(\mathrm{He})/\gamma_1 = 3{,}6550044\cdot 10^{-3}\ \text{град}^{-1} = \mathrm{Const}. \tag{11.30}$$

Теперь в общем виде, применительно к любому, i-ому газу имеем:

$$\beta_0 = \beta_{0i}\cdot\gamma_{0i} = \mathrm{Const}, \tag{11.31}$$

$$\gamma_{0i} = \beta_0/\beta_{0i}. \tag{11.32}$$

Вывод этих лаконичных соотношений и позволил установить, что все реальные газы в нормальных условиях содержат в своем составе определенную долю пара. Эта доля минимальна у гелия и максимальна у хлора (среди изученных мною газов, прилож. 1). Так, у гелия доля пара составляет $[1 - \gamma_0(\mathrm{He})]\cdot 100\% = 0{,}08196\%$, у хлора — 4,569%.

2) Объемный коэффициент α_i^3. Этот коэффициент является количественной мерой изменения объема системы и объема глобулы при переходе из нормального в i-ое состояние и имеет следующий общий вид:

$$\alpha_i^3 = V_i/V_0. \tag{11.33}$$

В α_i^3 в неявном виде входит и коэффициент конденсации, что обнаруживается при переходе от объема системы V_i к объему глобулы V_{gi}:

$$\alpha_i^3 = \frac{V_i}{V_0} = \frac{V_{gi}\cdot R_i}{V_{g0i}\cdot R_{0i}} = \frac{V_{gi}R_{0i}\gamma_i}{V_{g0i}\cdot R_{0i}} = \frac{V_{gi}\cdot\gamma_i}{V_{g0i}} \tag{11.34}$$

Определяя из этого соотношения V_{gi} получим:

$$V_{gi} = \frac{V_{g0i}\alpha_i^3}{\gamma_i} = V_{g0i}\cdot\alpha_i^3\cdot n_{si} \tag{11.35}$$

Теперь не составляет труда показать как связаны между собой оба параметрических коэффициента n_i и α_i^3:

$$n_i = \frac{P_iV_i}{P_0V_0} = \frac{P_i}{P_0}\cdot\alpha_i^3, \tag{11.36}$$

$$\frac{n_i}{\alpha_i^3} = \frac{P_i}{P_0}, \tag{11.37}$$

$$\alpha_i^3 = \frac{n_i P_0}{P_i}. \qquad (11.38)$$

И поскольку для основных газов n_i экспериментально измерен в широком диапазоне значений t и P, то можно считать α_i^3 такой же известной величиной, как и n_i.

Для гиперчастотных параметров газов, имеющих не объемную природу, используется линейный коэффициент α_i, представляющий собой корень кубический из пространственного коэффициента:

$$\alpha_i = \sqrt[3]{V_i/V_0} = \sqrt[3]{n_i P_0/P_i} \qquad (11.39)$$

Так, если изменение объема глобулы пропорционально α_i^3, то изменение диаметра глобулы и амплитуды колебания осциллятора пропорционально α_i:

$$d_{gi} = d_{g0i} \cdot \alpha_i \cdot \sqrt[3]{n_{si}}, \qquad (11.40)$$

$$A_i = A_{0i} \cdot \alpha_i \cdot \sqrt[3]{n_{si}}. \qquad (11.41)$$

Из рассмотрения (11.1)—(11.41) следует, что найдена естественная связь между изменением объема системы и объемом глобулы, между изменением суммарной энергии системы и энергией осциллятора, между изменением концентрации энергии в системе и фазовыми переходами в ней. Значительным открытием явилось установление количественных закономерностей фазового перехода первого рода в газах, которое привело к правильному и глубокому раскрытию энергетических составляющих системы. С помощью двух коэффициентов n_i и α_i^3 удалось не только надежно, но и изящно связать параметры реальных газов в любом i-ом состоянии с параметрами нормального состояния. Ниже приводятся основные уравнения гиперчастотной механики в функции от n_i и α_i^3, т. е. в функции от изменения пространства и энергии системы. Вместе с данными нормального состояния (Прилож. 1) эти уравнения представляют собой универсальный термодинамический инструмент с помощью которого можно решать абсолютно все задачи этой области науки и производства.

3. Система параметрических уравнений реальных газов.

1) $T(t) = (T_{0i} + t) = T_i -$ (11.42)

— термодинамическая температура первого порядка, К.

2) $T_0(n) = \dfrac{t_i}{(n_i - 1)} -$ (11.43)

— температура термодинамического нуля в i-ом состоянии газа, К. Для значений $t < 0°$ С и $n < 1$, а также для $t > 0°$ С и $n > 1$.

3) $T_0(n) = \frac{t_i}{(1 - n_i)}$ – (11.44)

— то же для значений $t < 0°$ С и $n > 1$.

4) $T(n, t) = [T_0(n) + t_i]$ — (11.45)

— термодинамическая температура 2-го порядка, К.

5) $\beta(n) = 1/T_0(n) = (n_i - 1)/t_i$ – (11.46)

— коэффициент температурного расширения первого порядка, $град^{-1}$.

6) $\beta(n, t) = \frac{1}{T(n, t)} = \frac{1}{[T(n) + t_i]}$ – (11.47)

— коэффициент температурного расширения 2-го порядка

7) $V_g(\alpha, n) = V_{g0i} \cdot \alpha_i^3 \cdot n_{si}$ – (11.48)

— объем глобулы, $м^3$

8) $N(\alpha, n) = 1/V_g(\alpha, n) = N_{0i}/\alpha_i^3 \cdot n_{si}$ – (11.49)

— объемная плотность осцилляторов в системе, $м^{-3}$

9) $m(\gamma) = m_{0i}/\gamma_i = m_{0i} \cdot n_{si}$ – (11.50)

— масса осциллятора, кг

10) $\rho(\alpha, n) = m(\gamma)/V_g(\alpha, n) = \rho_{0i}/\alpha_i^3$ – (11.51)

— плотность газа, $кг \cdot м^{-3}$

11) $R(\gamma) = N_{0i} \cdot V_0 \cdot \gamma_i = R_{0i} \cdot \gamma_i$ – (11.52)

— число осцилляторов в системе.

12) $d_g(\alpha, n) = d_{g0i} \cdot \alpha_i \cdot \sqrt[3]{n_{si}}$ – (11.53)

— диаметр глобулы, м

13) $A(\alpha, n) = A_{0i} \cdot \alpha_i \cdot \sqrt[3]{n_{si}}$ – (11.54)

— амплитуда колебания осциллятора, м

14) $f(t) = \psi_i T_i = \psi_i \cdot (T_{0i} + t)$ – (11.55)

— частота колебания осциллятора, $с^{-1}$

ψ_i – частотная постоянная i-го газа.

15) $f(t) = f_{0i} \cdot \frac{T_i}{T_{0i}} = f_{0i} \cdot \frac{(T_{0i} + t)}{T_{0i}} = f_{0i}(1 + \beta_{0i} t)$ (11.56)

16) $v(\alpha, n) = 2A(\alpha, n) \cdot f(\alpha, n) = v_{0i} \cdot \alpha_i \cdot \sqrt[3]{n_{si}} \cdot (1 + \beta_{0i} t) -$
— линейная скорость осциллятора, м·с$^{-1}$ (11.57)

17) $r(\alpha, n) = \hbar / m(\gamma) \cdot v(\alpha, n) = r_{0i} / \alpha_i \cdot \sqrt[3]{n_{si}^4} \cdot (1 + \beta_{0i} t) -$ (11.58)

— критическое расстояние между осцилляторами, м

18) $i(\alpha, n) = m(\gamma) \cdot v(\alpha, n) = i_{0i} \cdot \alpha_i \sqrt[3]{n_{si}^4} \cdot (1 + \beta_{0i} t) -$ (11.59)

— импульс осциллятора, кг·м·с$^{-1}$

19) $i(\alpha, n) = \dfrac{\hbar}{r(\alpha, n)} = \dfrac{\hbar \alpha_i \sqrt[3]{n_{si}^4} (1 + \beta_{0i} t)}{r_{0i}}$ (11.60)

20) $\delta(\alpha, n) = (\alpha_i^2 \cdot n_i - 1) -$ (11.61)

— угол траекторного поворота осциллятора при рассеянии на осцилляторе, радиан. Для условия $\gamma_i = 1$ и $n_{si} = 1$.

21) $\delta(\alpha, n) = (\alpha_i^2 \cdot \sqrt[3]{n_{si}^2} \cdot n_i - 1) -$ (11.62)

— то же, когда $n_{si} > 1$

22) $S(\alpha, n) = \dfrac{\hbar \cdot \delta(\alpha, n, \gamma)}{i(\alpha, n)} = \dfrac{r_{0i} (\alpha_i^2 \cdot \sqrt[3]{n_{si}^2} \cdot n_i - 1)}{\alpha_i \cdot \sqrt[3]{n_{si}^4} \cdot (1 + \beta_{0i} t)} -$ (11.63)

— дуга рассеяния осциллятора на осцилляторе, м.

23) $u(\alpha, n) = f(t)\,[r(\alpha, n) + S(\alpha, n)] = \dfrac{u_{0i} (2 - \alpha_i^2 \cdot \sqrt[3]{n_{si}^2} \cdot n_i)}{\alpha_i \cdot \sqrt[3]{n_{si}^4}} -$ (11.64)

— скорость блуждания глобулы, м·с$^{-1}$

24) $\varepsilon(\alpha, n) = \varepsilon_{0i} \cdot n_i / \gamma_i = \varepsilon_{0i} \cdot n_i \cdot n_{si} -$ (11.65)

— полная энергия осциллятора, Дж

25) $\varepsilon(f) = hf(t) = hf_{0i} (1 + \beta_{0i} t) = \varepsilon_{0i} (1 + \beta_{0i} t) -$ (11.66)

— частотная энергия осциллятора, Дж

26) $\varepsilon(u) = m(\gamma)\, v(\alpha, n) \cdot u(\alpha, n) \cdot a = \varepsilon(f) \cdot (2 - \alpha_i^2 \cdot \sqrt[3]{n_{si}^2} \cdot n_i) =$

$= \varepsilon_{0i} (2 - \alpha_i^2 \cdot \sqrt[3]{n_{si}^2} \cdot n_i) (1 + \beta_{0i} t) -$ (11.67)

— механическая энергия осциллятора, Дж

27) $\varepsilon_s(\alpha, n) = \varepsilon(\alpha, n) - \varepsilon(f) - \varepsilon(u) =$

$$= \varepsilon_{0i} [n_i n_{si} - (1 + \beta_{0i} t)(3 - \alpha_i^3 \cdot \sqrt[3]{n_{si}^2} \cdot n_i)] - \quad (11.68)$$

— внутренняя энергия суперосциллятора, Дж

28) $$\varepsilon_s(\alpha, n) = m_{0i} v_{si} u_{si} n_{si} - \quad (11.69)$$

— внутренняя энергия суперосциллятора, где v_{si} – линейная скорость элемента суперосциллятора, u_{si} – скорость его блуждания в координатах элементарной ячейки.

29) $$\varepsilon(\alpha, n) = \varepsilon_s(\alpha, n) + \varepsilon(f) + \varepsilon(u) =$$

$$= [2m_{0i} A_{si} u_{si} n_{si} + h(3 - \alpha_i^2 \cdot \sqrt[3]{n_{si}^2} \cdot n_i)] \cdot f(t) - \quad (11.70)$$

— полная энергия осциллятора. A_{si} – амплитуда элемента осциллятора. $n_{si} > 1$.

30) $$\Delta\varepsilon_{si} = \frac{\varepsilon_s(\alpha, n)}{n_{si}} = \varepsilon_{0i}\gamma_i [n_i n_{si} - (1 + \beta_{0i} t)(3 - \alpha_i^2 \cdot \sqrt[3]{n_{si}^2} \cdot n_i)] - \quad (11.71)$$

— внутренняя энергия одного элемента суперосциллятора

31) $$P_{si} = P_i \cdot \frac{\rho(\alpha, n)}{\rho_{si}} = P_i \cdot \frac{\rho_{0i}/\alpha_i^3}{m_{0i}/\Delta V_{si}} = \frac{P_i N_{0i} \Delta V_{si}}{\alpha_i^3} - \quad (11.72)$$

— внутреннее давление суперосциллятора, Дж·м$^{-3}$. $\rho(\alpha, n)$ – средняя плотность газа в системе; ρ_{si} – собственная плотность суперосциллятора, кг·м$^{-3}$.

32) $$P_{si} = \frac{\Delta\varepsilon_{si}}{\Delta V_{si}}, \text{ Дж} \cdot \text{м}^{-3} \quad (11.73)$$

Приравняв правые части (11.72) и (11.73) и решая полученное уравнение относительно объема элементарной ячейки суперосциллятора ΔV_{si} получим:

33) $$\Delta V_{si} = \sqrt{\frac{\Delta\varepsilon_{si} \cdot \alpha_i^3}{P_i \cdot N_{0i}}} = \sqrt{\frac{\Delta\varepsilon_{si} V_{g0i} \alpha_i^3}{P_i}} - \quad (11.74)$$

— объем элементарной ячейки суперосциллятора, м^3

34) $$a_{si} = \sqrt[3]{\Delta V_{si}} = \sqrt[6]{\frac{\Delta\varepsilon_{si} V_{g0i} \alpha_i^3}{P_i}} - \quad (11.75)$$

— период элементарной ячейки суперосциллятора, м

35) $$2m_{0i} f_{(t)}^2 2A_{si}^2 - 2m_{0i} a_{si} f_{(t)}^2 \cdot A_{si} + \Delta\varepsilon_{si} = 0 \quad (11.76)$$

— квадратное уравнение относительно решения амплитуды колебания элемента суперосциллятора A_{si}, м.

36) $f_{si} = f(t) = f_{0i}(1 + \beta_{0i}t)$ — (11.77)

— частота элемента суперосциллятора равна частоте осциллятора

37) $v_{si} = 2A_{si}f(t) = 2A_{si}f_{0i}(1 + \beta_{0i}t)$ — (11.78)

— линейная скорость элемента суперосциллятора в координатах глобулы

38) $i_{si} = m_{0i}v_{si} = 2m_{0i}A_{si}f_{0i}(1 + \beta_{0i}t)$ — (11.79)

— импульс элемента суперосциллятора

39) $\delta_{si} = (1 - \alpha_i^2 \cdot n_i)$ — (11.80)

— угол траекторного поворота элемента суперосциллятора

40) $\theta_{si} = (\pi + \delta_{si})/2$ — (11.81)

— угол рассеяния элемента суперосциллятора на элементе, радиан

41) $S_{si} = \dfrac{\hbar \cdot \delta_{si}}{i_{si}} = \dfrac{\hbar\,(1 - \alpha_i^2 \cdot n_i)}{2m_{0i}A_{si}f_{0i}(1 + \beta_{0i}t)}$ — (11.82)

— дуга рассеяния элемента суперосциллятора на элементе, м.

42) $r_{si} = a_{si} - A_{si} - s_{si}$ — (11.83)

— расстояние взаимного сближения элементов суперосциллятора, м

43) $u_{si} = f(t)(r_{si} + s_{si})$ — (11.84)

— скорость блуждания элемента суперосциллятора в координатах ΔV_{si}, м·с$^{-1}$

44) $\Delta\varepsilon_{si} = m_{0i}v_{si}u_{si}$ — (11.85)

— энергия элемента суперосциллятора

45) $P(\alpha, n) = P_0 n_i/\alpha_i^3$ — (11.86)

— давление в системе, Дж·м$^{-3}$.

46) $\eta(\alpha, n) = \dfrac{m(\gamma)\cdot f(t)}{\pi \cdot d_g(\alpha, n)} = \dfrac{m_{0i}\cdot n_{si}f_{0i}(1 + \beta_{0i}t)}{\pi \cdot d_{g0i}\alpha_i \cdot \sqrt[3]{n_{si}}} =$

$= \eta_{0i} \cdot \dfrac{n_{si}(1 + \beta_{0i}t)}{\alpha_i \sqrt[3]{n_{si}}}$ — (11.87)

динамическая вязкость газа, Па·с = $\frac{\text{кг}}{\text{м}\cdot\text{с}}$

47) $k_{0i} = P_0 \cdot V_{g0i}\,\beta_{0i} = \varepsilon_{0i}\cdot\beta_{0i}$ – (11.88)

— постоянная Больцмана для i-го газа в нормальных условиях, Дж·К$^{-1}$.

48) $k(\alpha, n)_{\substack{T\\ t<0^\circ C}} = P(\alpha, n)\cdot V_g(\alpha, n)\cdot\beta(n, t) = \frac{P_0 n_i}{\alpha_i^3}\cdot\frac{V_{g0i}\alpha_i^3}{\gamma_i}\cdot\beta(n, t) =$

$$= \frac{\varepsilon_{0i} n_i\,\beta(n, t)}{\gamma_i} = \frac{\varepsilon_{0i} n_i\,\beta(n, t)}{n_i\,\beta(n, t)/\beta_{0i}} = \varepsilon_{0i}\,\beta_{0i} = k_{0i} = \text{Const} \quad (11.89)$$

49) $\psi(\alpha, n)_{\substack{T\\ t<0^\circ C}} = \frac{k(\alpha, n)_T}{h} = \frac{\varepsilon_{0i}\,\beta_{0i}}{h} = \psi_{0i} = \text{Const}$ – (11.90)

частотная постоянная i-го газа, К$^{-1}\cdot$с$^{-1}$

50) $\xi(\alpha, n)_{\substack{T\\ t<0^\circ C}} = h/k(\alpha, n)_T = h/\varepsilon_{0i}\,\beta_{0i} = \xi_{0i} = \text{Const}$ – (11.91)

температурная постоянная i-го газа, К·с

51) $k(\alpha, n)_{\substack{T\\ t>0^\circ C}} = \frac{\varepsilon_{0i} n_i\,\beta(n, t)}{\gamma_i} = \frac{\varepsilon_{0i} n_i\,\beta(n, t)}{\beta_{0i}/n_i\,\beta(n, t)} =$

$$= \frac{\varepsilon_{0i} n_i^2\,\beta^2(n, t)}{\beta_{0i}} = \frac{\varepsilon_{0i}\,\beta^2(n)}{\beta_{0i}}. \quad (11.92)$$

52) $\psi(\alpha, n)_{\substack{T\\ t>0^\circ C}} = \frac{k(\alpha, n)_T}{h} = \frac{\varepsilon_{0i}\,\beta^2(n)}{h\cdot\beta_{0i}}$ (11.93)

53) $\xi(\alpha, n)_{\substack{T\\ t>0^\circ C}} = \frac{1}{\psi(\alpha, n)_T} = \frac{h\cdot\beta_{0i}}{\varepsilon_{0i}\,\varepsilon^2(n)}$. (11.94)

Таким образом, постоянная Больцмана для i-го газа k_i, частотная постоянная ψ_i и температурная постоянная ξ_i в изотермическом процессе при $t < 0^\circ$ С являются фундаментальными константами, инвариантными к параметрическим коэффициентам системы α_i и n_i. Но они же перестают быть таковыми если изотермический процесс проводится при значениях $t > 0^\circ$ С.

54) $C(f) = \frac{\varepsilon(f)}{T(n, t)\cdot m(\gamma)} = \frac{hf_{0i}(1 + \beta_{0i}t)\,\beta(n, t)}{m_{0i} n_{si}}$ – (11.94)

— частотная доля теплоемкости системы, $\frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot\text{К}} = \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2\cdot\text{К}}$.

55) $$C(u) = \frac{m(\gamma)\, v(\alpha, n)\, u(\alpha, n)\, a}{T(n, t)\cdot m(\gamma)} =$$

$$= v_{0i}\cdot u_{0i}\cdot a\cdot \frac{(1+\beta_{0i}t)(2-\alpha_i^2\cdot\sqrt[3]{n_{si}^2}\cdot n_i)}{n_{si}T(n, t)} - \qquad (11.95)$$

— механическая доля теплоемкости газа, $м^2/с^2 \cdot К$.

56) $$C_{si} = \frac{\Delta\varepsilon_{si}}{T(n, t)\cdot m_{0i}} = \frac{m_{0i}v_{si}u_{si}}{T(n, t)\cdot m_{0i}} = v_{si}u_{si}\cdot\beta(n, t) - \qquad (11.96)$$

— теплоемкость элемента суперосциллятора, $м^2/с^2 \cdot К$.

57) $$C_s(\gamma) = C_{si}/\gamma_i = C_{si}n_{si} = v_{si}u_{si}n_{si}\beta(n, t) - \qquad (11.97)$$

— внутренняя теплоемкость газа, $м^2/с^2 \cdot К$

58) $$C(\alpha, n)_V = C(f) + C(u) + C_s(\gamma) - \qquad (11.98)$$

— полная удельная теплоемкость газа

59) $$C(\alpha, n)_V = \frac{\varepsilon(\alpha, n)}{T(n, t)\cdot m(\gamma)} = \frac{\varepsilon_{0i}n_in_{si}}{T(n, t)\cdot m_{0i}n_{si}} = \frac{\varepsilon_{0i}n_i\beta(n, t)}{m_{0i}} - \qquad (11.99)$$

— полная удельная теплоемкость газа.

4. Уравнение истинного состояния газа. На языке классической термодинамики мы бы сказали, что важнейшей задачей этой области науки является решение функции

$$P = f(V, T), \qquad (11.100)$$

которая, кстати, до сих пор еще не решена. На языке же гиперчастотной механики я скажу: найдено блестящее решение — концентрации энергии в системе в функции от объема глобулы и энергии осциллятора, т. е. решена функция

$$P = f(V_{gi}, \varepsilon_i) \qquad (11.101)$$

Рассмотрим решение этой функции поэтапно. Напомню, что во всех расчетах в качестве начального макрообъема газа берется $V_0 = V_{сл}$, а индекс i при всех величинах, за исключением фундаментальных констант ψ_i, ξ_i, и k_i, означает i-ое состояние исследуемого газа, отличное от нормального, обозначаемого индексом нуль (v_0, A_0 и т. д.). Величина с двумя индексами (v_{0i}, A_{0i} и т. д.) относится к i-му газу в нормальном состоянии. И еще нам следует помнить, что нормальное состояние газа есть реперное состояние, а процессы, проводимые при условии когда один из параметров системы остается в нормальном состоянии, являют собою особые, частные случаи. Так, если изобарный процесс

проводится при $P = P_0$, то непременно $\alpha_i^3 = n_i$, если изотермический процесс проводится при $t = 0°$ С, то непременно $(1 + \beta_{0i}t) = 1$; если изохорный процесс проводится при $V = V_0 = 1$ м^3, то непременно $\alpha_i^3 = 1$. Уравнение, которое мы сейчас выведем, с равным успехом описывает истинное состояние газа во всех процессах — изотермическом, изобарном, изохорном и адиабатном.

Для решения функции (11.101) для i-го газа в i-ом состоянии необходимо точное решение полной энергии осциллятора, фазовое состояние газа и объем глобулы. Полную энергию системы в i-ом состоянии можно определить несколькими способами на базе основного уравнения гиперчастотной механики. Но мы используем то уравнение, которое описывает и внутреннюю энергию суперосцилляторов, т. е. мы должны исходить при решении нашей функции из самого сложного состояния газа, когда в его составе доля пара составляет заметную величину. Таким уравнением является (11.70), на основании которого можно записать для полной энергии системы E_i:

$$E_i = \varepsilon(\alpha, n)\, R(\alpha, n) = [2m_{0i}A_{si}u_{si}n_{si} +$$

$$+ h(3 - \alpha_i^2 \cdot \sqrt[3]{n_{si}^2} \cdot n_i)]\, f(t)\, R_{0i}\gamma_i. \qquad (11.102)$$

Нетрудно видеть, что при условии $\gamma \to 1$ внутренняя энергия системы стремится к нулю и (11.102) обращается к виду

$$E_i = hf_{0i}(1 + \beta_{0i}t)\, R_{0i} = \varepsilon_{0i}R_{0i}(1 + \beta_{0i}t), \qquad (11.103)$$

описывающему систему в состоянии несущественно отличающемся от нормального. Хотя (11.102) и представляет полную энергию системы оно еще не развернуто до конца, ибо частота колебания осциллятора в нем представлена простейшей формой $f(t) = f_{0i}(1 + \beta_{0i}t)$. Развернув $f(t)$ получим:

$$f(t) = \frac{v(\alpha, n)}{2A(\alpha, n)} = \frac{v_{0i}\alpha_i \cdot \sqrt[3]{n_{si}}\,(1 + \beta_{0i}t)}{2\,[d_g(\alpha, n) - r(\alpha, n) - s(\alpha, n)]} =$$

$$= \frac{v_{0i}\alpha_i \cdot \sqrt[3]{n_{si}} \cdot (1 + \beta_{0i}t)}{2\left[d_{g0i}\alpha_i \sqrt[3]{n_{si}} - \dfrac{\text{эф}}{i_{0i}\alpha_i \sqrt[3]{n_{si}^4}\,(1 + \beta_{0i}t) \cdot v_{\text{сд}}} - \dfrac{h\,(1 - \alpha_i^2 \cdot \sqrt[3]{n_{si}^2} \cdot n_i)}{i_{0i}\alpha_i \sqrt[3]{n_{si}^4}\,(1 + \beta_{0i}t)}\right]}$$

(11.04)

Теперь мы имеем все для решения функции (11.101) и можем это сделать двояко: первое решение связано с использованием полной энергии системы газа и имеет вид:

$$P_i = \frac{\varepsilon(\alpha, n)\, R(\gamma)}{V(\alpha, n)} = \frac{[\varepsilon_x(\gamma) + \varepsilon(f) + \varepsilon(u)]\, R_{0i}\gamma_i}{V_{\text{сд}}\alpha_i^3/\gamma_i} =$$

$$= \frac{[\varepsilon_s(\gamma) + \varepsilon(f) + \varepsilon(u)]\, R_{0i}\gamma_i^2}{V_{\text{сд}} \cdot \alpha_i^3}, \quad \frac{\text{Дж}}{\text{м}^3} = \text{Па} \tag{11.105}$$

Несмотря на объективную верность это решение неполноценно с познавательной точки зрения. Следует подчеркнуть однако, что в этом соотношении отчетливо выступает великая роль в формировании давления фазовое состояние системы, о чем свидетельствует коэффициент конденсации γ_i, входящий в него во второй степени. Второе, я бы сказал абсолютное, решение функции $P = f(V_{gi}, \varepsilon_i)$ базируется на энергии и пространстве одного осциллятора системы и являет собою уравнение истинного состояния газа:

$$P_i = \varepsilon(\alpha, n)/V_g(\alpha, n) =$$

$$= \frac{[2m_{0i}A_{si}u_{si}n_{si} + h(3 - \alpha_i^2 \cdot \sqrt[3]{n_{si}^2} \cdot n_i)]\, v_{0i}\sqrt[3]{n_{si}}\,(1 + \beta_{0i}t)\cdot\gamma_i}{2V_{g0i}\alpha_i^2\left[d_{g0i}\alpha_i \cdot \sqrt[3]{n_{si}} - \frac{\text{э}\varphi}{i_{0i}\alpha_i\sqrt[3]{n_{si}^4}\cdot(1+\beta_{0i}t)\cdot\nu_{\text{сд}}} - \frac{\hbar(1-\alpha_i^2\cdot\sqrt[3]{n_{si}^2}\cdot n_i)}{i_{0i}\alpha_i\sqrt[3]{n_{si}^4}\cdot(1+\beta_{0i}t)}\right]} \tag{11.106}$$

Если посчитать число физических величин, входящих в это уравнение, то их окажется 26 (17 явных и 9 неявных)! Восклицательным знаком тут я хочу акцентировать степень глубины нашего теперешнего проникновения в тайны микромира. Из (11.106) следует, что концентрация энергии, или как принято чаще говорить, давление системы формируется сложнейшим взаимодействием 26 реальных физических параметров газа, о большинстве из которых классическая теория не имела ни малейшего представления. По уравнению истинного состояния газа (11.106) можно предвычислить все гиперчастотные параметры системы, определяющие ее состояние если известны два исходных параметра, а именно P_i и α_i^3 или α_i^3 и n_i. Для реперного состояния, когда $\alpha_0^3 = 1$ и $n_0 = 1$ уравнение (11.106) упрощается к виду:

$$P_0 = \frac{h \cdot v_{0i}}{2V_{g0i}\left(d_{g0i} - \frac{\text{э}\cdot\varphi}{m_{0i}v_{0i}\cdot\nu_{\text{сд}}} - \frac{\hbar}{m_{0i}v_{0i}}\right)} \tag{11.107}$$

При этом принимается $\gamma_{0i} = 1$, хотя ни у одного из газов действительное значение $\gamma_{0i} \neq 1$. Это связано с тем, что в период формирования системы величин, характеризующих нормальное состояние и вошедших в Приложение — 1, вопрос о фазовых переходах газов еще не был изучен, а графа с указанием значений γ_{0i} добавлена в него без соответствующей корректировки в этой связи остальных величин приложения. Эту корректировку предстоит сделать в будущем. Из (11.107) следует, что в нормальных условиях энергия

системы представлена только одной компонентой — частотной, тогда как при условии $P_i > P_0$ она формируется из трех компонент — частотной, механической и внутренней.

§ 12. Полная механика макромира

1. **Введение.** Три закона классической механики применительно к телам макромира были установлены И. Ньютоном в 1687 г. До этого, в 1609 г., Г. Галилеем было установлено, что на поверхности Земли все тела обладают одним и тем же ускорением, направленным к центру Земли. При выведении понятия силы Ньютон, по-видимому, исходил из того факта, что статическую силу тел на поверхности Земли определяют две величины — масса m и ускорение свободного падения g: $F_g = mg$. Эту форму связи между силой F_g и определяющими ее величинами он без изменения распространил и на случай динамической силы F, лишь заменим g на a: $F = ma$, где $a = \Delta v/\Delta t$ есть ускорение, с которым движется тело. Ничего другого не было предложено Ньютоном для описания динамической силы, как и не было других предложений от поколений механиков за истекшие 300 лет.

Между тем совершенно очевидно, что $F = ma$ есть лишь частный случай в движении тел, ибо существует сколь угодно большое число случаев, когда тело движется с постоянной скоростью при $\Delta v/\Delta t = 0$. В этом случае основной закон механики (второй закон Ньютона) вступает в противоречие с самим собой. Так, тело движущееся с постоянной скоростью, согласно формуле $F = ma$, не обладает силой ввиду $a = 0$. Но с другой стороны, как хорошо известно из опыта, такое тело при столкновении с другим, у которого $v = 0$, передает ему ускорение и, стало быть, и силу. Выходит, что первое тело передает второму то, чем не обладает само! Из этого следует, что динамическая сила макротела, как и сила осцилляторов, должна определяться без участия понятия ускорение. Но сначала решим два варианта, одной реальной задачи на основе второго закона Ньютона. Дано:

$P = 1000$ кг — вес легкового автомобиля с водителем,

$m = P/g = 101{,}937$ кг — масса автомобиля,

l_1 — участок разгона автомобиля от $v_0 = 0$ до v_1,

l_2 — участок крейсерской скорости $v_1 = \text{Const}$,

v_1 — 80 км/час = 22,222 м · с$^{-1}$ — крейсерская скорость,

$t_1 = t_2 = 30$ с — продолжительность движения автомобиля на участках l_1 и l_2.

Определить по обоим участкам: ускорение a, импульс i, динамическую силу F, пройденный путь, работу по переносу автомобиля A, кинетическую энергию автомобиля E.

Решение по участку l_1:

1) $\Delta v_1 = v_1 - v_0 = v_1$ (ввиду $v_0 = 0$),

2) $\Delta t_1 = t_1 - t_0 = t_1$ (ввиду $t_0 = 0$),
3) $\overline{v}_1 = (v_0 + v_1)/2 = 11{,}111$ м $\cdot$ с$^{-1}$ — средняя скорость на участке l_1,
4) $a_1 = \Delta v_1/\Delta t_1 = 0{,}74074$ м $\cdot$ с$^{-2}$ — ускорение,
5) $F_1 = ma_1 = 75{,}5088$ Н,
6) $i_1 = m\overline{v}_1 = 1132{,}622$ кг $\cdot$ м $\cdot$ с$^{-1}$ — импульс на участке l_1,
7) $l_1 = \overline{v}_1 \cdot t_1 = 333{,}3$ м,
8) $A_1 = F_1 \cdot l_1 = 25169{,}574$ Дж,
9) $E = m \cdot (\overline{v}_1)^2/2 = 6292{,}2815$ Дж.

Из сравнения полученных результатов по импульсу и силе автомобиля на участке разгона следует, что $|i_1| = 15 \cdot |F_1|$.

Решение задачи по участку l_2:
1) $a_2 = 0$ (ввиду $v_1 = \text{Const}$),
2) $F_2 = 0$ (ввиду $a_2 = 0$),
3) $i_2 = mv_1 = 2265{,}244$ кг $\cdot$ м $\cdot$ с$^{-1}$,
4) $l_2 = v_1 \cdot t_2 = 666{,}66$ м,
5) $A_2 = 0$ (ввиду $F_2 = 0$),
6) $E_2 = mv_1^2/2 = 25269{,}125$ Дж.

Из этого решения следует, что автомобиль с постоянной скоростью обладает импульсом, но лишен силы; проходит путь в 666,6 м, но работа по переносу массы m равна нулю. Отсюда вывод: так называемое ускорение $a = \Delta v/\Delta t$ есть величина искусственная и не имеет отношения к определению динамической силы.

В рамках единой теории физики три закона Ньютона по механике макротел получили дальнейшее развитие, завершившееся созданием полной механики, состоящей из двух частей — механики контактного взаимодействия макротел и механики орбитального движения. Что лежит в основе такого разделения и насколько оно оправдано? Чтобы выяснить это обратимся к самолету, например, выполняющему программу «Спейс шаттл» американского центра аэронавтики. Пока самолет стоит на краю стартовой полосы ($v = 0$) он предельно жестко соединен с поверхностью Земли. На точки его опоры давит общая статическая сила $F_g = mg$ и направленная к центру Земли. Но вот он начинает разгон для взлета и, с момента начала ускоренного движения, жесткая связь с поверхностью взлетной полосы начинает уменьшаться, все больше переходя в активную контактную связь с воздухом атмосферы. В момент отрыва шасси от взлетной полосы контактная связь самолета с ней прерывается и прекращается взаимодействие между этой парой тел (взлетной полосой и самолетом). Но зато с этого момента взаимодействие самолета со вторым телом (воздухом) достигает полного развития, ибо крыло самолета, опираясь на воздух, развивает динамическую силу $F > F_g$, антипараллельную гравитационной силе. Далее самолет, двигаясь с возрастающим ускорением, выходит к верхним слоям

атмосферы, достигает первой космической скорости ($8 \cdot 10^3$ м $\cdot$ с$^{-1}$) и становится спутником Земли в заатмосферном пространстве. С этого момента самолет полностью теряет контактное взаимодействие с Землей (с ее поверхностью и атмосферой) и переходит в орбитальное движение, в основе которого лежит дистанционное взаимодействие. Контактное и дистанционное взаимодействие имеют существенные различия и потому движения, обусловливаемые ими, необходимо рассматривать раздельно. Наиболее существенное различие заключается в том, что контактное взаимодействие пары макроскопических тел всегда происходит при непременном участии третьего тела, создающего фоновое гравитационное поле. Иными словами, любая динамическая сила, развиваемая контактным взаимодействием пары тел, непременно связана с гравитационной силой Центрального тела, обусловливающей жесткую пространственную ориентацию всех тел второго порядка. В отличие от этого, тело второго порядка, находящееся в орбитальном движении в гравитационном поле центрального тела (тела первого порядка), практически свободно от воздействия третьего тела. Это обстоятельство обусловливает отсутствие жесткой пространственной ориентации для тела, находящегося в орбитальном движении, и обеспечивает ему дополнительную степень свободы. Эта дополнительная степень свободы тел орбитального движения воплощена в их свободном вращении, не свойственном для тел контактного взаимодействия. Орбитальному движению, характерному также и микромиру, присущи траектории второго и третьего порядка, регулярность обращения и регулярность вращения, чего лишена механика контактного взаимодействия. Можно с уверенностью утверждать, что орбитальное движение есть высшая форма движения в природе.

2. Часть 1. Механика контактного взаимодействия.

1) Первый закон. «Нет взаимодействия — нет силы».

Аналитическое выражение:

$$\text{Один акт взаимодействия} = \nu_{\text{ед.}} = 1\text{с}^{-1} \tag{12.1}$$

Этот закон не только согласуется с первым и третьим законами Ньютона, но и вытекает из них.

2) Второй закон. «Импульс обращается в силу в момент взаимодействия тел».

$$F = i \cdot \nu_{\text{ед}} = mv \cdot \nu_{\text{ед}}. \tag{12.2}$$

В общем виде аналитическое выражение второго закона имеет вид:

$$F_i = m_i v_i \nu_{\text{ед}} \cdot \cos \alpha, \tag{12.3}$$

где m_i — масса тел, v_i — его скорость в момент взаимодействия со вторым телом, α — угол между направлением движения тела и направлением передачи силы.

3) Третий закон: «Если силы двух взаимодействующих тел равны и противоположно направлены, то движение отсутствует, а сила покоя их равна произведению массы на ускорение свободного падения».

$$F_1 - F_2 = 0, \quad F_{g1} = m_1 g, \quad F_{g1} = m_2 g. \tag{12.4}$$

4) Четвертый закон: «Работа по перемещению тела на расстояние l равна произведению силы на пройденный путь».

$$A = F \cdot l = mvl \cdot \nu_{ед} = mv^2 \tau \cdot \nu_{ед} = ml^2 \cdot \nu_{ед} / \tau, \tag{12.5}$$

где τ — продолжительность движения тела, с. При этом кинетическая энергия, которую первое тело может передать второму, определяется силой, продолжительностью взаимодействия $\Delta\tau$ и углом передачи силы α:

$$E = mv\nu_{ед} \cdot v\Delta\tau \cdot \cos\alpha = mv^2 \cdot \nu_{ед} \Delta\tau \cdot \cos\alpha. \tag{12.6}$$

Определение силы: «Один Ньютон есть сила, сообщающая телу единичной массы единичную начальную скорость в направлении действия силы».

$$1\text{Н} = m_{ед} v_{ед} \nu_{ед}. \tag{12.7}$$

Таким образом, динамическая сила корректно решается без участия ускорения, снимается противоречие между импульсом и силой, ибо становится очевидной, что импульс — это потенциальная сила движущегося тела.

Обратимся еще раз к решению вышеприведенной задачи по участку l_2, но решим ее теперь на основе законов в рамках единой теории.

1) $a_2 = 0$,

2) $F_2 = mv_1 \cdot \nu_{ед} = 2265{,}244$ Н,

3) $i_2 = mv_1 = 2265{,}244$ кг · м · с$^{-1}$,

4) $A_2 = mv_1^2 \cdot \tau_2 \cdot \nu_{ед} = 1{,}5101475 \cdot 10^6$ Дж

Как явствует из этих результатов, непреодолимые противоречия классической механики теперь не имеют места. Более того, становятся очевидными ошибки классической механики, проистекающие от неуместности ускорения a. Так, если сравнить энергозатраты на произведенную работу по участкам l_1 и l_2, то увидим, что при неизменной массе автомобиля $l_2 = 2 \cdot l_1$ и $v_1 = 2 \cdot \bar{v}_1$. Это должно привести к истинному соотношению энергозатрат по участкам 1 : 4, т. е. должно иметь место

$$A_1 = A_2/4 = 3{,}7753687 \cdot 10^5 \text{ Дж} \tag{12.8}$$

Однако, решение задачи по участку l_1 на классической основе дало $A_1 = 2{,}5169574 \cdot 10^4$ Дж, т. е. меньше чем результат на основе законов единой теории в 15 раз! Если бы наши автомобили в своих энергозатратах подчинялись закону Ньютона, то они являли бы собой образец высочайшей экономичности. Так, для участка l_1 из новых законов следует (при теплоте сгорания бензина $4{,}2 \cdot 10^7$ Дж $\cdot$ кг$^{-1}$) потребное количество бензина (при КПД = 25%) $\Delta m_1 = 3{,}596 \cdot 10^{-2}$ кг, что дает в расчете на 100 км пути 10,78 кг. При КПД = 30%, что и отвечает сегодняшнему уровню этого вида транспорта — 8,1 кг/100 км. Это количество лежит в пределах реального потребления бензина легковым автомобилем, имеющим вес около 1000 кг. А если бы энергозатраты на произведенную работу определялись основным законом классической механики, то наши автомобили этого класса должны были бы потреблять 0,54 кг/100 км. К сожалению, это далеко не так.

3. Часть II. Механика орбитального движения

I. Иерархия движения в Галактике. Прежде чем приступить к рассмотрению законов орбитального движения, нам совершенно необходимо уяснить себе иерархию космических объектов и иерархию их движения в Галактике, являющейся «атомом» Вселенной. Подробному освещению проблем астрофизики и астрономии посвящены главы VII—IX, тут же, забегая значительно вперед, я вынужден привести оттуда некоторые результаты, без их доказательства, ибо они необходимы для понимания сути законов орбитального движения.

1) Галактика обладает массивным центральным телом, телом первого порядка. Оно неподвижно в пространстве не только относительных центральных тел окружающих галактик, но и абсолютно, ибо Вселенная стационарна.

2) Центральное тело Галактики создает фоновое гравитационное поле для всей системы тел, ее образующих.

3) Вокруг центрального тела, тела первого порядка, обращаются звезды и протозвезды — тела второго порядка. Эти тела обращаются по траекториям второго порядка, представляющим замкнутые эллипсы или окружности.

4) Каждая звезда обладает системой тел, обращающихся вокруг нее, как, например, планетная система вокруг Солнца.

5) Планеты являются телами третьего порядка и обращаются вокруг центрального тела второго порядка (вокруг звезды) по траекториям третьего порядка, коими служат винтовые линии, навиваемые в пространстве вокруг траектории второго порядка, т. е. вокруг траектории своей звезды.

6) В свою очередь, вокруг планет обращаются их естественные спутники, образованные телами четвертого порядка. Траектории спутников также представлены кривыми третьего порядка, которые либо навиваются на траектории третьего же порядка своих планет,

либо (если наклон орбиты спутника к орбите планеты мал) являют собой синусоидальную кривую.

7) И, наконец, можно говорить о телах пятого порядка, коими являются искусственные (или естественные) спутники, обращающиеся вокруг спутников планет, вокруг тел четвертого порядка, как, например, искусственный спутник Луны. Траектории тел пятого порядка также представлены кривыми третьего порядка.

2. Первый закон орбитального движения.: «Орбитальное движение тел вокруг центрального тела обусловлено их электростатическим взаимодействием, которое непрерывно».

1) Первое следствие из первого закона: «Орбита обращающегося тела является круговой, если в каждой ее точке соблюдается равенство тангенциальной и радиальной сил и при условии неподвижности центрального тела».

$$F_{\tau} + F_{u} = 0$$

Или: «Орбита обращающегося тела является круговой, если в каждой ее точке угол между векторами тангенциальной и радиальной сил остается постоянной и равной $\pi/2$».

Или: «Орбита обращающегося тела является круговой, если радиус орбиты a_i есть величина постоянная».

2) Второе следствие. «Орбита обращающегося тела является эллиптической, если сумма тангенциальной и радиальной сил периодически не равна нулю при условии неподвижности центрального тела»

$$F_{\tau} + F_{u} \gtrless 0$$

Или: «Круговая орбита деформируется в эллиптическую, если одна из двух сил получает приращение ΔF».

3. Второй закон. «Единицей акта взаимодействия между центральным и обращающимся телами является среднее движение последнего за один период».

1) При круговой орбите:

$$1 \text{ акт} = \omega_{ед} = \frac{2\pi}{T}, \ \text{с}^{-1} \tag{12.9}$$

2) При эллиптической орбите:

$$1 \text{ акт} = \omega_{ед} = \frac{4E(e)}{T}, \ \text{с}^{-1} \tag{12.10}$$

где T — период обращения тела; $E(e)$ — полный эллиптический интеграл второго рода орбиты данного тела.

4. Третий закон. «Если тело обращается по орбите второго порядка (по замкнутой кривой в одной плоскости), то его движение

обусловлено только двумя силами — радиальной F_r и тангенциальной F_t которые численно равны между собой».

$$F_i = F_n + F_u = 2F_n = 2F_u, \tag{12.11}$$

$$F_n - F_u = 0, \tag{12.12}$$

$$F_n = F_u = m_i u_i \omega_{ед}, \tag{12.13}$$

где m_i — масса обращающегося тела, u_i — его орбитальная скорость.

5. Четвертый закон. «Если тело обращается по траектории третьего порядка (по винтовой траектории), то его движение обусловлено тремя силами — радиальной, тангенциальной и продольной F_p».

$$F_i = F_n + F_u + F_{pl}, \tag{12.14}$$

$$F_{pl} = m_i u_0 n_h = \frac{m_i u_0 \alpha}{T_i}, \tag{12.15}$$

где α — угол, на который опирается шаг h винтовой траектории в радианах; $n_h = \alpha / T_i$ — угловая скорость шага или шаговое движение тела по винтовой орбите; T_i — период обращения данного тела; u_0 — собственная орбитальная скорость центрального тела системы. Продольная сила в любой точке орбиты параллельна траектории центрального тела и обусловлена его собственным орбитальным движением. С другой стороны вектор F_p с вектором F_r образует угол β, равный наклонению орбиты данной планеты к плоскости орбиты звезды.

6. Пятый закон. «В поле гравитации центрального тела Галактики секториальная скорость тел второго порядка есть величина постоянная».

$$v_r = u_1 \cdot a_1 = u_2 \cdot a_2 = \cdots u_n \cdot a_n = \text{Const}, \tag{12.16}$$

$$v_r = u_\odot a_\odot = 7{,}2726390 \cdot 10^{21} \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-1}, \tag{12.17}$$

где v_r — поле скоростей центрального тела Галактики; $u_\odot$ — орбитальная скорость Солнца; $a_\odot$ — радиус его орбиты.

1) первое следствие из 5-го закона: «Тангенциальный момент импульса i-го тела, обращающегося по траектории второго порядка, есть функция только массы этого тела».

$$L_u = m_i v_r, \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}. \tag{12.18}$$

2) второе следствие: «Тангенциальная энергия движения тела второго порядка равна произведению момента импульса L_i на акт взаимодействия $\omega_{ед}$».

$$E_u = L_u \cdot \omega_{ед} = m_i v_r \cdot \frac{2\pi}{T_i} = m_i u_i^2, \tag{12.19}$$

где T_i — период обращения i-го тела вокруг центрального тела Галактики. Поскольку для полной энергии тела E_i, обращающегося по траектории второго порядка, справедливо соотношение:

$$E_i = E_н + E_{пi} = 2E_н = 2E_{пi}, \tag{12.20}$$

то полная энергия движения по орбите 2-го порядка составит:

$$E_i = 2m_i u_i^2 = 2F_{ui}a_i = 2m_i u_i \omega_{ед} \cdot a_i. \tag{12.21}$$

7. Шестой закон. «Секториальная скорость тел третьего порядка, обращающихся по винтовой траектории вокруг i-ой звезды, также есть величина постоянная».

$$v_i = \frac{u_1 a_1 \cdot k_1}{c_1} = \frac{u_2 \cdot a_2 \cdot k_2}{c_2} = \cdots \frac{u_n a_n \cdot k_n}{c_n} = \text{Const} \tag{12.22}$$

где $k_i = \dfrac{E(e_i)}{\pi/2} = 2E(e_i)/\pi$ — коэффициент эллиптичности орбиты i-ой планеты,

(12.23)

$c_i = h_i/a_i$ — коэффициент орбитального шага i-ой планеты,

(12.24)

h_i — шаг орбиты, e_i — эксцентриситет орбиты i-ой планеты; $E(e)$ — полный эллиптический интеграл 2-го рода для орбиты i-ой планеты. С учетом (12.23—12.24) для поля скоростей Солнца $v_\odot$ имеем:

$$v_\odot = \frac{2u_♀ a_♀ E(e_♀)}{\pi h_♀} = \cdots \frac{2u_♇ a_♇^2 E(e_♇)}{\pi h_♇} = 8{,}163811 \cdot 10^{15}\ \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1} \tag{12.25}$$

Отсюда для планет солнечной системы следуют:

$$h_i = 2u_i a_i^2 E(e_i)/\pi v_\odot = 8a_i^3 E^2(e_i)/\pi v_\odot T_i,\ \text{м}, \tag{12.26}$$

$$a_i = \sqrt{\pi h_i v_\odot / 2u_i E(e_i)},\ \text{м}, \tag{12.27}$$

$$E(e_i) = \pi h_i v_\odot / 2u_i a_i^2,\ \text{радиан}, \tag{12.28}$$

$$u_i = \pi h_i v_\odot / 2a_i^2 E(e_i),\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1}. \tag{12.29}$$

8. Седьмой закон. «Всякое центральное тело, вокруг которого обращается n тел обладает динамической постоянной гравитации I_i, равной произведению квадрата невозмущенной орбитальной скорости i-го тела на радиус его орбиты»

$$I_i = u_i^2 a_i = u_2^2 \cdot a_2 = \cdots u_n^2 \cdot a_n = \text{Const} \tag{12.30}$$

1) Первое следствие из 7-го закона: «Динамическая постоянная

гравитации центрального тела Галактики равна произведению квадрата орбитальной скорости Солнца на радиус его орбиты»

$$I_{\text{г}} = u_{\odot}^2 \cdot a_{\odot} = \left(\frac{2\pi \cdot a_{\odot}}{T_{\odot}}\right)^2 \cdot a_{\odot} = \frac{4\pi^2 \cdot a_{\odot}^3}{T_{\odot}^2} = a_{\odot}^3 \cdot \omega_{\text{сд}\,\odot}^2 = a_{\odot}^3 n_{\odot}^2 =$$

$$= 1{,}7016550 \cdot 10^{25}\ \text{м}^3 \cdot \text{с}^{-2} \qquad (12.31)$$

Если известно расстояние между i-ой звездой и галактическим центром a_{0i}, то ее орбитальная скорость u_{0i} определяется из:

$$u_{0i} = \sqrt{I_{\text{г}} / a_{0i}}\ ,\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1}. \qquad (12.32)$$

2) Второе следствие. «Динамическая постоянная гравитации центрального тела Галактики равна также произведению его массы на постоянную Кавендиша».

$$\left.\begin{aligned} I_{\text{г}} &= a_{\odot}^3 \cdot \omega_{\text{сд}\,\odot}^2 \\ I_{\text{г}} &= G \cdot m_{\text{г}} \end{aligned}\right| \qquad (12.33)$$

$$m_{\text{г}} = \frac{a_{\odot}^3 \omega_{\text{сд}\,\odot}^2}{G} = \frac{a_{\odot}^3 \cdot n_{\odot}^2}{G} = 2{,}5504415 \cdot 10^{35}\ \text{кг} \qquad (12.34)$$

3) Третье следствие. «В динамическую постоянную звезд входит и их собственная орбитальная скорость». Для гравитационной постоянной Солнца имеем:

$$I_{\odot} = u_{\odot} u_{\varphi} \cdot a_{\varphi} \cdot \frac{4E(e_{\varphi})}{c_{\varphi}} = \cdots u_{\odot} u_{\varrho} a_{\varrho} \cdot \frac{4E(e_{\varrho})}{c_{\varrho}} = \text{Const}, \qquad (12.35)$$

$$u_{\odot} = \frac{h_{\varphi}}{T_{\varphi}} = \frac{h_{\varphi}}{T_{\varphi}} = \cdots \frac{h_{\varrho}}{T_{\varrho}} = \text{Const} - \text{орбитальная скорость Солнца;} \qquad (12.36)$$

c_i — шаговый коэффициент орбиты i-ой планеты,

$h_i = c_i \cdot a_i$ — шаг орбиты i-ой планеты. (12.37)

С учетом (12.36—12.37) уравнение (12.35) преобразуется к виду (по движению Меркурия):

$$I_{\odot} = \frac{h_{\varphi} \cdot a_{\varphi}}{T_{\varphi}} \cdot \frac{4E(e_{\varphi}) \cdot a_{\varphi}}{T_{\varphi}} \cdot \frac{4E(e_{\varphi}) \cdot a_{\varphi}}{c_{\varphi}} = \frac{c_{\varphi} \cdot a_{\varphi}}{T_{\varphi}} \cdot \frac{4E(e_{\varphi}) \cdot a_{\varphi}}{T_{\varphi}} \cdot$$

$$\cdot \frac{4E(e_{\varphi})\, a_{\varphi}}{c_{\varphi}} = \frac{16E^2(e_{\varphi}) \cdot a_{\varphi}^3}{T_{\varphi}^2} = 1{,}2001975 \cdot 10^{20}\ \text{м}^3 \cdot \text{с}^{-2}. \qquad (12.38)$$

где $E(e_{\varphi})$ — полный эллиптический интеграл 2-го рода для орбиты Меркурия;

Поскольку $J_\odot = f(\tau)$ является монотонно убывающей функцией времени, но в то же время является постоянным на текущий момент свойством центрального тела Солнечной системы, то имеет место равенство ряда:

$$I_\odot = \frac{16 \cdot E^2(e_1) \cdot a_1^3}{T_1^2} = \frac{16E^2(e_2) \cdot a_2^3}{T_2^2} = \cdots \frac{16E^2(e_n) \cdot a_n^3}{T_n^2} = \text{Const} \tag{12.39}$$

За эталонное значение $J_\odot$ принято ее определение по движению Земли, на основе нового значения астрономической единицы $A_0 = 1{,}4467460 \cdot 10^{11}$ м эксцентриситета орбиты Земли $e_\oplus = 0{,}016722$, $E(e)_\oplus = 1{,}5706865123$ и $T_\oplus = 3{,}155815 \cdot 10^7$ с

$$I_\odot = \frac{16E^2(e_\oplus) \cdot A_0^3}{T_\oplus^2} = 1{,}2001975 \cdot 10^{20} \ \text{м}^3 \cdot \text{с}^{-2} = \text{Const} \tag{12.40}$$

Из (12.39) следует ошибочность, вернее неточность третьего закона Кеплера, утверждающего, что $a_i^3/T_i^2 = Gm_\odot/4\pi^2 = \text{Const}$. В самом деле, если определить из (12.39) это же отношение, то получим:

$$\frac{a_i^3}{T_i^2} = \frac{I_\odot}{16E^2(e_i)} \neq \text{Const} \tag{12.41}$$

Выходит, что первый и третий законы Кеплера не согласуются между собой: первый утверждает эллиптичность орбит планетной системы, а третий исходит из круговых орбит и не учитывает их эллиптичности. Переменность отношения a_i^3/T_i^2 следует из того, что полный интеграл 2-го рода по эксцентриситету орбиты есть величина переменная для системы планет.

Из (12.39) следуст, что точность определения среднего значения радиуса орбиты i-ой планеты зависит от точности установления периода ее обращения и эксцентриситета орбиты:

$$a_i = \sqrt[3]{I_\odot T_i^2 / 16E^2(e_i)}, \tag{12.42}$$

где T_i — сидерический период обращения i-ой планеты.

4) Четвертое следствие. «В орбитальную скорость планет входит и орбитальная скорость звезды, вокруг которой они обращаются». Чтобы обосновать это следствие составим систему из двух уравнений для гравитационной постоянной Солнца, нашей звезды:

$$\left.\begin{aligned} I_\odot &= u_i^2 \cdot a_i k_i^2 \\ I_\odot &= u_\odot u_i a_i \cdot \frac{4E(e_i) \cdot k_i}{c_i} \end{aligned}\right\} \tag{12.43}$$

где $k_i = \dfrac{E(e_i)}{\pi/2} = \dfrac{2E(e_i)}{\pi}$ — коэффициент эллиптичности орбиты i-ой планеты; u_i — орбитальная скорость планеты, $u_\odot$ — орбитальная скорость Солнца. Решение этой системы приводит к равенству:

$$\frac{u_i}{\pi} = \frac{2u_\odot}{c_i}, \tag{12.44}$$

из которого следует:

$$u_i = u_\odot \cdot \frac{2\pi}{c_i}, \ \text{м}\cdot\text{с}^{-1}. \tag{12.45}$$

5) Пятое следствие. «Орбитальная скорость звезд инвариантна к движению и числу планет, обращающихся вокруг них». Это значит, что орбитальная скорость Солнца является функцией только силы гравитации между ним и центральным телом Галактики и не зависит ни от числа планет, ни от их орбитальной скорости. Правда, следствие не отрицает возможности существования возмущающих орбиту Солнца сил, но они должны быть внешними относительно Солнечной системы. Из этого следствия также вытекает, что орбитальная скорость Солнца, определенная по любой из планет, должна быть постоянной величиной:

$$u_\odot = \frac{a_1 \cdot c_1}{T_1} = \frac{a_2 \cdot c_2}{T_2} = \cdots \frac{a_n \cdot c_n}{T_n} = \text{Const} \text{ или:} \tag{12.46}$$

$$u_\odot = \frac{u_i \cdot c_i}{2\pi} = 2{,}3398042 \cdot 10^3 \ \text{м}\cdot\text{с}^{-1} = \text{Const}. \tag{12.47}$$

6) Шестое следствие. «Динамическая постоянная гравитации всякого тела равна его статической постоянной, определяемой произведением квадрата радиуса на ускорение свободного падения с учетом центробежного ускорения».

$$\left.\begin{aligned} I_i &= G \cdot m_i \\ I_i &= R_i^2 \cdot g_i \end{aligned}\right| \tag{12.48}$$

Для экватора Земли, имеющей форму эллипсоида вращения имеем:

$R_e = 6{,}37814 \cdot 10^6$ м — экваториальный радиус, (12.49)

$g_e = 9{,}7803 \ \text{м}\cdot\text{с}^{-2}$ — ускорение свободного падения на экваторе,

$$n_{ge} = \sqrt{(g_e + \omega_\oplus^2 R_e)/g_e} = 1{,}0017323 - \tag{12.50}$$

экваториальный коэффициент свободного падения, учитывающий центробежное ускорение; $\omega_\oplus$ — угловая скорость вращения Земли.

$$I_\oplus = R_e^2 \cdot g_e \cdot n_{ge} = 3{,}9855832 \cdot 10^{-4} \ \text{м}^3\cdot\text{с}^{-2} - \tag{12.51}$$

— статическая постоянная гравитации Земли;

$$m_{\oplus} = I_{\oplus}/G = 5{,}973594 \cdot 10^{24} \text{ кг} — \text{масса Земли.} \tag{12.52}$$

Зная $J_{\oplus}$ можно определить большую полуось орбиты Луны $a_{\leftmoon}$:

$$a_{\leftmoon} = \sqrt[3]{I_{\oplus} \cdot T_{\leftmoon}^2/16E^2(e_{\leftmoon})} = 3{,}8336251 \cdot 10^8 \text{ м}, \tag{12.53}$$

где $E(e_{\leftmoon}) = 1{,}5696120581107$ рад — полный эллиптический интеграл второго рода орбиты Луны.

9. Восьмой закон, закон всемирного тяготения. «Сила гравитации между двумя композиционными телами пропорциональна удвоенному произведению их гравитационных зарядов одного знака на электростатическую постоянную и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними».

$$F_{(1-2)} = \gamma \cdot \frac{2Q_{g1} \cdot Z_{g2}}{r^2_{(1-2)}}, \text{ Н}, \tag{12.54}$$

где $\gamma = 3{,}6473973 \cdot 10^6$ Дж·м·Кл$^{-2}$ — электростатическая постоянная. Q_{g1} — гравитационный заряд одного знака (отрицательного) первого тела; z_{g2} — гравитационный заряд одного знака (положительного) второго тела (вывод уравнения см. гл. VI). Сила гравитации между Солнцем и планетами имеет вид:

$$F_{\text{п}} = \gamma \cdot \frac{2Q_{\odot} \cdot z_i}{a_i^2}, \tag{12.55}$$

$$Q_{\odot} = \frac{m_{\odot} \cdot \text{K}_g}{p} = -5{,}4402382 \cdot 10^{21} \text{ Кл} \tag{12.56}$$

— заряд отрицательного гравитационного поля Солнца, где $\text{K}_g = 1{,}0448253 \cdot 10^{-17}$ — коэффициент гравитационного заряда; P — постоянная Перрена; a_i — большая полуось орбиты i-ой планеты; $F_{\text{п}}$ — радиальная или гравитационная сила;

$$z_i = \frac{m_i \cdot \text{K}_g}{p} \tag{12.57}$$

— заряд положительного гравитационного поля i-ой планеты. Поскольку модель F_r по (12.55) имеет абсолютную сходимость с результатом по Ньютоновскому уравнению, то мы можем составить систему уравнений, решение которой приводит к установлению физической связи между γ и G:

$$\left.\begin{aligned} F_{\text{п}} &= \gamma \cdot \frac{2Q_{\odot} \cdot z_i}{a_i^2} \\ F_{\text{п}} &= G \cdot m_{\odot} \cdot \frac{m_i}{a_i^2} \end{aligned}\right\}, \tag{12.58}$$

$$2\gamma \cdot Q_{\odot} \cdot z_i = Gm_{\odot} \cdot m_i, \tag{12.59}$$

Решая это уравнение с учетом (12.56—12.57) получим:

$$G = \frac{2\gamma \cdot K_g^2}{p^2} = 6{,}6720022 \cdot 10^{-11}\ \text{м}^3 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{кг}^{-1} = \text{Const}. \tag{12.60}$$

Из этого уравнения с очевидностью следует, что за гравитационной постоянной G аналитически установленной Ньютоном в 1687 г. и экспериментально измеренной Кавендишем в 1798 г., скрывается электростатическая природа тяготения между композиционными телами. С учетом (12.60) масса Солнца определяется из постоянной его гравитации $I_{\odot}$ и через электростатические постоянные:

$$m_{\odot} = \frac{I_{\odot}}{G} = \frac{I_{\odot} \cdot p^2}{2\gamma \cdot K_g^2},\ \text{кг} \tag{12.61}$$

Введя в (12.61) вместо постоянной Перрена ее значение $n_e \cdot e/m_n$ получим:

$$m_{\odot} = \frac{I_{\odot}\,(n_e \cdot e\,(m_n)^2}{2\gamma \cdot K_g^2} = \frac{I_{\odot} \cdot n_e^2 \cdot e^2}{2m_n \cdot \gamma \cdot K_g^2} = \text{Const}, \tag{12.62}$$

где n_e — число электронов в нейтроне, e — заряд электрона, m_n — масса нейтрона. Это уравнение как никакое другое наглядно демонстрирует единство микро- и макромира, единство законов истинной теории физики.

10. Девятый закон, закон вращения тел. «Линейная скорость точки экваториальной плоскости, удаленной от оси вращения на расстояние R_c и отсекающей 1/2 массы тела, одинакова для всех твердых тел, независимо от их размеров и является фундаментальной постоянной $v_c = 7{,}7369622\ \text{М} \cdot \text{с}^{-1}$».

$$v_c = R_{ci} \cdot \frac{2\pi}{t_i} = R_{ci} \cdot \omega_i = \text{Const}, \tag{12.63}$$

где R_{ci} — радиус вращения i-го тела, t_i — период его вращения. Сфера по радиусу вращения R_{ci} содержит 1/2 массы i-го тела, от электрино до планет и космических объектов.

Выводу и обоснованию этого закона посвящен § 7. Тут же мы рассмотрим следствия из него, которые имеют статус законов механики.

1) Первое следствие из закона вращения. «Масса ядра m_{ci}, ограниченного радиусом вращения R_{ci}, составляет половину массы тела m_i».

$$m_{ci} = m_i/2 \tag{12.64}$$

2) Второе следствие. «Энергия вращения тела есть функция только массы и равна произведению массы на постоянную Томсона τ».

$$E_{\omega i} = m_i R_{ci}^2 \cdot \omega_i^2 = m_i v_c^2 = m_i \tau, \text{ Дж.} \tag{12.65}$$

3) Третье следствие. «Линейная скорость точки экватора на поверхности тела v_e пропорциональна отношению геометрического радиуса тела R_i к радиусу его вращения R_{ci}».

$$v_{ci} = v_c \cdot \frac{R_i}{R_{ci}}, \text{ или } \frac{v_{ci}}{v_c} = \frac{R_i}{R_{ci}}. \tag{12.66}$$

4) Четвертое следствие. «Радиус вращения тела есть функция *градиента плотности массы вдоль* его геометрического радиуса».

а) В отсутствие градиента плотности радиус вращения определяется формулой

$$R_{ci} = R_i/\sqrt[3]{2} \text{ (вывод см. 7.19—7.22),} \tag{12.66а}$$

где R_i — геометрический радиус тела.

б) При увеличении плотности в направлении к геометрическому центру тела радиус вращения отвечает условию

$$R_{ci} > R_i/\sqrt[3]{2}. \tag{12.67}$$

в) При увеличении плотности от геометрического центра к поверхности тела радиус вращения отвечает условию

$$R_{ci} < R_i/\sqrt[3]{2}. \tag{12.68}$$

Данное условие выполняется для тел, обладающих жидким ядром и твердой корой (Меркурий, Венера).

г) Тела, состоящие только из газа, пыли или жидкости лишены регулярного вращательного движения.

5) Пятое следствие. «Период вращения тела t_i есть функция плотности массы в ядре ρ_{ci}».

Из основного закона вращения следует, что

$$t_i = \frac{2\pi \cdot r_{ea}}{v_e}, \tag{12.69}$$

но поскольку $R_{ci} = f(\rho_{ci})$, то необходимо раскрыть эту функцию, что достигается определением ρ_{ci}:

$$\rho_{ci} = \frac{m_{ci}}{V_{ci}} = \frac{m_i/2}{4\pi R_{ci}^3/3} = \frac{3m_i}{8\pi \cdot R_{ci}^3} = \frac{3\pi^2 m_i}{v_c^3 \cdot t_i^3}, \text{ кг·м}^{-3} \tag{12.70}$$

$$t_i = \sqrt[3]{3\pi^2 \cdot m_i / v_c^3 \cdot \rho_{ci}}, \text{ с,} \tag{12.71}$$

$$R_{ci} = \sqrt[3]{3m_i/8\pi \cdot \rho_{ci}}, \text{ м.} \tag{12.72}$$

Введя это значение $R_{сi}$ в (12.69) получим

$$t_i = \frac{2\pi \cdot \sqrt[3]{\frac{3m_i}{8\pi \cdot \rho_{сi}}}}{v_c} = \frac{\pi \cdot \sqrt[3]{\frac{3m_i}{\pi \cdot \rho_{сi}}}}{v_c} = \frac{\pi}{v_c} \cdot \sqrt[3]{\frac{3m_i}{8\pi \cdot \rho_{сi}}} \,. \tag{12.73}$$

Этот закон является чрезвычайно тонким инструментом в познании внутреннего строения Солнца, планет и их эволюции. Поскольку все эти космические тела в момент возникновения обладали нейтронным ядром плотности $\rho_{со} = 9{,}2 \cdot 10^{12}$ Кг·м$^{-3}$, подверженным непрерывному фазовому переходу высшего рода, ведущему к столь же непрерывному уменьшению плотности ядра, то из (12.71) неотразимо следует, что период вращения планет, обладающих нейтронным ядром, твердотельной мантией и корой непрерывно увеличивается, что блестяще подтверждается наблюдаемым увеличением периода вращения Земли за последние две тысячи лет. В настоящее время плотность ядра Земли составляет $\rho_{с\oplus} = 5{,}957 \cdot 10^8$ кг·м$^{-3}$, а конечная величина, к которой стремится плотность ядра — это плотность мантии $\rho_{м\oplus} = 2{,}75 \cdot 10^3$ кг·м^3, т. е. ко времени завершения фазового перехода высшего рода нейтронной части ядра, период вращения Земли увеличится в n_t раз (при допущении, что масса Земли не изменится).

$$n_{t\oplus} = \sqrt[3]{\rho_{с\oplus}/\rho_{м\oplus}} = 60{,}046762 \tag{12.74}$$

Соответственно увеличатся геометрический радиус Земли и радиус ее вращения. Подробно обо всем этом — в § 38.

11. Десятый закон, закон смещенного центра масс. «Смещение центра гравитации Солнца и планет обусловливает дополнительную силу гравитации ΔF, действующую периодически, пропорционально частоте вращения этого центра».

$$v_i = \sqrt{\frac{I_\odot}{a_i - T_i\left(\frac{\Delta R_\odot}{t_{n\odot}} + \frac{\Delta R_i}{t_{ni}}\right)}} \,, \quad \text{м·с}^{-1} \tag{12.75}$$

$$\Delta u_i = v_i - u_i = \sqrt{\frac{I_\odot}{a_i - T_i\left(\frac{\Delta R_\odot}{t_{n\odot}} + \frac{\Delta R_i}{t_{ni}}\right)}} - \frac{I_\odot}{a_i} \,, \tag{12.76}$$

$$\Delta F_i = m_i \omega_{\text{ед}\,i} \cdot \Delta u_i = \frac{4E(e_i) \cdot m_i}{T_i} \,.$$

$$\sqrt{\frac{I_\odot}{a_i - T_i\left(\frac{\Delta R_\odot}{tn_\odot} + \frac{\Delta R_i}{tn_i}\right)} - \frac{I_\odot}{a_i}}, \qquad (12.77)$$

где v_i — возмущенная орбитальная скорость i-й планеты; ΔF_i — возмущающая сила, Δu_i — приращение орбитальной скорости под воздействием ΔF_i, $\Delta R_\odot = 243{,}2291$ м — смещение центра масс Солнца, $t_{n\odot} = 2{,}3144253 \cdot 10^5$ с — период вращения нейтронного ядра Солнца, ΔR_i — смещение центра гравитации i-й планеты, t_{ni} — период вращения нижних планет и Плутона или период вращения нейтронных ядер у Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна, $u_i = \sqrt{I_\odot / a_i}$ — невозмущенная орбитальная скорость i-й планеты. Такова полная механика макромира в рамках единой теории физики, включающая 14 законов и 17 следствий из них, также имеющих статус законов. Напомню, что классическая механика состояла из семи законов (три закона Кеплера и четыре — Ньютона, включая закон всемирного тяготения). Вступает ли полная механика в противоречие с классической? Нисколько. Просто она пошла дальше и глубже классической и представляет собой почти законченный свод законов.

§ 13. Естественный свет

1. Предварительные замечания. Под естественным светом объединяются все виды излучения за исключением рукотворных — лазерного света и радиоизлучения. Лазерного излучения в природе не существует, а радиоизлучение Солнца и других звезд имеет принципиальное отличие от технического радиоизлучения, но совершенно аналогично по своей структуре видимому свету. Поэтому структуру лазерного луча и технического радиоизлучения уместно рассмотреть в главе IV «Электродинамика».

Излучению света посвящено очень большое число работ, начало которым положил итальянский епископ Антонио де Доминис, в 1611 году, попыткой объяснить разложение луча белого света на цветовые компоненты. Спор между И. Ньютоном, считавшим свет потоком корпускул, и Х. Гюйгенсом, уверенным, что свет имеет волновую природу, закончился только в XX столетии, когда накопленный экспериментальный материал привел современных физиков к утверждению, что свет обладает одновременно как свойствами частиц, так и волновыми свойствами, т. е. не ошибались ни Ньютон и ни Гюйгенс. Однако классическая физика по сей день не знает ответа на вопрос — чем обусловлена эта двойственность света, о чем свидетельствует глубоко ошибочное положение, будто

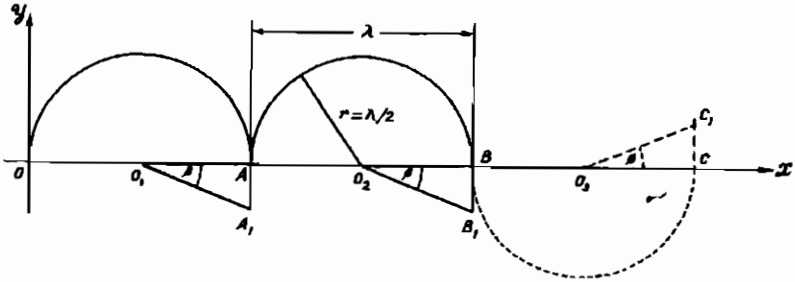


Рис. 4. Траектория фотона в три шага. $OA = AB = BC = \lambda$ — шаг фотона. O_1, O_2, O_3 — геометрические центры круговых участков траектории фотона. $O_1A = AO_2 = \lambda/2$ — радиус орбиты фотона. $AA_1 = BB_1$ — прямолинейный участок траектории, опирающийся на угол $A_1O_1A = \beta$.

всякая частица одновременно является и частицей и волной. Ниже мы восполним этот и другие пробелы относительно природы естественного света.

2. Структура элементарного луча. Выделим из потока солнечного света один элементарный луч и рассмотрим его качественно (рис. 4). В двумерном пространстве вычленим участок луча длиной в 3λ, начало которого совмещен с началом координат в точке О. Осью монолуча является пульсирующее электронное поле, совпадающее с осью ОХ. Частота пульсаций отрицательного поля монолуча равна частоте прохождения вдоль оси луча ν_i. Источником поля и фотонов является гиперчастотный элементарный генератор, работающий в плазме Солнца. Термин «фотон» был введен в науку американским физико-химиком Г. Льюисом в 1929 г. Классическая физика в качестве фотона принимает не частицу, а секундную порцию энергии монолуча,

$$E = h\nu, \qquad (13.1)$$

что является грубейшей ошибкой. В рамках единой теории физики фотон идентичен ньютоновскому корпускулу и представлен электрино, которое движется в пространстве вдоль оси луча, обладая одновременно двумя видами движения — орбитальной u_i и шаговой c_i скоростями. Вернемся к рисунку и рассмотрим путь, проходимый фотоном за один период $t_i = 1/\nu_i$. Из точки О фотон движется по круговой орбите, представленной дугой ОА. В точке пересечения дуги с осью луча А фотон переходит в прямолинейное движение, на участке AA_1, нормальном к оси луча. В точке A_1 происходит ротация фотона и он, пройдя назад участок A_1A, завершает свой путь в точке А, с которой начинается следующий период, в точке В — третий период и т. д. Точка O_1 является геометрическим центром круговой орбиты фотона, а отрезок луча $OO_1 = r_i$ есть радиус орбиты фотона. Отрезок $OA = AB = BC = \lambda_i$ есть шаг фотона, именовавшийся до сих пор длиной волны, что совершенно неверно, ибо никакой

волны световой луч не несет. Если обозначим прямолинейный участок траектории фотона AA_1 через l_i, то полный путь фотона за один период составит s_i:

$$s_i = \pi r_i + 2l_i = \pi r_i + 2r_i \operatorname{tg} \beta = r_i (\pi + 2 \operatorname{tg} \beta), \text{ м}. \qquad (13.2)$$

При этом средняя орбитальная скорость фотона определится из соотношения:

$$u_i = \frac{s_i}{t_i} = \frac{s_i}{1/\nu_i} r_i (\pi + 2\operatorname{tg} \beta) \cdot \nu_i, \ \text{м} \cdot \text{с}^{-1}. \qquad (13.3)$$

Эта скорость никогда и никем не измерялась, ибо о ее существовании никто не догадывался. Да и теперь, когда она открыта, ее проще рассчитать. Измеряли же как скорость света шаговую скорость фотонов ошибочно полагая, что она едина для всех диапазонов частот и составляет $c = 2{,}9979246 \cdot 10^8$ м·с$^{-1}$. Из нашего рисунка с очевидностью следует соотношение для шаговой скорости фотонов вдоль оси луча, которая является функцией частоты ν_i:

$$c_i = \lambda_i \cdot \nu_i = 2r_i \cdot \nu_i, \ \text{м} \cdot \text{с}^{-1}. \qquad (13.4)$$

Из сравнения (13.4) и (13.3) следует, что они отличаются только коэффициентами и что $u_i \approx 2c_i$ (точное решение выведем ниже). Таким образом, из сказанного становится ясным, что фотоны движутся по траекториям второго порядка, перемещаясь по оси луча шагами, а ось луча есть действительная прямая линия в пространстве.

В следующем параграфе (§ 14) мы рассмотрим механизм генерации света и убедимся в том, что фотоны излучаются парами, орбиты которых лежат в одной плоскости, но направление движения их в каждый момент времени антипараллельны. Это значит, что если первый фотон левый, то второй непременно правый, если первый верхний, то второй непременно нижний и т. д. Обратимся к рис. 5, на котором изображена траектория пары фотонов (верхнего и нижнего). Здесь необходимо пояснить, что период луча и период генератора не равны между собой по продолжительности. Обусловлено это тем, что электрон-генератор за один период имеет два взаимодействия с каждым осциллятором-донором фотонов и потому за каждый период испускает пару фотонов, тогда как частота луча определяется не парами фотонов, а каждым фотоном, бегущим по оси луча. Поэтому имеет место

$$t_{gi} = 2t_i = 2/\nu_i, \ \text{с}. \qquad (13.5)$$

где t_{gi} — период взаимодействия генератора с одним осциллятором; t_i — период фотона для луча с частотой ν_i, испускаемого этим генератором. Нетрудно понять из рисунка как движется эта пара фотонов по оси луча. В начальный момент τ_0 первый фотон находится

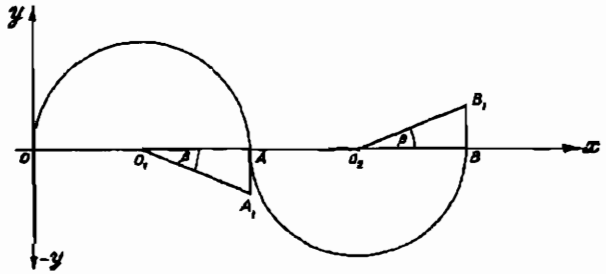


Рис. 5. Траектория пары фотонов, испущенной генератором за один период. Обозначения те же, что и на рис. 4.

на оси луча в точке О, а второй — в точке А. Они одномоментно начинают движение: первый — по дуге ОА, лежащей в плоскости OXY, второй — по дуге АВ, лежащей в плоскости ОХ (–Y). В следующий момент τ_1 оба фотона одновременно достигают середины дуг ОА и АВ и в момент τ_2, совпадающий с концом периода t_1, первый фотон занимает точку А, второй — точку В. За один период каждый фотон переместился по оси луча на один шаг λ_1, при этом не изменились ни их взаимное расположение, ни расположение плоскости их орбит в пространстве. Теперь несколько расширим рамки рисунка 5 и представим следующую пару фотонов, идущую за рассматриваемой. Вторая пара идентична первой во всем, за исключением одного элемента — плоскость ее орбит не совпадает с плоскостью орбит первой пары. Т. е. орбитальная плоскость второй пары повернута относительно таковой первой на некоторый угол φ_1, орбитальная плоскость третьей пары повернута также на некоторый угол α_1 и т. д. И если теперь рассмотреть единичный отрезок фиолетового луча солнечного света, то мы увидим на нем

$$n_f = l_{сд}/2\lambda_f = 1\text{м}/8\cdot10^{-7}\text{ м} = 1{,}25\cdot10^{6}$$

пар фотонов плоскости орбит которых распределены равномерно по всем направлениям вокруг оси луча. Если же мысленно соединить середины орбит всех $2n_f$ фотонов огибающей плоскостью, то единичный отрезок луча обратится в единичный отрезок кругового цилиндра, диаметр которого равен шагу фотона фиолетового луча $\lambda_f = 4\cdot10^{-7}$ м. Иными словами — элементарный луч света имеет объемно-симметричное строение, хотя все элементы луча пульсируют с частотой ν_1. В пульсации элементов луча можно выделить два крайних положения: первое — это когда все фотоны находятся на оси луча, т. е. в точках О, А, В, С и т. д. В этом положении луч на всем своем протяжении, от Солнца до Земли, представляет собой тонкую прямую линию конечного сечения, равного сечению электрино $s_э = \pi\cdot r_э^2 = 9{,}6198672\cdot10^{-32}$ м^2. Второе положение — это

когда все фотоны вышли на середину круговых орбит, т. е. когда орбита фотона развернулась на угол $\pi/2$. В этом положении луч представляет собой на всем своем протяжении круговой цилиндр радиуса $r_{max} = \lambda_f/2$. Если теперь поэтапно проследить за фотонами, когда их орбиты будут достраиваться от $\pi/2$ до π, например, опуская нормаль от фотона на ось луча через каждые 0,1 радиана, то мы увидим, что радиус цилиндра от своего максимума дойдет до $r_{min} = r_э = 5{,}5336235 \cdot 10^{-17}$ м.

В природе не существует второго явления, которое могло бы хотя бы отдаленно приблизиться к лучу света по своему эстетическому изяществу, по степени синхронизации сложного движения огромного числа элементов и по степени организованности процесса. Это самое тонкое явление в природе, которое оказалось возможным благодаря электродинамическому взаимодействию фотонов — электрино, обладающих положительным зарядом $Э = 1{,}9876643 \cdot 10^{-27}$ Кл, с отрицательным осевым полем луча. Тут я позволю себе напомнить старый спор между физиками середины прошлого столетия. Суть спора состоит в том, что часть ученых считала электрическое взаимодействие между телами происходит мгновенно, независимо от расстояния. Другая часть физиков придерживалась того мнения, что электродинамическое взаимодействие происходит с конечной скоростью. Победила вторая точка зрения после выхода в свет электродинамики Дж. Максвелла в 1865 году. Однако, и сегодня в рамках единой теории, мы вынуждены вернуться к этой проблеме, но чтобы решить ее окончательно зададимся вопросом: с какой скоростью распространяется импульс отрицательного поля оси фиолетового монолуча, если все $N_f = 3{,}6168645 \cdot 10^{17}$ фотонов, бегущих по нему на участке Солнце—Земля, одномоментно начинают движение по круговым орбитам, одномоментно пересекают ось луча, одновременно проходят прямолинейный отрезок траектории, одномоментно совершают ротацию движения и одномоментно вновь выходят на ось луча, готовые к следующему шагу? Ответ только один — импульс поля распространяется мгновенно.

$$v_п = \infty \qquad (13.6)$$

где $v_п$ — скорость распространения импульса электрического поля, независимо от его знака. Таковы основные качественные параметры монолуча света, определяющие его динамическую и пространственную структуру. Перейдем к рассмотрению количественной характеристики луча.

3. Электродинамика и механика монолуча. В предыдущем параграфе мы установили, что всякое центральное тело обладает постоянным полем скоростей, обусловливающим одинаковую секториальную скорость для всех обращающихся вокруг него тел. При этом, если тела обращаются по эллиптическим орбитам 2-го порядка,

то в определяющем уравнении появляется коэффициент эллиптичности k:

$$v_i = u_1 r_1 k_1 = u_2 r_2 k_2 = \ldots u_n r_n k_n = \text{Const.}$$

Если же центральное тело обладает собственной скоростью, то орбиты обращающихся тел представлены кривыми третьего порядка и в определяющем уравнении появляется еще один коэффициент, коэффициент орбитального шага c_i:

$$v_{\odot} = u_{\varphi} r_{\varphi} \cdot \frac{k_{\varphi}}{c_{\varphi}} = \ldots u_{\text{P}}\, l \cdot \frac{k_{\text{P}}}{c_{\text{P}}} = \text{Const.} \tag{13.6}$$

Уникальность и отличие орбитального движения фотонов состоит в том, что их орбиты лишены какой бы то ни было эллиптичности, а центр силового поля неподвижен в пространстве, располагаясь ровно на середине шага фотона (рис. 4, точки на оси луча O_1, O_2, O_3 и т. д.). Из этого факта следует, что осевое поле луча обладает *единым полем скоростей для фотонов, независимо от их шага и частоты*:

$$\mu = u_1 r_1 = u_2 r_2 = \ldots u_n r_n = \text{Const.} \tag{13.7}$$

В самом общем виде, для i-го луча с частотой ν_i и шагом λ_i имеем:

$$\mu = u_i r_i = \frac{u_i \lambda_i}{2} = \text{Const.} \tag{13.8}$$

С равным основанием мы можем выразить поле скоростей оси луча и через шаговую скорость фотона C_i, что вытекает из пропорции

$$\frac{c_1}{c_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}, \tag{13.9}$$

$$\mu = c_1 \lambda_1 = c_2 \lambda_2 = \ldots c_i \lambda_i = \text{Const.} \tag{13.10}$$

Приравнивая правые части (13.10) и (13.8) получаем

$$u_i = 2c_i, \tag{13.11}$$

т. е. орбитальная скорость фотона i-го луча больше его шаговой скорости ровно в 2 раза.

Таким образом, мы приходим к выводу о том, что постоянной величиной в характеристике света является не ее шаговая скорость, а поле скорости осевого поля луча, уже названное нами постоянной Милликена $\mu = 119{,}91698$ м^{2}с$^{-1}$. Это открытие привело к принципиально иному определению частоты луча ν_i, шаговой и орбитальной скоростей фотонов по измеренному значению шага λ_i:

$$\nu_i = \mu/\lambda_i^2, \ \text{с}^{-1}, \tag{13.12}$$

$$c_i = \sqrt{\mu \cdot \nu_i}, \quad \text{м} \cdot \text{с}^{-1}, \tag{13.13}$$

$$u_i = 2\,c_i = 2\sqrt{\mu \cdot \nu_i}, \quad \text{м} \cdot \text{с}^{-1}, \tag{13.14}$$

$$u_i = \mu / r_i = 2\mu/\lambda_i, \quad \text{м} \cdot \text{с}^{-1}. \tag{13.15}$$

Тут у физиков возникнет резонное возражение, состоящее в том, что скорость света экспериментально хорошо измеренная и постоянная величина. Я абсолютно с этим согласен, но укажу, что скорость видимого света относится не ко всему пучку, участвующему в эксперименте, а лишь к самой высокочастотной ее компоненте, обладающей согласно (13.13) наибольшей шаговой скоростью, а именно — к фиолетовой части пучка. Чтобы убедиться в справедливости (13.13) необходимо провести измерения с монохроматическими пучками.

Прежде чем перейти к количественному анализу механики и электродинамики луча условимся работать с фиолетовым монолучом, шаг которого точно измерен $\lambda_f = 4 \cdot 10^{-7}$ м. Остальные параметры этого луча легко рассчитываются и составляют:

$$\nu_f = \mu/\lambda_f^2 = 7{,}4948112 \cdot 10^{14}\ \text{с}^{-1}$$

$$u_f = 2\mu/\lambda_f = 5{,}9958492 \cdot 10^{8}\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1}$$

$$c_f = \sqrt{\mu \cdot \nu_f} = 2{,}9979246 \cdot 10^{8}\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1}$$

Радиальная сила фотона, удерживающая его на круговой орбите составит

$$F_{rf} = -\frac{m_э \cdot u_f \cdot \nu_{ед}}{2} = -\frac{m_э \cdot \mu \cdot \nu_{ед}}{2r_f} = -2{,}0553043 \cdot 10^{-27}\ \text{Н} \tag{13.16}$$

Определяя эту же силу электродинамически получим:

$$F_{rf} = \alpha \cdot \frac{Э \cdot q_п}{r_f}, \tag{13.17}$$

где $q_п$ — заряд импульса осевого поля луча; $\alpha = 1{,}0404472 \cdot 10^{20}$ Дж·Кл^2 — электродинамическая постоянная фотона. Приравнивая правые части (13.16) и (13.17) и решая полученное уравнение относительно $q_п$ получим:

$$q_п = -\frac{m_э u_f r_f \nu_{ед}}{2\alpha \cdot Э} = -\frac{m_э \mu \cdot \nu_{ед}}{2\alpha \cdot Э} = -\frac{2\hbar \cdot \nu_{ед}}{2\alpha \cdot Э} = -\frac{\hbar \cdot \nu_{ед}}{\alpha \cdot Э} =$$

$$= -1{,}9876643 \cdot 10^{-27}\ \text{Кл} \tag{13.18}$$

Т. е. мы получили, что $q_{\pi} = -Э$ и потому (13.17) можем переписать в общем виде, для фотонов луча i-й частоты:

$$F_{\pi} = \alpha \cdot \frac{Э\,(-Э)}{r_i} = -\frac{\alpha \cdot Э^2}{r_i}. \tag{13.19}$$

Заряд осевого поля луча по модулю равен заряду электрино в силу того, что импульс поля формируется осциллятором как выброс электронного заряда, высвобожденного в момент отрыва от него электрино. Т. е. та порция отрицательного заряда, которая компенсировала заряд электрино в составе нейтрона и которая высвобождается в момент выхода электрино из состава нейтрона. Об этом подробнее — в § 14. Неизвестной величиной в структуре монолуча теперь остается угол β, на который опирается прямолинейный отрезок траектории фотона AA_1 (рис. 4). Однако, чтобы определить β сначала необходимо установить полный угол траектории фотона γ:

$$\gamma = \pi + 2\beta \tag{13.20}$$

Для этого составим систему из двух уравнений для полной энергии орбитального движения фотона по i-ому лучу:

$$\left.\begin{aligned} \varepsilon_i &= \frac{L_i}{t_i} = \frac{m_э r_i^2 \omega_{ед}}{1/\nu_i} = m_э r_i^2 \cdot \omega_{ед} \cdot \nu_i \\ \varepsilon_i &= \frac{L_i}{t_i} = \frac{m_э u_i \cdot r_i}{1/\nu_i} = m_i u_i r_i \nu_i \end{aligned}\right\} \tag{13.21}$$

Решая эту систему относительно угловой скорости фотона $\omega_{ед}$ получим:

$$\omega_{ед} = \frac{u_i \cdot r_i}{r_i^2} = \frac{\mu}{r_i^2}, \quad \text{радиан} \cdot \text{с}^{-1}. \tag{13.22}$$

Но для угловой скорости орбитального движения фотона имеется еще одно соотношение:

$$\omega_{ед} = \gamma/t_i = \gamma \cdot \nu_i. \tag{13.23}$$

Приравняв правые части (13.23) и (13.22) найдем полный угол орбиты фотона, который инвариантен к шагу фотона λ_i и частоте луча

ν_i, ибо $r_i^2 \nu_i = \lambda_i^2 \cdot \nu_i/4 = \mu/4 = \text{Const}$:

$$\gamma = \mu/r_i^2 \cdot \nu_i. \tag{13.24}$$

Его модуль, определенный по фиолетовому лучу, составит:

$$\gamma = \frac{119{,}91698\ \text{м}^2\text{с}^{-1}}{(2 \cdot 10^{-7})^2 \cdot 7{,}4948112 \cdot 10^{14}} = 4\ \text{рад.} = 229°, 18312.$$

Теперь из (13.20) легко решается β:

$$\beta = \frac{\gamma - \pi}{2} \approx 0{,}4292037 \text{ рад.} = 24°59156, \tag{13.25}$$

$$\operatorname{tg}\beta = 0{,}4576575.$$

Прямолинейный участок траектории фотона l_i является функцией радиуса орбиты или шага фотона:

$$l_i = r_i \operatorname{tg}\beta = \lambda_i \cdot \operatorname{tg}\beta/2. \tag{13.26}$$

Для фиолетового луча он составляет $l_f = 9{,}15315 \cdot 10^{-8}$ м.

Таким образом, мы установили все геометрические параметры луча, что позволяет нам перейти к рассмотрению силовых и временных характеристик по участкам траектории фотона. Прежде всего установим продолжительность импульса осевого поля луча τ_π в функции от размера шага и частоты луча. Поскольку орбитальное движение фотона возможно только при условии длящегося импульса осевого поля, то корректно определяется основная составляющая этой величины τ_{1i}:

$$\tau_{1i} = \frac{\pi r_i}{u_i} = \frac{\pi \cdot \lambda_i}{2u_i} = \frac{\pi \cdot \lambda_i}{4 \cdot c_i} = \frac{\pi \cdot \lambda_i}{4\sqrt{\mu \cdot \nu_i}} \cdot \text{с}. \tag{13.27}$$

$$\tau_{1f} = \frac{\pi \cdot 2 \cdot 10^{-7}}{5{,}9958492 \cdot 10^{8}} = 1{,}0479224 \cdot 10^{-15} \text{ с}.$$

Прямолинейный отрезок траектории фотона l_i возникает как следствие «выключения» поля по оси луча в момент, когда фотон достигает оси луча, завершив криволинейный участок траектории, в точке А (рис. 4). Именно отключение силового центра оси переводит криволинейное движение фотона по дуге в движение по касательной к ней в точке А. При этом, естественно полагать, что фотон сохраняет на участке $l_i = AA_1$ модуль орбитальной скорости u_i. Очевидно, что пауза импульса поля сохраняется до момента ротации движения фотона в точке A_1, что позволяет определить ее продолжительность τ_{2i}:

$$\tau_{2i} = \frac{l_i}{u_i} = \frac{\lambda_i \cdot \operatorname{tg}\beta}{2u_i} = \frac{\lambda_i \cdot \operatorname{tg}\beta}{4\sqrt{\mu \cdot \nu_i}}, \tag{13.28}$$

$$\tau_{2f} = \frac{9{,}15315 \cdot 10^{-8}}{5{,}9958492 \cdot 10^{8}} = 1{,}526581 \cdot 10^{-16} \text{ с}.$$

Тангенциальная сила фотона в конце прямолинейного участка траектории, в точке A_1, составит F_{ti}:

$$F_{ti} = m_э u_i \nu_{ед} = 2m_э c_i \nu_{ед}, \tag{13.29}$$

$$F_{1f} = 4{,}008679 \cdot 10^{-27}\ \text{Н}.$$

Вектор этой силы направлен в пространство от оси луча. При достижении фотоном точки A_1 включается импульс поля на оси луча, происходит электродинамическое взаимодействие между зарядами фотона и поля, возникает ротационная сила F_{rot}, которая и возвращает фотон в точку А, на исходную позицию для начала очередного периода.

$$F_{rot,\,i} = \frac{\alpha \cdot Э \cdot q_{\pi}}{l_i} = -\frac{\alpha \cdot Э^2}{r_i \cdot \operatorname{tg}\beta} = -\frac{2\alpha \cdot Э^2}{\lambda_{\gamma} \operatorname{tg}\beta}, \tag{13.30}$$

$$F_{rot,\,f} = \frac{-41{,}106086 \cdot 10^{-35}}{9{,}15315 \cdot 10^{-8}} = -4{,}4909223 \cdot 10^{-27}\ \text{Н}.$$

Из сравнения тангенциальной (13.29) и ротационной сил фотона фиолетового луча в точке A_1 мы видим, что модуль ротационной силы существенно больше, а ее вектор антипараллелен тангенциальной и направлен к оси луча. Поскольку движение фотона безинерционно, то ротационная сила мгновенно останавливает фотон в точке A_1 и сообщает ему ротационную скорость v_{rot}:

$$v_{rot,\,i} = \frac{F_{rot,\,i}}{m_э \cdot v_{ед}} = -\frac{2\alpha \cdot э^2}{m_э \cdot \lambda_{\gamma} \cdot \operatorname{tg}\beta \cdot v_{ед}}, \tag{13.31}$$

$$v_{rot,\,f} = \frac{-44{,}909223 \cdot 10^{-28}}{6{,}8557572 \cdot 10^{-36}} = -6{,}5505853 \cdot 10^{8}\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1}$$

Отрицательный знак перед этой скоростью свидетельствует о возвратном движении фотона на участке A_1A. Время, затраченное фотоном на преодоление этого участка траектории составит τ_{3i}:

$$\tau_{3i} = \frac{l_i}{v_{rot,\,i}} = \frac{m_э \lambda_{\gamma}^2 \operatorname{tg}^2\beta \cdot v_{ед}}{4\alpha \cdot Э^2} \tag{13.32}$$

$$\tau_{3,\,f} = \frac{9{,}15315 \cdot 10^{-8}}{6{,}5505853 \cdot 10^{8}} = 1{,}3973026 \cdot 10^{-16}\ \text{с}.$$

Теперь у нас есть всё чтобы подвести баланс по времени одному периоду фотона фиолетового луча, ибо нам известна средняя продолжительность периода t_f:

$$t_f = 1/\nu_f = 1{,}3342564 \cdot 10^{-15}\ \text{с} \tag{13.33}$$

Если вышеприведенный анализ движения фотона по участкам траектории верен, то мы должны получить сходимую с (13.33) сумму времени:

$$t_f = \tau_{1f} + \tau_{2f} + \tau_{3f}. \tag{13.34}$$

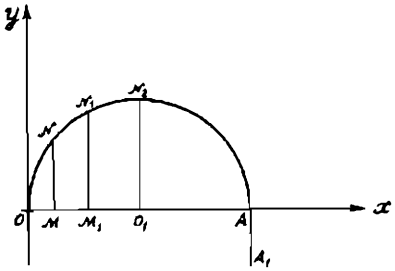


Рис. 6. Дифференциальное движение фотона по орбите. NM, N_1M_1, N_2O_1 — нормали к оси луча OX.

Но сумма оказывается больше и составляет $t_f' = 1{,}3403107 \cdot 10^{-15}$ с. Спрашивается — почему нет сходимости между (13.33) и (13.34)? А дело в том, что реальная орбитальная скорость фотона больше чем u_i. Я умышленно изменил описание орбитального движения фотона с целью упростить изложение. Истинное орбитальное движение фотона есть движение дифференциальное и связано это с тем, что не существует центров силового поля фотонов в точках O_1, O_2, O_3 и т. д. (Рис. 4). Заряд осевого поля луча одинаков во всех его точках, а электродинамическое взаимодействие фотона с осью луча происходит по кратчайшему пути между ними — по нормали, опущенной от фотона на ось. Обратимся к рисунку 6. Нормаль $N_2O_1 = r_i = \lambda_i/2$. Только в точке N_2 скорость фотона равна u_i, согласно соотношению $u_i = \mu/r_i$. Нормали $N_1M_1 = r_2$ и $NM = r_1$ являются членами семейства нормалей, последовательно убывающих от r_i до $r_э$ в начальной точке дуги OA. Таковы и нормали второй части дуги N_2A. Из сказанного следует, что орбитальная скорость фотона максимальна в начале и конце дуги OA и минимальна на середине орбиты в точке N_2. Не составляет большого труда определить модуль нормали, опущенной с любой точки дуги OA на ось луча и, стало быть, определить орбитальную скорость фотона в этой точке дуги. Но в этом пока нет необходимости, гораздо важнее знать среднюю скорость прямого движения фотона, т. е. скорость на участке O N_2AA_1A, что мы и сделаем. Продолжительность прямого движения фотона определится из (13.34):

$$(\tau_{1i} + \tau_{2i}) = t_i - \tau_{3i} = \frac{1}{\nu_i} - \frac{m_э \lambda_i^2 \operatorname{tg}^2 \beta \cdot \nu_{ед}}{4\alpha \cdot Э^2}. \qquad (13.35)$$

Протяженность пути прямого движения составит

$$s_i = r_i (\pi + \operatorname{tg} \beta) = \lambda_i (\pi + \operatorname{tg} \beta)/2, \qquad (13.36)$$

а средняя скорость прямого движения — v_i:

$$v_i = \frac{s_i}{(\tau_{1i} + \tau_{2i})} = \frac{2\alpha \cdot э^2 \nu_i \lambda_i (\pi + \operatorname{tg} \beta)}{4\alpha \cdot Э^2 - m_э \lambda_i^2 \operatorname{tg}^2 \beta \nu_i \cdot \nu_{ед}} = \frac{\nu_i \lambda_i (\pi + \operatorname{tg} \beta)}{(2 - \operatorname{tg}^2 \beta)} =$$

$$= c_i \cdot \frac{(\pi + \operatorname{tg} \beta)}{(2 - \operatorname{tg}^2 \beta)} \approx \sqrt{\mu \cdot \nu_i} \cdot \frac{(\pi + \operatorname{tg} \beta)}{(2 - \operatorname{tg}^2 \beta)} \qquad (13.37)$$

Теперь, зная истинную среднюю скорость прямого движения фотона, можно установить истинные средние продолжительности по участкам траектории:

$$\tau_{1i} = \frac{\pi r_i}{v_i} = \frac{\pi \cdot \lambda_i}{2v_i} = \frac{\pi\,(4\alpha\Im^2 - m_э\lambda_i^2\,\mathrm{tg}^2\,\beta\nu_i\nu_{сд})}{4\alpha \cdot \Im^2\,(\pi + \mathrm{tg}\,\beta) \cdot \nu_i}, \tag{13.38}$$

$$\tau_{2i} = \frac{l_i}{v_i} = \frac{\lambda_i\,\mathrm{tg}\,\beta}{2v_i} = \frac{(4\alpha \quad \Im^2 - m_э\lambda_i^2\,\mathrm{tg}^2\,\beta\nu_i\nu_{сд}) \cdot \mathrm{tg}\,\beta}{4\alpha \cdot \Im^2\,(\pi + \mathrm{tg}\,\beta) \cdot \nu_i}. \tag{13.39}$$

Поскольку τ_{2i} есть продолжительность свободного прямолинейного движения фотона на участке AA_1, то τ_{2i} одновременно характеризует и продолжительность паузы импульса осевого поля луча. Поэтому средняя истинная продолжительность функционирования осевого поля $\tau_{пi}$ определится либо из соотношения

$$\tau_{пi} = t_i - \tau_{2i} = \left(\frac{1}{\nu_i} - \frac{l_i}{v_i}\right), \qquad \text{либо из} \tag{13.40}$$

$$\tau_{пi} = \tau_{1i} + \tau_{3i} = \left(\frac{\pi\lambda_i}{2v_i} + \frac{l_i}{v_{гол,\,i}}\right). \tag{13.41}$$

По фиолетовому монолучу имеем:

$s_f = r_f\,(\pi + \mathrm{tg}\,\beta) = 7{,}1985002 \cdot 10^{-7}$ м,

$v_f = 6{,}0262388 \cdot 10^{8}$ м·с$^{-1}$,

$\tau_{1f} = 1{,}042638 \cdot 10^{-15}$ с,

$\tau_{2f} = 1{,}5188827 \cdot 10^{-16}$ с,

$\tau_{3f} = 1{,}397302 \cdot 10^{-16}$ с,

$\tau_{пf} = (t_f - \tau_{2f}) = 1{,}1823682 \cdot 10^{-15}$ с $= 88{,}616265\%$ от t_f,

$t_f = (\tau_{1f} + \tau_{2f} + \tau_{3f}) = 1{,}3342564 \cdot 10^{-15}$ с.

Остается еще один принципиальный вопрос, на который необходимо ответить: каким образом криволинейная часть орбиты фотона остается круговой, если не существует силового центра на середине шага, в точках O_1, O_2, O_3 и т. д.? Чтобы ответить на этот вопрос нам необходимо рассмотреть фотон-фотонное взаимодействие на луче. Обратимся к рис. 5. Как было показано выше, орбиты пары фотонов лежат в одной плоскости и оба фотона одномоментно завершают прямое движение, одномоментно начинают возвратное движение по прямолинейным участкам своих траекторий (A_1A и B_1B) и одновременно выходят на ось луча, имея антипараллельное

движение. Нетрудно понять, что расстояние между фотоном и осевым полем луча изменяется от радиуса фотона $r_э$ до $r_i = \lambda_i/2$, тогда как расстояние между парой фотонов изменяется от λ_i до $\sqrt{2}\cdot\lambda_i$ в момент, когда фотоны находятся на середине круговых орбит. Из этого следует, что ведущую роль играют силы фотонолучевого взаимодействия, хотя силы фотон-фотонного взаимодействия также играют определенную роль в их сложном движении. Эта роль состоит в формировании тангенциальной силы фотонов в момент пересечения ими оси луча, при возвратном движении. Именно благодаря этой тангенциальной силе прямолинейное движение на участках A_iA и B_iB переходит в криволинейное в точках А и В и далее уже поддерживается круговым по причине равенства тангенциальной и радиальной сил фотона в каждой точке дуги ОА. Назовем эту силу начальной тангенциальной и определим ее:

$$F_{т0} = \alpha\cdot\frac{Э\cdot Э}{\lambda_i} = \frac{\alpha\cdot Э^2}{\lambda_i}, \qquad (13.42)$$

$$F_{т0f} = \frac{4{,}1106086\cdot 10^{-34}}{4\cdot 10^{-7}\ м} = 1{,}0276521\cdot 10^{-27}\ Н.$$

Вектор этой силы совмещен с осью луча, т. е. он нормален к вектору ротационной силы фотона F_{rot} в точках А и В и имеет то же направление, что и ось луча. Правда, тут есть одно кажущееся противоречие, если основываться на принципе Ньютона — действие равно противодействию. Из этого принципа следует, что оба фотона, находясь в точках А и В не только отталкиваются взаимно, но отталкиваются с силой $F_{т0}$ и от двух ближайших фотонов по лучу, один из которых идет впереди этой пары, а другой — сзади. Получается, что начальные тангенциальные силы фотонов взаимно гасятся и не играют никакой роли в организации движения фотонов. Чтобы понять ошибочность такого подхода достаточно придти в начало луча, т. е. к генератору излучения. Для этого в точку O_i (рис. 5) необходимо поместить электрогенератор, а в точку пересечения координатных осей — осциллятор, служащий донором фотонов. В этом случае, когда первый фотон, пройдя весь свой путь выходит в точку А, впереди него нет фотонов. И в момент отрыва электроном второго электрино, за «спиной» которого стоит положительное поле своего осциллятора, первый фотон получает начальный тангенциальный импульс только в направлении оси луча, не гасимый ничем. Когда второй фотон выходит в точку А излучается третий фотон, который также отталкивается от положительного поля осциллятора и обеспечивает тангенциальный импульс второму фотону в том же направлении. И так — всегда, пока работает генератор и продолжается излучение. Таким образом, начальным источником $F_{т0}$ служит положительное поле осциллятора и принцип Ньютона тут неуместен.

Выше мы приняли для всего участка возвратного движения фотона скорость v_{rot} (13.31) и силу F_{rot} (13.30). Однако, если быть строгим, то необходимо сказать, что эти величины характеризуют собой только минимальные значения, свойственные точке возврата A_1. У входа в ось луча расстояние между геометрическими центрами фотона и луча сокращается до $r_э = 5{,}5336235 \cdot 10^{-17}$ м, а сила ротации возрастает до $F_{rot\,max} = -\lambda \cdot э^2/r_э = -7{,}4284211 \cdot 10^{-18}$ Н. При этом скорость достигает $V_{rot\,max} = -1{,}1110814 \cdot 10^{18}$ м·с$^{-1}$. Однако, в момент выхода фотона из осевого поля, по ту его сторону, меняется вектор силы. Возникает симметричная относительно $F_{rot\,max}$ радиальная сила $F_{r\,max}$, равная первой по модулю и антипараллельная ей. В итоге — они взаимно гасятся, согласно соотношению:

$$F_{r\,max} + F_{rot\,max} = 0.$$

Поэтому истинными начальными силами, направляющими фотон в орбитальное движение в точке А, являются F_{rot} и F_{r0}. Как гласит первое следствие первого закона орбитального движения тел, условием круговой орбиты является равенство модулей F_r и F_t в каждой точке орбиты, или: орбита обращающегося тела является круговой, если угол между векторами радиальной и тангенциальной сил равен $\pi/2$ в каждой точке орбиты. Однако эти условия характеризуют движение макротел, обладающих инерцией движения и обращающихся в силовом поле центрального тела. Орбитальное движение фотона имеет существенные отличия. Во-первых, движение фотона безинерционно, из чего следует, что он не может иметь эллиптическую орбиту. Во-вторых, орбитальное движение фотона происходит только по полукругу. В-третьих, орбитальное движение фотона осуществляется не вокруг центрального тела, а вдоль протяженного силового поля. В-четвертых, в орбитальном движении фотона отсутствует радиальная сила, она замещается нормальной силой F_n. Лишь в одной точке, на середине дуги ОА, где нормаль $N_1O_1 = r_t$ нормальная сила обращается в радиальную F_r. В-пятых, условием круговой орбиты фотона является равенство тангенциальной и нормальной сил, т. е.

$$F_n + F_t = 0. \qquad (13.43)$$

Чтобы определить F_n обратимся к рисунку 7. Возьмем на дуге ОА произвольную точку N, в которой находится фотон. Проведя касательную к дуге в этой точке получим вектор тангенциальной силы фотона $F_t = NN_2$. Проведя радиус-вектор из точки N в точку O_1, на середине шага фотона, получим вектор радиальной силы $F_r = NO_1$. Опустив нормаль из точки N в точку М, на оси луча, получим вектор нормальной силы F_n. Если бы центр силового поля

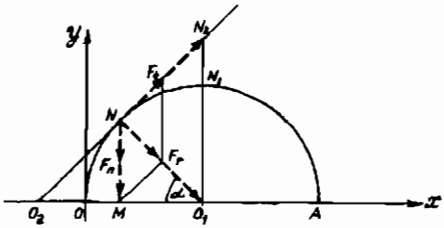


Рис. 7. Силы фотона на орбите. *NN*2 — касательная к орбите фотона в точке *N*. F_t — тангенциальная, F_n — нормальная силы фотона.

фотона был бы неподвижен и расположен в точке O_1, то выполнялось бы условие

$$F_r + F_t = 0,$$

но поскольку фотон в точке *N* взаимодействует с зарядом осевого поля луча в точке M, то тангенциальной силе противодействует нормальная сила, направленная к оси луча по катету прямоугольного треугольника O_1MN, из которого следует связь между F_n и F_r:

$$F_n = F_r \cdot \sin \alpha. \tag{13.44}$$

Введя это значение нормальной силы фотона в (13.43) получим:

$$F_r \cdot \sin \alpha + F_t = 0. \tag{13.45}$$

Это уравнение замечательно тем, что позволяет нам совершенно корректно обходиться без привлечения нормальной силы к рассмотрению орбитального движения фотона. Т. е. оно позволяет нам рассматривать орбитальное движение фотона так, будто оно происходит вокруг неподвижного центра силового поля, расположенного в геомстрическом центре круговой орбиты, а именно — в точке O_1. Теперь, задавая всличину угла α, мы можем определить истинную орбитальную скорость фотона в любой точке дуги OA.

$$F_t = - F_r \cdot \sin \alpha, \tag{13.46}$$

$$F_t / \sin \alpha = - Fr, \tag{13.47}$$

$$U(\alpha)_i = \frac{F_r}{m_э \cdot v_{сд}} = \frac{F_t}{m_э v_{сд} \cdot \sin \alpha} = \frac{2\varepsilon}{m_э r_i v_{сд} \sin \alpha} = \frac{4\alpha \cdot э^2}{m_э \lambda_i v_{сд} \sin \alpha} \tag{13.48}$$

где 2ε — полная энергия орбитального движения фотона. Из этого уравнения следует, что орбитальная скорость фотона *i*-го луча является обратной функцией угла α, на который опирается участок дуги, отсчитываемый от оси луча до точки нахождения фотона. Чем меньше угол α, т. е. чем ближе фотон к началу орбитального пути, тем выше его орбитальная скорость, которая монотонно уменьшается до апоточки орбиты, соответствующей углу $\alpha = \pi/2$. В этой

точке она определяется как $U_i = \mu/r_i = 2\mu/\lambda_i$, ибо $\sin(\pi/2) = 1$. За апоточкой скорость фотона зеркально-симметрична, т. е. она монотонно возрастает до U_{max} в конце криволинейного пути. Но при этом в каждой точке дуги OA выполняется условие (13.45). Удобно вместо полного уравнения (13.48) пользоваться кратким его выражением через постоянную Милликена:

$$U(\alpha)_i = \frac{\mu}{r_i \cdot \sin\alpha} = \frac{2\mu}{\lambda_i \sin\alpha}. \qquad (13.49)$$

4. Энергия движения и путь фотона вдоль оси луча. Итак, в предыдущем пункте этого параграфа мы установили все физические параметры движения фотона за один период и без всяких натяжек получили баланс сил и продолжительности движения по участкам сложной траектории. Теперь же попытаемся дать количественный анализ всему лучу, идущему к Земле от Солнца. Во-первых, интересно знать как зависит общая протяженность криволинейного пути фотона, вдоль оси луча от величины шага λ_i. Обратимся к рис. 8, на котором показано соотношение круговых траекторий фотонов желтого ($\lambda_ж = 6 \cdot 10^{-7}$ м) и ультрафиолетового ($\lambda_у = 3 \cdot 10^{-7}$ м) монолучей. Очевидно, что $\lambda_ж = 2\lambda_у$, но какой путь проходят фотоны от точки O до точки A вдоль оси луча? Путь «желтого» фотона составит $S_ж = \pi\lambda_ж/2$, путь «ультрафиолетового» фотона $S_у = 2 \cdot \frac{\pi \cdot \lambda_у}{2} = \pi\lambda_у = \pi \cdot \lambda_ж/2$, т. е. несмотря на то, что шаги их отличаются в два раза, криволинейные пути их равны. Отсюда вывод: протяженность пути фотона вдоль оси луча не зависит от шага. По оси высокочастотного луча фотон движется малыми, но частыми шагами, а по оси низкочастотного луча-большими, редкими шагами. В общем же, для i-го луча с частотой ν_i протяженность пути фотона больше длины луча (по длине оси луча) в $n = (\pi + 2\mathrm{tg}\beta) = 4{,}0569 \approx 4$ раза.

А как отличаются орбитальные и шаковые скорости фотонов вдоль исследуемых лучей? Для простоты анализа сравним орбитальные скорости в апоточках, соответствующих $\alpha = \pi/2$.

$$\left.\begin{aligned} U_ж &= \frac{2\mu}{\lambda_ж} = 3{,}9972326 \cdot 10^8 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}, \\ U_у &= \frac{2\mu}{\lambda_у} = 7{,}9444653 \cdot 10^8 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} = 2U_ж \end{aligned}\right\} \qquad (13.50)$$

$$\left.\begin{aligned} \nu_ж &= \mu/\lambda_ж^2 = 3{,}3310272 \cdot 10^{14} \cdot \text{с}^{-1}, \\ \nu_ж &= \mu/\lambda_ж^2 = 13{,}324108 \cdot 10^{14} \cdot \text{с}^{-1} = 4\nu_ж, \end{aligned}\right\} \qquad (13.51)$$

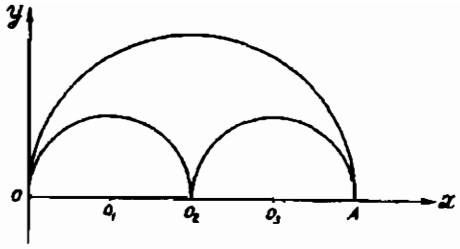


Рис. 8. Соотношение круговых орбит фотонов ультрафиолетового и желтого лучей. $OO_1 = r_y$ — радиус орбиты фотона ультрафиолетового луча. $OO_2 = 2 \cdot r_y = r_ж$ — радиус орбиты фотона желтого луча.

$$\left.\begin{aligned} c_ж &= \lambda_ж \cdot \nu_ж = 1{,}9986163 \cdot 10^{-8}\ м \cdot с^{-1}, \\ c_y &= \lambda_y \cdot \nu_ж = 3{,}9972324 \cdot 10^{-8}\ м \cdot с^{-1} = 2c_ж, \end{aligned}\right\} \qquad (13.52)$$

В (13.52) шаговая скорость является функцией как частоты, так и шага.

$$\left.\begin{aligned} c_ж &= \sqrt{\mu \cdot \nu_ж} = 1{,}9986163 \cdot 10^{8}\ м \cdot с^{-1} \\ c_y &= \sqrt{\mu \cdot \nu_y} = 3{,}9972324 \cdot 10^{8}\ м \cdot с^{-1} \end{aligned}\right| \qquad (13.53)$$

Введя под корень вместо $\nu_ж$ и ν_y их значения, выраженные через шаг (13.51), получим:

$$\left.\begin{aligned} c_ж &= \mu/\lambda_ж = 1{,}9986163 \cdot 10^{8}\ м \cdot с^{-1} \\ c_y &= \mu/\lambda_y = 3{,}9972324 \cdot 10^{8}\ м \cdot с^{-1} \end{aligned}\right| \qquad (13.54)$$

Расстояние между Солнцем и Землей составляет одну астрономическую единицу $A_0 = 1{,}4467458 \cdot 10^{11}$ м. Отправляясь от Солнца одновременно по двум параллельным лучам, желтому и ультрафиолетовому, фотоны достигают Земли через $\tau_ж$ и τ_y секунд:

$$\left.\begin{aligned} \tau_ж &= A_0/c_ж = 7{,}2387371 \cdot 10^{2}\ с = 12{,}06456\ мин, \\ \tau_y &= A_0/c_y = 3{,}6193687 \cdot 10^{2}\ с = 6{,}0322811\ мин \end{aligned}\right| \qquad (13.55)$$

Думая, что все эти результаты достаточно красноречивы и не нуждаются в комментарии.

В предыдущем параграфе мы видели, что поле скоростей центрально тела Галактики можно определить по параметрам любой звезды $V_r = U_i a_i = \text{Const}$. Аналогичное определение поля скоростей луча света возможно только в одной точке орбиты — в апоточке, где нормаль, опущенная от фотона на ось луча, обращается в радиус орбиты:

$$\mu = u_i r_i = \text{Const}. \qquad (13.56)$$

Влево и вправо от апоточки ($\alpha = \pi/2$, рис. 7) орбитальная скорость возрастает на десять порядков, а радиус орбиты r_i переходит в нормаль r_{ni} и уменьшается до радиуса фотона $r_э = 5{,}5336235 \cdot 10^{-17}$ м —

тоже на десять порядков. Но при всей изменчивости этой пары аргументов поле скоростей луча остается постоянной:

$$\left.\begin{aligned} \mu &= u(\alpha)_i \cdot r_i \sin\alpha = \text{Const}, \\ \mu &= u(\alpha)_i \cdot r_{ni} = \text{Const} \end{aligned}\right\} \qquad (13.57)$$

И поскольку масса фотона и его заряд также являются фундаментальными постоянными, то фотон в любой точке своей орбиты, независимо ни от величины, ни от частоты луча, обладает постоянным моментом импульса:

$$L_э = m_э \cdot \mu = \text{Const}. \qquad (13.58)$$

Половина этой величины есть тангенциальный момент импульса фотона и носит название постоянной Герца $\hbar$:

$$\hbar = L_э/2 = 4{,}1106086 \cdot 10^{-34}\ \text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1} \qquad (13.59)$$

которую мы уже выводили в § 2 и которая является самым малым квантом энергии в природе. Тангенциальная или радиальная энергия фотона ε за один период может быть выражена несколькими соотношениями:

$$\varepsilon = \hbar \cdot \nu_{сд} = 4{,}1106086 \cdot 10^{-34}\ \text{Дж}, \qquad (13.60)$$

$$\varepsilon = э \cdot \varphi = 4{,}1106086 \cdot 10^{-34}\ \text{Дж}, \qquad (13.61)$$

$$\varepsilon = \alpha э\,(-э) = -\alpha \cdot э^2 = -4{,}1106086 \cdot 10^{-34}\ \text{Дж}, \qquad (13.62)$$

где $\varphi = 2{,}0680598 \cdot 10^{-7}$ В — постоянная Чедвика. При каждом взаимодействии с веществом фотон передает i-ому атому или молекуле этого вещества один квант энергии и, либо рассеивается, либо продолжает движение в составе луча, что определяется характером взаимодействия. При этом нельзя забывать, что взаимодействие фотона с веществом не обязательно предполагает физическое столкновение с его структурным элементом. Это взаимодействие может происходить дистанционно, электродинамически, что чаще всего и происходит. Если бы каждый фотон выходил из состава луча после первого же взаимодействия с веществом, то луч не обладал бы такими свойствами как многократное отражение от поверхностей, преломление, дисперсия и т. д. И тут мы подходим к очень важным и принципиальным вопросам. Во-первых, каковы затраты энергии лучом на перенос фотона от источника на расстояние l_i? Во-вторых, каков характер источника энергии у луча, он ограничен и являет собой конечную величину или этот источник неиссякаем? Чтобы ответить на них обратимся сначала к потенциальной энергии фотона, вытекающей из энергии связи нейтрона, определяемой постоянной Курчатова $K = 5{,}4608428 \cdot 10^{-13}$ Дж $\cdot$ п$^{-1}$. Потенциальная энергия электрино в составе нейтрона, как мы уже знаем, определяется посто-

янной Резерфорда $\mathcal{P} = 1{,}3037881 \cdot 10^{-21}$ Дж. При переходе энергии связи электрино в кинетическую энергию фотона число квантов энергии, которое может передать среде распространения один фотон, составит величину $n_\hbar$:

$$n_\hbar = \mathrm{P}/\hbar \cdot \nu_{\text{ед}} = 3{,}1717642 \cdot 10^{12}. \qquad (13.62)$$

Означает ли этот результат, что после $n_\hbar$ взаимодействий с веществом среды, каждый фотон исчерпывает всю свою энергию и выпадает из состава луча? Обратимся к наблюдаетльным данным. Средняя объемная плотность частиц в межзвездном пространстве составляет $N = 5 \cdot 10^6$ м$^{-3}$ или $1{,}7 \cdot 10^2$ частиц$\cdot$м$^{-1}$. Если взять фиолетовый луч, идущий к Земле от звезды, расположенной на расстоянии $l = 5 \cdot 10^{24}$ м, что совершенно реально, то получим:

$$n_\lambda = 1/\lambda_f = 1/4 \cdot 10^{-7} \text{ м} = 2{,}5 \cdot 10^6 \text{ м}^{-1}, \qquad (13.63)$$

$$\eta_\hbar = \frac{N}{n_\lambda} \cdot 100\% = 0{,}0068\%, \qquad (13.64)$$

$$N(l)\,\hbar = \frac{l}{\lambda_f} \cdot \eta_\hbar = 8{,}125 \cdot 10^{26}, \qquad (13.65)$$

где n_λ — число шагов фотона на единичном участке фиолетового луча, $\eta_\hbar$ — процент взаимодействия фотона с веществом межзвездного пространства на единичном участке пути; $N(l)$ — полное число взаимодействий нашего пробного фотона на всем пути от звезды до Земли. При этом суммарная энергия, которую фотон передает межзвездному веществу составит $\mathrm{E}(l)$:

$$E(l) = \varepsilon \cdot N(l)\,\hbar = 3{,}3398694 \cdot 10^{-7} \text{ Дж}, \qquad (13.66)$$

что превышает начальную потенциальную энергию фотона $\mathcal{P}$ в $\mathrm{K} = 2{,}5616658 \cdot 10^{14}$ раз. Из этих результатов следует: 1) Если бы энергия фотона в луче была конечной величиной, то наблюдаемый нами звездный мир был бы ограничен пределами только Галактики. От звезд других галактик свет от Земли просто не доходил бы ввиду того, что межзвездное пространство поглощало бы его целиком. 2) Фотон в составе луча обладает неограниченной энергией и если бы пространство было вакуумным, то луч бы уходил в бесконечность, не претерпев никаких изменений. 3) Бесконечность энергии фотона базируестя на электродинамическом взаимодействии между фотоном и осевым полем луча. Феномен обусловлен тем, что модуль заряда фотона э инвариантен к числу взаимодействий с зарядом осевого поля (−э), т. е. заряд электрино и заряд поля не расходуются, ибо они являют собой наименьший, истинно элементарный квант электричества в природе. Таким образом, к бесконечной скорости распространения импульса поля луча добавляется бесконечность числа шагов фотона вдоль его оси.

Поскольку тангенциальный момент импульса фотона есть фундаментальня константа $\hbar$, то секундная энергия, монолуча, передаваемая им всякому телу при взаимодействии с ним, составит величину, строго пропорциональную чистоте луча E_l:

$$E_l = \hbar \cdot \nu_l.$$

Зная секундную энергию монолуча можно легко определить число лучей в пучке по результату измерения его мощности. Так, если солнечная постоянная $\alpha = 1360$ Вт·м$^{-2}$ отвечает всему диапазону частот, то $\alpha_1 = 201$ Вт·м$^{-2}$ приходится на долю лучей в диапазоне шага $4 \cdot 10^{-7}$—$5 \cdot 10^{-7}$ м. Если взять среднее значение шага в этом диапазоне $4{,}5 \cdot 10^{-7}$ м, то средняя частота составит $\bar{\nu}_1 = \mu/(4{,}5 \cdot 10^{-7})^2 = 5{,}9218261 \cdot 10^{14}$ с$^{-1}$, а средняя энергия одного луча $E_1 = \hbar \cdot \bar{\nu}_1 = 2{,}4342309 \cdot 10^{-19}$ Дж. Число же элементарных лучей этого диапазона, падающих нормально на единичную площадку у поверхности Земли, составит n_1:

$$n_1 = \frac{\alpha_1}{E_1} = 8{,}2572281 \cdot 10^{20} \text{ м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}.$$

При этом среднее расстояние между осями лучей в потоке составит a_1:

$$a_1 = 1/n_1 = 3{,}4800288 \cdot 10^{-11} \text{ м}$$

5. Давление света. В 1901 г. русский физик П. Н. Лебедев провел тонкий опыт по измерению давления света на твердую пластинку, а в 1909 г. — измерил давление света на газы. Рассмотрим теоретический аспект этой проблемы в рамках единой теории. Ниже, в § 16, мы увидим, что каждый атом твердого тела, с межатомным расстоянием a_i, занимает объем пространства a_i^3 и в этом объеме имеется глобула атома-область частотного пребывания атома. Т. е. атом обладает гиперчастным колебанием вокруг своего геометрического центра динамического равновесия в системе остальных атомов. Колебание осуществляется во всех мыслимых направлениях физического пространства с амплитудой, составляющей примерно одну треть межатомного расстояния: $A_i \approx a_i/3$. Рассмотрим один пробный атом алюминиевой фольги, взаимодействующий с пучком света средней частотой лучей $\nu_1 = 5{,}9218 \cdot 10^{14}$ с$^{-1}$. Межатомное расстояние алюминия $a = 2{,}52 \cdot 10^{-10}$ м, а радиус области частотного пребывания атома составит половину амплитуды, т. е. $r = A/2 = a/6 = 4{,}2 \cdot 10^{-11}$ м. При этом сечение сферической глобулы атома алюминия будет $S = \pi \cdot r^2 = 5{,}54177 \cdot 10^{-21}$ м^2, а сечение элементарного луча в пучке составит

$$S_1 = a_1^2 = (3{,}4800288 \cdot 10^{-11} \text{ м})^2 = 1{,}21106 \cdot 10^{-21} \text{ м}^2.$$

Число же элементарных лучей, взаимодействующих с глобулой пробного атома определится из отношения их сечений:

$$n_1 = S/S_1 = 4{,}576.$$

За единицу времени с глобулой атома будет взаимодействовать n_2 фотонов:

$$n_2 = \nu_1 \cdot n_1 \cdot \tau_{сд} = 2{,}7098156 \cdot 10^{15}$$

Но собственный диаметр атома алюминия составляет $d = 1{,}2 \cdot 10^{-13}$ м, а его истинное сечение $S_2 = \pi(d/2)^2 \approx 1{,}13 \cdot 10^{-26}$ м^2. Поэтому из n_2 фотонов, проходящих через глобулу атома, с самим атомом реально будет взаимодействовать n_3 фотонов:

$$n_3 = n_2 \cdot \frac{S_2}{S_1} = 9{,}33067 \cdot 10^{-6} \cdot n_2 = 2{,}528 \cdot 10^{10}.$$

Теперь совершенно очевидно, что если бы фотоны обладали прямолинейным движением, вектор которого совпадал бы с осью луча или был бы параллелен ей, то n_3 фотонов передали бы атому, нормально к плоскости фольги, суммарную силу $F = m_э \cdot c_1 \cdot \nu_{сд} \cdot n_3 = 4{,}6184866 \cdot 10^{-17}$ Н, где $c_1 = \sqrt{\mu \cdot \nu_1} = 2{,}6648 \cdot 10^8$ м$\cdot$с$^{-1}$ — шаговая скорость фотонов в нашем пучке. И поскольку на каждом квадратном сантиметре алюминиевой фольги размещено $n_4 = 1{,}5747 \cdot 10^{15}$ внешних атомов, то полная сила, передаваемая пучком света одному сантиметру фольги составила бы F_1:

$$F_1 = F \cdot n_4 = 7{,}27275 \cdot 10^{-2} \text{ Н},$$

а давление света при этом равнялось бы P_1:

$$P_1 = F_1/1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 = 727{,}275 \text{ Па}$$

Но, как мы установили выше, истинное движение фотонов происходит по круговым орбитам, а импульс фотона $i = m_э \cdot c_i$ есть фиктивная величина, в силу того, что c_i складывается из криволинейных шагов. Реальные n_3 фотона передают свои импульсы, обращающиеся в силу в момент взаимодействия, пробному атому по всем мыслимым направлениям. Происходит это потому, что часть фотонов взаимодействует с атомом фронтально, часть тангенциально, а часть — с обратной стороны. Обусловлено такое взаимодействие беспрерывным изменением вектора тангенциальной силы фотона от 0 до π, непрерывным изменением нормали фотона от r_{min} до r_i и непрерывным изменением координат самого атома в объеме глобулы, а также разнофазовым движением фотонов по пучку $n_1 = 4{,}576$ лучей. Из сказанного следует, что внешний атом твердой стенки, на которую нормально направлен пучок света, получает импульсы от n_3 фотонов по всем направлениям равновероятно, отсутствует какое-либо преимущественное направление. А коли так — отсутствуют результи-

рующая сила определенного направления и давление. Таким образом, в рамках единой теории свет не может оказывать какого-либо давления ни на твердую стенку, ни на молекулы газов и жидкостей.

Каков же механизм взаимодействия фотона с атомом вещества? Поле фотона есть остронаправленный луч, диаметр которого равен диаметру электрино $d_э = 1{,}106 \cdot 10^{-16}$ м. Поэтому поле фотона взаимодействует не с полным электродинамическим потенциалом атома φ_i i-го вещества, а с его элементарным потенциалом, постоянной Чедвика φ:

$$\varepsilon = э(\pm \varphi) = \pm 4{,}1106086 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}.$$

Энергия взаимодействия не зависит от расстояния, но сила взаимодействия обратно пропорциональна расстоянию r_i:

$$F_i = э \cdot (\pm \varphi) \cdot \cos \alpha / r_i, \qquad (13.67)$$

где r_i — кратчайшее расстояние между фотоном и поверхностью атома в момент взаимодействия; α — угол между r_i и касательной к орбите фотона в точке взаимодействия, т. е. между r_i и вектором тангенциальной силы фотона F_i. В некоторых случаях между фотоном и атомом формируется отрицательная сила, обусловливающая им взаимное притяжение. Это тот случай, когда поле фотона взаимодействует с электронным полем атома:

$$F(q_э)_i = э \cdot (-\varphi) \cdot \cos \alpha / r_i. \qquad (13.68)$$

Такое взаимодействие может завершаться поглощением фотона атомом ввиду того, что фотон не успевая выйти из поля электронного луча атома, падает на электрон и остается в составе атома. Суммарная энергия, передаваемая этому всеми взаимодействующими с ним n_3 фотонами, составит величину ε_1:

$$\varepsilon_1 = \hbar \cdot \nu_{ед} \cdot n_3 = 1{,}039162 \cdot 10^{-23} \text{ Дж}. \qquad (13.69)$$

Эта энергия, в случае отсутствия компенсирующих друг друга, антипараллельных и одномоментных импульсов, целиком обращается в приращение частоты атома твердой поверхности, Δf:

$$\Delta f = \varepsilon_1 / h = \varepsilon_1 / \hbar \cdot a = 1{,}5682459 \cdot 10^{10} \text{ с}^{-1}, \qquad (13.70)$$

где h — постоянная Планка, $a = \sqrt[3]{4\pi/3} = 1{,}611992$. Из сравнения (13.69) и (13.70) явствует, что квант энергии осциллятора, постоянная Планка, больше кванта фотона, постоянной Герца, в a раз. А приращение частоты атомов фольги измеряется как приращение температуры ΔT: $\Delta T = \psi \cdot \Delta f$, K.

6. Природа поляризации света. Понятие о поляризации света — древнее понятие, ибо было введено в науку Ньютоном еще в 1704 году. Это явление экспериментально хорошо изучено и имеет боль-

шое прикладное значение, но интерпретация его физической сути, в классической оптике, имеет мало общего с подлинной картиной. Исходя из вышеизложенного нетрудно понять, что в основе явления лежат многообразные формы взаимодействия фотонов луча со структурными элементами кристаллических веществ, газов и жидкостей. Не пытаясь охватить тонкости явления мы сосредоточим свое внимание лишь на основных его положениях. Кто не знает, какую важную роль играет в оптике граница раздела двух сред, но почему эта роль ей принадлежит — этого никто еще не знает. Лишь в рамках гиперчастотной механики можно понять физическую основу активности границы раздела двух сред. Рассмотрим два структурных элемента исландского шпата — это молекула $CaCO_3$, занимающих разное положение в кристалле. Первый находится в середине кристалла, занимает свое место в узле решетки и обладает геометрической симметрией во взаимодействии с элементами ближайшего окружения. Благодаря такому положению нулевое гиперчастотное колебание этого элемента происходит равномерно по всем направлениям в объеме его сферической глобулы. Иными словами, амплитуда его колебания вокруг центра динамического равновесия одинакова во всех направлениях, что обусловливает равные расстояния свободных промежутков между глобулой пробного элемента и глобулами всех ближайших его соседей, по всем шести направлениям ($\pm X$, $\pm Y$ и $\pm Z$) от него, если посадить его в точке пересечения координатных осей.

Второй пробный элемент расположен на грани кристалла, т. е. по границе раздела кристалл-воздух. Пусть центр равновесия этого элемента совмещен с точкой пересечения осей, грань кристалла совпадает с плоскостью XY, а ось Z нормальна к ней. Положение этого элемента асимметрично, ибо он лишен 16—17% своих электростатических связей в направлении оси Z. Силам, действующим на этот элемент со стороны нижележащих структурных элементов, нет противодействующих сил со стороны второй среды. В результате этого динамическое напряжение элемента, расположенного на грани кристалла, является асимметричным. Асимметрично у него и нулевое колебание, не сферична отсюда и глобула. Все это обусловливает увеличение амплитуды его колебания в плоскости XY, т. е. в плоскости грани. Формируется неравенство:

$$A_x = A_y > A_1, \tag{13.71}$$

где A_x и A_y — амплитуда колебания структурного элемента в плоскости XY; A_1 — амплитуда колебаний первого пробного элемента, расположенного в толще кристалла. И поскольку ширина свободного межатомного пространства является функцией амплитуды колебания структурных элементов, согласно соотношению

$$l_i = a_i - A_i \tag{13.72}$$

где l_i — ширина свободного межатомного пространства в кристаллической структуре; a_i — межатомное расстояние или период кристаллической решетки, то становится очевидным, что свободное пространство между внешним и структурными элементами, образующими грань, существенно меньше, чем пространство между внутренними элементами. Иными словами, грань любого кристалла есть своего рода запирающий механизм. Это положение можно корректно доказать точными расчетами, но для этого нам потребовалось бы углубиться в тонкости физики твердого тела, которой отведен § 16. Если эту задачу рассматривать с более общих позиций, то можно утверждать, что всякое твердое тело тем прозрачнее для света, чем меньше амплитуда колебания его структурных элементов и чем больше период кристаллической решетки.

Теперь мы можем перейти к рассмотрению сути поляризации света. Для анализа явления возьмем фиолетовый монолуч с известными уже нам параметрами, из которых нас будет интересовать длина шага $\lambda_f = 4 \cdot 10^{-7}$ м. Пусть на пути монолуча мы помещаем непрозрачную стенку, плоскость которой перпендикулярна оси луча, т. е. ось луча совмещена с координатной осью Z, а плоскость стенки расположена в плоскости XY. Рассмотрим несколько вариантов взаимодействия луча со стенкой.

1) Толщина стенки l_1 равна двум диаметрам фотона, т. е.

$$l_1 = 2 \cdot d_э = 2{,}2134 \cdot 10^{-16} \text{ м}.$$

В точке пересечения осей O сделаем отверстие диаметра

$$d_1 = d_э = 1{,}106 \cdot 10^{-16} \text{ м}$$

Напомню, что диаметр осевого поля луча равен диаметру электрино. Спрашивается — как будет проходить луч света через это отверстие в стенке? Очевидно, что осевое поле луча пройдет через него беспрепятственно и продолжится за стенкой. Но не пройдет через него ни один фотон, в точке O от луча будут отсекаться все фотоны, независимо от вектора плоскости их орбит. Почему это так становится понятным при рассмотрении рис. 9, на котором, без соблюдения реального соотношения величин, изображена круговая орбита фотона у входа в отверстие. Очевидно, что при конечной толщине стенки l, фотон может завершить круговую орбиту в точке O_2, если соблюдается условие:

$$r_0 \geq AO \qquad (13.73)$$

где r_0 — радиус отверстия, через которое может пройти фотон с центром орбиты в точке O_1. Поскольку AO и O_1O являются катетами прямоугольного треугольника O_1AO, то нетрудно уста-

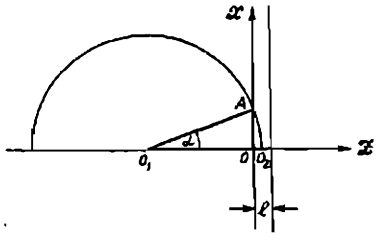


Рис. 9. К условию прохождения фотона через отверстие в стенке. Пояснения к рис.— в тексте.

новить связь между шагом фотона λ_i, толщиной стенки l_i и радиусом отверстия r_{0i}:

$$O_1O = r_i - \frac{l_i}{2} = \frac{\lambda_i}{2} - \frac{l_i}{2} = \frac{\lambda_i - l_i}{2}, \tag{13.74}$$

$$r_{0i} = \sqrt{O_1A^2 - O_1O^2} = \sqrt{\frac{\lambda_i^2}{4} - \frac{(\lambda_i - l_i)}{4}} = \frac{\sqrt{l_i(2\lambda_i - l_i)}}{2} \tag{13.75}$$

Поскольку в п. 1) мы приняли $l_1 = 2 \cdot d_э$, то введя это значение толщины стенки в (13.75) найдем наименьший радиус отверстия, через которое могут проходить фотоны фиолетового луча при данной толщине стенки:

$$r'_{\min.f} = \sqrt{\frac{2d_э(2\lambda_f - 2d_э)}{4}} = \sqrt{\frac{4d_э \cdot \lambda_f}{4}} = 6{,}6534 \cdot 10^{-12}\ \text{м} \tag{13.76}$$

Мы видим, что диаметр принятого нами отверстия во много раз меньше r_{min} и потому через такое отверстие не пройдет ни один фотон. А теперь я уточню: в условии п. 1) мы не рассматривали прямолинейный участок траектории фотона, который явится продолжением круговой орбиты в точке O_2, параллельно оси (–0X) на расстояние $\lambda_f \cdot \operatorname{tg} \beta/2$. С учетом этого фактора получим в общем виде:

$$r_{0\,min} = \lambda_i \cdot \operatorname{tg} \beta/2. \tag{13.77}$$

При этом толщина такова, что угол $\alpha = \beta$. Для нашего фиолетового луча радиус минимального отверстия составит:

$$r_{0min.f} = 9{,}153115 \cdot 10^{-8}\ \text{м}$$

Таким образом, имеет место наложение двух лимитирующих факторов на процесс прохождения луча через круглое отверстие в стенке конечной толщины. Ведущая роль пока $\alpha \leq \beta$ принадлежит фактору по прямолинейному участку траектории фотона, который не зависит от толщины стенки. Лимитирующий же фактор по круговому участку становится ведущим по мере роста толщины стенки и с момента выполнения условия

$$\alpha \geq \beta.$$

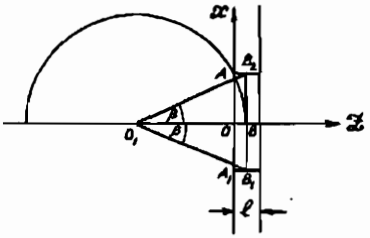


Рис. 10. Роль толщины стенки при прохождении луча через отверстие в стенке. B_1B_2 — диаметр отверстия. $O_1B=r$ — радиус орбиты фотона. $OB=l/2$ — полутолщина стенки.

Из (13.75) и из рис. 9 следует, что этот лимитирующий фактор перестает быть таковым при достижении стенкой толщины, равной шагу фотона, т. е. при условии $l_i = \lambda_i$:

$$r_{0\,max} \geq \frac{\sqrt{l_i\,(2\lambda_i - l_i)}}{2} = \frac{\lambda_i}{2} = r_i \qquad (13.78)$$

С чисто математической точки зрения при $l_i = 2\lambda_i$ радиус отверстия по (13.78) становится равным нулю, а при $l_i = 3\lambda_i$ он обращается в мнимую величину $\sqrt{-\lambda_i^2}/2$. Но физическое содержание (13.78) от этого не изменяется и состоит в том, что если радиус круглого отверстия больше радиуса орбиты фотона, то толщина стенки уже не имеет значения, ибо луч проходит через него без потерь фотонов. В том случае, когда отверстие отвечает условию (13.77) луч проходит через отверстие, испытав значительную деформацию. Процент фотонов, проходящий через отверстие радиуса r_{0min} определится из отношения этого радиуса к максимальному значению вектора плоскости фотона, равного радиусу орбиты фотона:

$$\eta_i = \frac{r_{0\,min}}{r_i} \cdot 100\% = \frac{2r_{0\,min} \cdot 100\%}{\lambda_i}. \qquad (13.79)$$

Учитывая, что $r_{0min}/r_i = \operatorname{tg}\beta$ (рис. 10) (13.79) можно переписать к виду:

$$\eta\,(r_{0\,min}) = \operatorname{tg}\beta = 0{,}4576575 = 45{,}76575\% = \text{Const}. \qquad (13.80)$$

Этот результат свидетельствует о том, что через круглое отверстие радиуса r_{0min} монолуч i-й частоты проходит с коэффициентом $\operatorname{tg}\beta$, т. е. частота луча ν_i после прохода через отверстие уменьшается до ν_i':

$$\nu_i' = \nu_i \cdot \operatorname{tg}\beta, \qquad (13.81)$$

а шаг фотона возрастает до λ_i':

$$\lambda_i' = \sqrt{\mu/\nu_i \cdot \operatorname{tg}\beta}. \qquad (13.82)$$

Происходит это в силу того, что такое отверстие отсекает от луча 54,23425% фотонов. Из этого результата также следует, что фотоны

по оси луча не двигаются «след в след», т. е. между каждой парой фотонов имеется некоторый интервал и поэтому центры орбит

$$\frac{(1 - \operatorname{tg}\beta)}{2} = \frac{54{,}234\%}{2} = 27{,}117\%$$

пар фотонов не попадают в точку O_1, а смещены от нее либо вперед, либо назад. При условии движения «след в след» центры орбит всех пар совмещались бы с точкой O_1 (рис. 10) и, стало быть, луч проходил бы через отверстие без потерь и перестройки частоты. Условию $r_{0i} = \lambda_i \operatorname{tg}\beta/2$ и $\alpha = \beta$ отвечает одно единственное значение толщины стенки l_i, определенное из (13.75):

$$l_i^2 - 2\lambda_i l_i + 4r_{0i}^2 = 0, \tag{13.83}$$

$$l_i^2 - 2\lambda_i \cdot l_i + \lambda_i^2 \operatorname{tg}^2\beta = 0. \tag{13.84}$$

Для фиолетового луча $l_f = 4{,}434875 \cdot 10^{-8}$ м $= 0{,}484517 \cdot r_{0f}$. Дальнейшее увеличение толщины стенки на величину Δl ведет к полному отсеканию фотонов от оси луча и чтобы сохранять прохождение фотонов при росте толщины стенки должно осуществляться синхронное увеличение и радиуса отверстия до выполнения условия (13.75).

2) Толщина стенки $l_2 = 4{,}434857 \cdot 10^{-8}$ м; диаметр начального отверстия $d_2 = d_1 = d_э$. Вырежем в стенке, влево и вправо от этого отверстия, щели шириной, равной диаметру начального отверстия и длиной $\lambda_f/2$. Мы получим горизонтальную щель, совмещенную с осью ОУ и с центром в точке пересечения координатных осей. Спрашивается — какова будет структура фиолетового монолуча прошедшего через эту щель по оси OZ, т. е. через центр щели перпендикулярно плоскости XY? Совершенно очевидно, что через эту щель беспрепятственно пройдут только те пары фотонов, плоскость орбиты которых совмещена с плоскостью YZ, а все остальные пары будут отсечены. Долю фотонов, проходящих через эту щель можно определить из отношения ширины щели к максимальному периметру монолуча:

$$\eta_{\pi i} \approx \frac{2\Delta P}{p_i} = \frac{2d_э}{2\pi r_i} = \frac{2d_э}{\pi \cdot \lambda_i}, \tag{13.85}$$

где $\Delta P = d_э$ — ширина щели, $P_i = \pi \cdot \lambda_i$ — максимальный периметр i-го луча. По фиолетовому лучу имеем:

$\eta_{\pi f} = 1{,}761407 \cdot 10^{-10}$ — доля проходящих фотонов;

$\eta_{\pi f}/2 = 8{,}8070357 \cdot 10^{-11}$ — доля проходящих пар фотонов;

$n_f = \nu_f \cdot \tau_{ед} = 7{,}4948112 \cdot 10^{14}$ — полное число фотонов, проходящих по фиолетовому лучу за время $\tau_{ед}$;

$n_{\pi f} = \eta_{\pi f} \cdot n_f = 1{,}3201412 \cdot 10^5$ фотон $= 6{,}600706 \cdot 10^4$ пар — число фотонов и пар фотонов в линейно поляризованном щелью луче;

$$\nu_{\pi f} = \frac{n_{\pi f}/2}{\tau_{ед}} = \frac{\eta_{\pi f} \cdot n_f}{2\tau_{ед}} = 6{,}600706 \cdot 10^4 \text{ с}^{-1} \qquad (13.86)$$

— частота линейно поляризованного фиолетового луча, $\lambda_{\pi f} = \sqrt{\mu/\nu_{\pi f}} = 4{,}2623111 \cdot 10^{-2}$ м — шаг линейно поляризованного фиолетового луча.

Таким образом, пропуская монолуч через щель минимальной ширины мы получаем абсолютный, линейно поляризованный луч. Если же мы проведем еще одну такую щель через центр первой, но перпендикулярно ей, то получим абсолютный, перекрестно поляризованный луч, у которого частота возрастает в 2 раза, а средняя длина шага уменьшится вдвое по сравнению с линейно поляризованным лучом. А если мы расширим первую щель от ее центра к краям таким образом, что она будет иметь форму и размер угла, например, в одну минуту, то получим линейную поляризацию по углу $\Delta\varphi$, что приведет к значительному возрастанию доли проходящих через щель пар фотонов:

$$\eta_{\pi}(\Delta\varphi) = \Delta\varphi/2\pi. \qquad (13.87)$$

При $\Delta\varphi = 0°1'$ получим $\eta(\Delta\varphi) = \dfrac{0°1'}{360° \cdot 60'} = 4{,}62963 \cdot 10^{-5}$, что превосходит долю пар в абсолютно поляризованном луче в $5{,}25 \cdot 10^5$ раз. Конечно, экспериментаторы, работающие с пучками лучей, не могли выявить такие тонкости в свойствах света. Многие виды поляризации, принятые в классической оптике (круговая, разноименности эллиптической), являются результатом группового эффекта большого числа лучей в пучке, к тому же не абсолютно монохроматических.

Теперь можно обратиться к поляризационным призмам с целью понять механизм их селективного действия на луч света. Во-первых, из вышеизложенного мы вправе сделать вывод: поляризация луча, независимо от механизма ее осуществления, есть селективное отсечение от него части пар фотонов. Во-вторых, представление классической кристаллографии относительно структуры кристаллических веществ так, будто структурные элементы, занимающие узлы кристаллических решеток, являются точечными объектами, а свободное межатомное пространство равно периоду решетки a_i, является достаточно грубым приближением, о чем подробно будем говорить в § 16. Правильное представление состоит в том, что узлы кристаллических решеток — это сферические области гиперчастотного преобразования структурных элементов, т. е. глобулы структурных эле-

ментов, диаметр которых больше собственного диаметра элемента почти в 10^3 раз. Как было показано выше (13.72), гиперчастотное колебание с амплитудой A_i резко сокращает свободное межатомное пространство, без учета которого невозможно обойтись при описании поляризации света в кристаллах. В-третьих, свободные межатомные пространства в кристаллах образуют системы щелей, параллельных плоскостям кристалла, формируемых рядами глобул. Между щелью в непроницаемой стенке, которую мы рассмотрели выше, и щелью кристалла нет принципиальной разницы, а отличие кристалла состоит в том, что он обладает системой многих щелей регулярного расположения и фиксированного углового наклона. Поэтому процесс поляризации света при прохождении через поляризационную призму можно полностью описать на основе вышерассмотренных положений. Более того, исходя из характеристики поляризованного света можно судить о кристаллической структуре элементов призмы. Более подробное рассмотрение этого явления сейчас не представляется актуальным.

7. Шкала частот света. Как всем хорошо известно, в классической оптике, исторически сложилось так, что сначала научились измерять длину волны монохроматического света λ_i, а по ней уже рассчитывать частоту ν_i по соотношению

$$\nu_i = c/\lambda_i, \qquad (13.88)$$

где $c = 2{,}997924 \cdot 10^8$ м $\cdot$ с$^{-1}$ = Const. В настоящее время созданы столь высокоточные частотомеры, что не представляет особого труда экспериментально убедиться в ошибочности (13.88), ибо истинное соотношение между ν_i и λ_i определяется из

$$\nu_i = c_i/\lambda_i = \mu/\lambda_i^2, \qquad (13.89)$$

где постоянной величиной является только секториальная скорость фотона μ. Соотношение (13.88) будет справедливым только к единственному монохроматическому пучку — пучку лучей фиолетовой области спектра, где средний шаг фотона составит $\lambda_f = 4 \cdot 10^{-7}$ м, ибо c есть шаговая скорость именно этого пучка. Поскольку принятая в классической оптике шкала частот основана на (13.88) и несет в себе существенные ошибки, то очевидно пора от нее отказаться. Ниже предлагается новая шкала частот (табл. 4), рассчитанная по (13.89) и основанная на допущении, что длина шага фотона по спектру видимого солнечного света измерена с достаточной точностью и она является экспериментальной базой шкалы. В старой шкале между видами излучения не было четкой границы, края их накладывались друг на друга. Учитывая условность в определении диапазонов частот в беспрерывном спектре Солнца, я предлагаю границы диапазонов сделать четкими и ясными, дабы освободить шкалу частот от терминологического произвола. Чтобы продемон-

№ диапазона	Вид излучения	Шаг фотона, λ, м	Частота фотона, ν, $с^{-1}$
I	Жесткие γ-лучи	$6{,}3245553 \cdot 10^{-13} - 6{,}3245553 \cdot 10^{-12}$	$2{,}9979246 \cdot 10^{26} - 2{,}9979246 \cdot 10^{24}$
II	Мягкие γ-лучи	$6{,}3245553 \cdot 10^{-12} - 6{,}3245553 \cdot 10^{-11}$	$2{,}9979246 \cdot 10^{24} - 2{,}9979246 \cdot 10^{22}$
III	Жесткие рентген. лучи	$6{,}3245553 \cdot 10^{-11} - 8{,}9442719 \cdot 10^{-9}$	$2{,}9979246 \cdot 10^{22} - 1{,}4989623 \cdot 10^{18}$
IV	Мягкие рентген. лучи	$8{,}9442719 \cdot 10^{-9} - 6{,}3245553 \cdot 10^{-8}$	$1{,}4989623 \cdot 10^{18} - 2{,}9979246 \cdot 10^{16}$
V	Вакуумный ультрафиолет	$6{,}3245553 \cdot 10^{-8} - 2{,}8284271 \cdot 10^{-7}$	$2{,}9979246 \cdot 10^{16} - 1{,}4989623 \cdot 10^{15}$
VI	Ближний ультрафиолет	$2{,}8284271 \cdot 10^{-7} - 4 \cdot 10^{-7}$	$1{,}4989623 \cdot 10^{15} - 7{,}4948113 \cdot 10^{14}$
VII	Видимый свет	$4 \cdot 10^{-7} - 5 \cdot 10^{-7}$ $5 \cdot 10^{-7} - 6 \cdot 10^{-7}$ $6 \cdot 10^{-7} - 7{,}6 \cdot 10^{-7}$	$7{,}4948113 \cdot 10^{14} - 4{,}7966792 \cdot 10^{14}$ $4{,}7966792 \cdot 10^{14} - 3{,}3310272 \cdot 10^{14}$ $3{,}3310272 \cdot 10^{14} - 2{,}076125 \cdot 10^{14}$
VIII	Ближний инфракрасный свет	$7{,}6 \cdot 10^{-7} - 8{,}875445 \cdot 10^{-7}$	$2{,}076125 \cdot 10^{14} - 1{,}5223005 \cdot 10^{14}$
IX	Средний инфр. свет	$8{,}875445 \cdot 10^{-7} - 1{,}095066 \cdot 10^{-6}$	$1{,}5223005 \cdot 10^{14} - 1 \cdot 10^{14}$
X	Дальний инфр. свет	$1{,}095066 \cdot 10^{-6} - 1{,}4142135 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{14} - 5{,}995849 \cdot 10^{13}$
XI	Далекий инфр. свет	$1{,}4142135 \cdot 10^{-6} - 2{,}4385583 \cdot 10^{-6}$	$5{,}995849 \cdot 10^{13} - 2{,}0165751 \cdot 10^{13}$
XII	Крайний инфр. свет	$2{,}4385583 \cdot 10^{-6} - 3{,}4629031 \cdot 10^{-6}$	$2{,}0165751 \cdot 10^{13} - 1 \cdot 10^{13}$
XIII	Ближние радиолучи	$3{,}4629031 \cdot 10^{-6} - 3{,}4629031 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{13} - 1 \cdot 10^{11}$
XIV	Средние радиолучи	$3{,}4639031 \cdot 10^{-5} - 3{,}4629031 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{11} - 1 \cdot 10^{9}$
XV	Дальние радиолучи	$3{,}4629031 \cdot 10^{-4} - 3{,}4629031 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{9} - 1 \cdot 10^{7}$
XVI	Далекие радиолучи	$3{,}4629031 \cdot 10^{-3} - 3{,}4629031 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{7} - 1 \cdot 10^{5}$

Реликтовое излучение изотропное во всех направлениях: $\lambda' = 50$ см — 0,5 мм — по старой шкале; $\lambda_\rho = 4{,}4721359 \cdot 10^{-4} - 1{,}4142135 \cdot 10^{-5}$ м — по новой шкале. $\nu_\rho = 5{,}9958492 \cdot 10^{8} - 5{,}9958492 \cdot 10^{11}$ — диапазон частот реликтового излучения по новой шкале.

стрировать сколь велика разница между старой и новой шкалами рассмотрим длинноволновый край радиоизлучения Солнца. Общепринято, что он достигает $\lambda' = 3 \cdot 10^3$ м (диапазон километровых волн). Эта длина радиоволны определена по (13.88) на основе измеренной частоты $\nu = 1 \cdot 10^5$ с$^{-1}$. Истинный же шаг этого радиолуча составит $\lambda = \sqrt{\mu/\nu} = 3{,}4629031 \cdot 10^{-2}$ м, т. е. он меньше принятого значения в $n = \lambda'/\lambda = 8{,}66326 \cdot 10^4$ раза! В целом же — чем дальше отстоит то или иное излучение от фиолетовой части спектра, как в сторону более высоких частот, так и в сторону низких частот, тем больше будет расхождение между старой и новой шкалой при определении длины шага фотона. И вообще, на современном этапе развития оптической техники первичным должно быть точное измерение частоты тонкого монохроматического пучка лучей, а вторичным — расчетное определение шага фотона по (13.89).

8. Трансформация луча в пространстве и во времени. И, в завершение этого параграфа, необходимо сказать несколько слов относительно долгоживучести луча света в пространстве и во времени. Как мы уже установили выше, орбитальное движение фотона обусловливается длящимся импульсом отрицательного осевого поля луча. В конце орбитального участка траектории осевое поле выключается и фотон переходит в прямолинейное движение на участке AA_1 (рис. 4). Движение фотона на этом прямолинейном участке длится столько, сколько продолжается пауза осевого поля (τ_2). Включение осевого поля возвращает фотон на ось луча и весь цикл начинается снова. А что станет с лучом, если в момент достижения фотонами концов их прямолинейных участков, осевое поле не включится? Ответ только один — фотоны уйдут в пространство по нормали к оси луча, т. е. луч распадается. Добавим — это в том случае, если луч один и он — в вакуумном пространстве. Вопрос второй: что станет с лучом, если осевое поле станет постоянным, т. е. не будет пульсации поля? Ответ также один — фотоны потеряют прямолинейный участок пути. Например, завершив круговую траекторию в квадранте XY, они без паузы будут продолжать круговую траекторию, но уже в квадранте X(−Y) и с тем же шагом. В этом случае траектория одного фотона будет выглядеть как траектория пары фотонов (рис. 5), но без участка AA_1. По-видимому, такое движение фотонов широко распространено в солнечном свете ввиду того, что в многокилометровой толще конвективной зоны, на оси одного луча одновременно может сидеть большое число элементарных генераторов, излучающих в одной частоте и осевые поля которых сливаются в один, не пульсирующий электронный луч. В этом случае должно изменяться соотношение между орбитальной u_i и шаговой c_i скоростями фотона:

$$\frac{u_i}{c_i} = \frac{\pi r_i \cdot \nu_i}{3 r_i \nu_i} = \frac{\pi}{2}, \qquad (13.9$$

тогда как в нормальном, пульсирующем луче $u_i/c_i = 2{,}02845$. Третий вопрос. Что станет с первой половиной луча, если на его середине отсечь фотоны второй половины узкой щелью, пропускающей только осевое поле луча? Очевидно передние и средние фотоны в течение некоторого времени $\Delta\tau$ будут продолжать свое движение без изменения. А вот последний фотон, удаляющийся от стенки со щелью, уже через один шаг (т. е. при удалении от стенки на расстояние $2\lambda_i$) претерпит дебаланс начальной тангенциальной силы F_{i0} (13.42). Это значит, что в момент начала третьего шага от стенки последний фотон получит продольный импульс от фотона за стенкой, равный i_1:

$$i_1 = \frac{\alpha \cdot э^2}{2\lambda_i \nu_{ед}} = \frac{F_{i0}}{2\nu_{ед}}, \quad кг \cdot м \cdot с^{-1}. \tag{13.91}$$

В тот же момент он получит аналогичный импульс от идущего впереди него (предпоследнего в отсеченном пакете фотонов) фотона, но вдвое больший по модулю и обратный по направлению:

$$i_1' = -\frac{\alpha \cdot э^2}{\lambda_i \nu_{ед}} = -\frac{F_{i0}}{\nu_{ед}}, \quad кг \cdot м \cdot с^{-1}. \tag{13.92}$$

Совершенно очевидно, что результирующий импульс будет обратным

$$i = i_1 + i_1' = -\frac{1}{2} \cdot \frac{F_{i0}}{\nu_{ед}} \tag{13.93}$$

и последний фотон отсеченного пакета повернет назад. При этом радиус кривизны его орбиты увеличивается вдвое, т. е. шаг обратного движения возрастает в 2 раза и станет равным λ_i:

$$\lambda_1 = \frac{\alpha \cdot э^2}{i \cdot \nu_{ед}} = \frac{\alpha \cdot э^2}{-\frac{F_{i0}}{2\nu_{ед}} \cdot \nu_{ед}} = -\frac{2\alpha \cdot э^2}{F_{i0}} = -2\lambda_i. \tag{13.94}$$

Этот фотон, отразившись от стенки с щелью, выйдет из состава луча. Теперь предпоследний фотон отсеченного пакета становится последним и его постигает та же участь в начале пятого шага от стенки:

$$i_2 = \frac{\alpha \cdot э^2}{4\lambda_i \nu_{ед}} = \frac{F_{i0}}{4\nu_{ед}}, \tag{13.95}$$

$$i_2' = -\frac{\alpha \cdot э^2}{\lambda_i \nu_{ед}} = -\frac{F_{i0}}{\nu_{ед}}, \tag{13.96}$$

$$i = i_2 + i_2' = -\frac{3}{4} \cdot \frac{F_{i0}}{\nu_{ед}}, \tag{13.97}$$

$$\lambda_2 = -\frac{4\alpha \cdot э^2}{2F_{i0}} = -1{,}333 \cdot \lambda_i. \tag{13.98}$$

В силу того, что λ_2 и r_2 возросли, уменьшилась средняя орбитальная скорость обратного движения этого фотона и он уже не вписывается в текущий период луча, ибо импульс поля выключается до завершения им орбитального движения. Поэтому второй (от конца пакета) фотон основное время 6-го периода проводит в качестве линейного маятника, обусловленного отсутствием продольного импульса. Лишь в конце 6-го периода, с наступлением паузы осевого поля, 2-й фотон входит в фазу луча, ибо в период паузы он, как и все остальные фотоны, успевает удалиться от оси луча на расстояние

$$l_i = r_i \cdot \operatorname{tg} \beta = \tau_2 \cdot v_i,$$

где v_i — средняя скорость возвратно-поступательного движения фотона через осевое поле луча, а τ_2 — продолжительность паузы осевого поля луча. 7-й период 2-й фотон начинает вместе с остальными фотонами луча и, стало быть, участвует в фотон-фотонном взаимодействии по оси луча. Его расстояние от стенки составляет

$$r_2 = (4\lambda_1 + \lambda_2) = \lambda_1 \left(4 - 1\frac{1}{3}\right) = 8\lambda_1/3.$$

Расстояние между этим и третьим фотоном, вышедшим к началу 7-го шага, составит $r_3 = (6\lambda_1 - r_2) = 3 - \frac{1}{3} - \lambda_1$. Отсюда ясно, что 2-ой фотон в 7-ом периоде вновь приобретает прямое движение, а третий фотон пойдет ему навстречу, получив обратное движение:

$$i(r_2) = \frac{\alpha \cdot э^2}{r_2 \cdot \nu_{ед}} = \frac{3\alpha \cdot э^2}{8\lambda_1 \cdot \nu_{ед}} = \frac{3F_{i0}}{8\nu_{ед}}, \tag{13.99}$$

$$i(r_3) = -\frac{3F_{i0}}{10 \cdot \nu_{ед}}, \tag{13.99а}$$

$$i = i(r_2) + i(r_3) = \frac{3F_{i0}}{40\nu_{ед}}, \tag{13.100}$$

$$\lambda_2' = \frac{\alpha \cdot э^2}{i \cdot \nu_{ед}} = \frac{40\alpha \cdot э^2}{3F_{i0}} = \frac{40 \cdot \lambda_1}{3}, \tag{13.101}$$

$$r_2' = \lambda_2/2 = 6{,}666 \cdot \lambda_1 \tag{13.102}$$

Результирующий продольный импульс и шаг третьего (от конца пакета) фотона в 7-ом периоде составляет:

$$i_3 = i(r_3) + i(\lambda_1) = \frac{3F_{i0}}{10\nu_{ед}} - \frac{F_{i0}}{\nu_{ед}} = -\frac{7 \cdot F_{i0}}{10\nu_{ед}}, \tag{13.103}$$

$$\lambda_3 = \frac{\alpha \cdot э^2}{i_3 \nu_{ед}} = -\frac{10\alpha \cdot э^2}{zF_{i0}} = -1{,}42857 \cdot \lambda_1 \tag{13.104}$$

Таким образом, 2-ой фотон хотя и переходит к прямому движению, но он выходит на очень высокую орбиту, его средняя орбитальная скорость уменьшается в 6,666 раз и ко времени завершения нормальными фотонами криволинейного движения, он только проходит дугу в $\varphi = \pi/6{,}666 \approx 27°$. В продолжение паузы осевого поля 7-го периода он движется по касательной к дуге траектории, а после его включения возвращается на ось луча, продвинувшись в положительном направлении на шаг $r_2' \cdot \cos 27° \approx 0{,}5939 \cdot \lambda_1$. В этой точке, на расстоянии $(r_2 + r_1' \cos 27°) = 3{,}26\lambda_1$ от стенки, он вновь становится линейным маятником. Третий фотон также становится линейным маятником, на расстоянии $(6\lambda_1 + \lambda_3) = 4{,}57143 \cdot \lambda_1$ от стенки. В конце 8-го периода они оба вновь входят в фазу колебания осевого поля луча и в начале 9-го периода вновь вступают в фотон-фотонное взаимодействие вдоль оси луча. Расстояние между ними к началу 9-го периода составит $r_3 = \lambda_1(4{,}57143 - 3{,}26) = 1{,}3114 \cdot \lambda_1$, что обусловит 2-му фотону обратное движение, а третьему — прямое. Этот анализ можно продолжать долго, но уже из сказанного следует, что отсеченный пакет фотонов обречен на смерть, ибо с конца пакета начинается его деструкция, вызываемая дебалансом продольного фотон-фотонного импульса. В конечном итоге подавляющая часть фотонов будет возвращена к стенке и рассеяна от нее, а небольшая часть фотонов рассредоточится на значительное расстояние друг от друга $r_i = n\lambda_1$, при котором продольный импульс становится настолько малым, что не может вывести фотон из прямолинейного участка в криволинейное движение. Поэтому фотоны, оставшиеся на оси луча, совершают маятниковые колебания поперек оси луча, периодически удаляясь от нее на расстояние l_i. Формально луч не погиб, он сохраняется как организованное частотное движение фотонов, но это уже — стоячий луч света, вдоль которого не осуществляется перенос ни массы, ни энергии, ни зарядов. Из сказанного напрашивается вывод: свет не может распространяться в вакууме пакетами-импульсами даже если продолжает функционировать осевое поле монолуча.

Задача четвертая. Пробный голубой луч через узкую щель, пропускающую только осевое поле, направляется в межзвездное пространство. Спрашивается: что станет с осевым полем по истечении некоторого времени $\Delta\tau$? Чтобы решить эту задачу необходимо знать характеристику межзвездной среды. Ее основным показателем является плотность вещества в диске Галактики, между пылевыми облаками. В результате различных наблюдений принято: плотность частиц колеблется в диапазоне 0,02—0,2 частиц в одном кубическом сантиметре, что дает среднее геометрическое в системе СИ:

$$n_1 = \sqrt{0{,}02 \cdot 0{,}2} \cdot 10^6 = 6{,}3245553 \cdot 10^4 \text{ м}^{-3}. \qquad (13.105)$$

За среднюю частицу принят атом водорода, протон или нейтрон.

При такой объемной плотности массовая плотность в диске Галактики составит ρ_1:

$$\rho_1 = n_1 \cdot m_n = 1{,}0502366 \cdot 10^{-22} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}. \quad (13.106)$$

Число фотонов, проходящих через один кубический сантиметр, в единицу времени, во всех направлениях принято равным 400, что дает n_2 и ρ_2:

$$n_2 = 400 \text{ фот} \cdot \text{см}^{-3} = 4 \cdot 10^8 \text{ фотон} \cdot \text{м}^{-3}, \quad (13.107)$$

$$\rho_2 = n_2 \cdot m_э = 2{,}7423028 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}. \quad (13.108)$$

Но существует еще одна величина, характеризующая плотность вещества в межзвездном и межгалактическом пространствах. Это барионное число B', полученное в результате тщательных измерений и наблюдений как отношение плотности барионов (нейтронов и протонов) n_B к плотности фотонов n_f:

$$B' = \frac{n_B}{n_f} = 1 \cdot 10^{-9} \quad (13.109)$$

Эта величина противоречит принятой плотности (13.105) и (13.106) межзвездной среды, но очень близка к закону фазового перехода высшего рода, гласящего, что при полном расщеплении один нейтрон распадается на $n_э = 2{,}4181989 \cdot 10^8$ фотонов и $n_e = 3$ электронов. Поэтому точное решение барионного числа, вытекающее из этого закона, имеет вид:

$$B = 1/n_э = 4{,}1353091 \cdot 10^{-9} \quad (13.110)$$

Чтобы объединить (13.105) и (13.110) и получить полное и объективное решение барионного числа достаточно $n_э$ отнести к единичному объему межзвездного пространства и приравнять к n_f:

$$n_f = \frac{n_э}{V_{сд}} = 2{,}4181989 \cdot 10^8 \text{ фот} \cdot \text{м}^{-3}. \quad (13.111)$$

Введя в (13.105) вместо B' его точное значение B, а вместо n_f его значение из (13.111) получим:

$$B = \frac{n_B \cdot V_{сд}}{n_э} = 4{,}1353091 \cdot 10^{-9} = \text{Const}, \quad (13.112)$$

$$n_B = \frac{B \cdot n_э}{V_{сд}} = 1 \text{ м}^{-3}, \quad (13.113)$$

$$\rho_B = n_B \cdot m_n = 1{,}66057 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}, \quad (13.113)$$

где n_B и ρ_B — объемная и массовая плотности барионов в межзвездном и межгалактической средах при равномерном распределении вещества по наблюдаемому объему Вселенной. Из полученных результатов конечно же не следует будто вещество в межзвездной и межгалактической средах распределено равномерно. В нашей межпланетной среде концентрация вещества и света неуклонно возрастает от орбиты Плутона до поверхности Солнца, в координатах Галактики аналогичный рост наблюдается от края диска до поверхности центрального тела Галактики, т. е. в каждой системе градиент плотности рассеянного вещества и излученной энергии возрастают в направлении к центральному источнику энергии. Но при этом соотношение между плотностью барионов и плотностью фотонов остается постоянным, равным барионному числу B. Однако имеется еще одно фундаментальное число более отвечающее обратному фазовому переходу высшего рода — это мононейтронное число M:

$$M = \frac{\mu}{n_э} = \frac{n/n_e}{n_э} = \frac{n}{n_e \cdot n_э} = \frac{1}{3n_э} = 1{,}3784364 \cdot 10^{-9}, \qquad (13.114)$$

где $\mu = n/n_e$ — мононейтрон, образованный конденсацией $n_\mu = n_э/3 = 8{,}060663 \cdot 10^7$ электрино на одном электроне; n — нейтрон. Суть (13.114) состоит в том, что если источником энергии всякой звезды является фазовый переход высшего рода, то ему противостоит обратный фазовый переход, идущий как в конвективной зоне звезды, так и в межзвездном и межгалактическом пространствах, где каждый свободный электрон захватывает n_μ фотонов и обращается в нейтральную частицу — мононейтрон μ. Если верно значение B (13.109), определенное из наблюдений, то его невероятная близость с мононейтронным числом M свидетельствует в пользу того, что в межзвездном и межгалактическом пространствах основной частицей служит мононейтрон, а не барионы! Мононейтрон экспериментально еще не определен, во-первых, потому что в рамках классической физики такой частицы не могло быть. Во-вторых, мононейтрон в наблюдениях мог сходить за нейтрон. Теперь, после того как он теоретически обоснован в рамках единой теории, его можно выделить из солнечного ветра. Для мононейтронного числа можно записать еще одно выражение с учетом того, что средние плотности барионов и мононейтронов в межгалактической среде связаны числом электронов в барионе n_e:

$$n_B = n\,(\mu)/n_e, \qquad (13.115)$$

$$M = \frac{n_B \cdot V_{ед}}{n_e \cdot n_э} = \frac{n\,(\mu) \cdot V_{ед}}{n_e^2 \cdot n_э} = 1{,}3784364 \cdot 10^{-9} = \text{Const}, \qquad (13.116)$$

где $n(\mu)$ — объемная плотность мононейтронов в межгалактической среде. Определяя отсюда $n(\mu)$ получим:

$$n(\mu) = \frac{M \cdot n_e^2 \cdot n_э}{V_{сд}} = 3 \text{ м}^{-3}, \tag{13.117}$$

$$\rho_\mu = n(\mu) \cdot m_\mu = \frac{M \cdot n_e^2 \cdot n_э}{V_{сд}} \cdot \frac{m_n}{n_e} = \frac{M \cdot n_e \cdot n_э \cdot m_n}{V_{сд}} =$$

$$= 1{,}66057 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3} = \text{Const}, \tag{13.118}$$

где ρ_μ — средняя плотность массы в межгалактической среде Вселенной. Из (13.118) вытекает замечательное следствие, свидетельствующее о единстве микро и макромиров и о верности законов единой теории физики. Суть этого следствия состоит в том, что если выделить один кубический метр межгалактической среды и сжать его до объема нейтрона $V_n = 1{,}8045863 \cdot 10^{-40}$ м^3, то мы бы получили плотность нейтронного вещества, ρ_n:

$$\rho_n = \rho_\mu \cdot \frac{V_{сд}}{V_n} = \rho_\mu \cdot 5{,}5414362 \cdot 10^{39} = 9{,}2019428 \cdot 10^{12} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}. \tag{13.119}$$

В свою очередь (13.119) свидетельствует нам о том, что элементы материи, сконцентрированные в нейтрон, в результате фазового перехода высшего рода расширяются в $5{,}54 \cdot 10^{39}$ раз, доходя до предельно малой концентрации вещества в природе $\rho_\mu = \rho_{min}$.

Все эти предварительные замечания к решению четвертой задачи пришлось привести чтобы убедить читателя в том, что если в межзвездной среде средняя плотность частиц составляет n_1 (13.105), то плотность фотонов не может равняться n_2 (13.107), ибо она противоречит фундаментальному положению (13.116), из которого следует:

$$n_f(\Gamma) = \frac{n(\mu)}{M} = \frac{n_e \cdot n_B}{B}. \tag{13.120}$$

Введя в это соотношение вместо предельного значения n_B наблюденное значение плотности барионов в межзвездной среде нашей Галактики n_1 получим среднюю плотность фотонов в ней $n_f(\Gamma)$:

$$n_f(\Gamma) = \frac{3 \cdot 6{,}3245553 \cdot 10^4}{4{,}1353091 \cdot 10^{-9}} = 4{,}5882096 \cdot 10^{13} \text{ м}^{-3} \tag{13.121}$$

Из сравнения этой величины с (13.107) явствует, что n_2 была занижена на пять порядков. Если опуститься к основанию короны Солнца, считая что именно там начинается конденсация излучаемого Солнцем света в вещество, то (13.120) преобразуется к виду:

$$n_f(S) = \frac{n(e)}{M}, \text{ м}^{-2}, \tag{31.122}$$

где $n_f(S)$ — плотность потока фотонов через единичную перпендикулярную площадку $S_{ед} = 1$ м^2; $n(e)$ — плотность потока электронов через эту же площадку. У орбиты Земли $n_f(s)$ легко определяется из солнечной постоянной $S_0 = 1360$ Вт·м$^{-2}$ при допущении, что вся эта мощность обусловлена фотонами:

$$n_f(S)_\oplus = \frac{S_0}{\varepsilon_0} = \frac{S_0}{\bar{h} \cdot \nu_{ед}} = 3{,}3085125 \cdot 10^{36} \text{ фот} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}, \quad (13.123)$$

$$n(e) = n_f(S)_\oplus \cdot M = 4{,}560574 \cdot 10^{27} \text{ электрон} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}. \quad (13.124)$$

Однако, как будет показано в § 26, вклад фотонов в солнечную постоянную очень мал и до сих пор не определен. Львиная доля солнечной постоянной обеспечивается потоком солнечного нейтрино, энергия которого больше энергии фотона в $n_h = 3{,}1717642 \cdot 10^2$ раз. Поэтому правильнее говорить о плотности потока нейтрино $n_\nu(\oplus)$ и электронов $n_e(\oplus)$ у Земли:

$$n_\nu(\oplus) = \frac{S_0}{\varepsilon_0 \cdot n_h} = \frac{S_0}{P} = 1{,}0431142 \cdot 10^{24} \text{ м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}, \quad (13.125)$$

$$n_e(\oplus) = n_\nu(\oplus) \cdot M = 1{,}4378665 \cdot 10^{15} \text{ электрон} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}, \quad (13.126)$$

где P — постоянная Резерфорда. Число электронов, входящих в атмосферу Земли, при ее высоте $H = 65 \cdot 10^3$ м, составит N_e:

$$N_e = \pi (R_\oplus + H)^2 \cdot n_e(\oplus) = 1{,}8752689 \cdot 10^{29} \text{ электрон} \cdot \text{с}^{-1}. \quad (13.127)$$

Дальнейшая судьба этого легиона электронов на Земле — это большая самостоятельная задача, которую пока мы не будем рассматривать. Зримо наблюдаемый процесс конденсации света в композиционное вещество начинается у поверхности конвективной зоны Солнца, а завершается в глубинах межгалактического пространства. Рано или поздно все испущенные Солнцем и другими звездами фотоны вступают во взаимодействие с ими же испущенными электронами и конденсируются в мононейтроны, барионы, атомы и т. д. Таким образом, без понятия барионного или мононейтронного числа было бы невозможно разобраться в глобальных процессах Вселенной, куда входит и наша четвертая задача. Итак, межзвездное и межгалактическое пространства в каждой своей точке пронизываются нейтрино и лучами света во всех направлениях. Кроме того существует определенное количество электрино, лишенных ориентированного движения. Эта категория электрино образуется вследствие рассеяния фотонов от лучей света нуклонами, мононейтронами и более крупными частицами космического газа, а также в результате многократного рассеяния нейтрино этими частицами. Можно говорить, что вместе с космическим газом существует электринный

газ определенной объемной плотности, превосходящей плотность космического газа. Естественно, электрино газоподобного состояния находятся в частотном движении с малой амплитудой колебания. Так, если объемную плотность фотонов в межзвездной среде Галактики $n_f(\Gamma) = 4{,}5882 \cdot 10^{13}$ м$^{-3}$ примем за плотность электринного газа, то нетрудно установить ряд параметров этого газа:

$$r_э = 1\sqrt[3]{n_f(\Gamma)} = 2{,}7933116 \cdot 10^{-5} \text{ м} - \tag{13.128}$$

— среднее расстояние между электрино в газе;

$$v_э = \frac{\alpha \cdot э^2}{m_э r_э \nu_{ед}} = \frac{4{,}1106086 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}}{1{,}9150266 \cdot 10^{-40}} = 2{,}146502 \cdot 10^6 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} - \tag{13.129}$$

— линейная скорость колебательного движения электрино;

$$V_{гэ} = r_э^3 = 2{,}1795064 \cdot 10^{-14} \text{ м}^3 - \text{объем глобулы электрино.} \tag{13.130}$$

По ряду данных давление в межзвездном газе в диске Галактики можно принять равным $P_г = 2 \cdot 10^{-12}$ Па. Тогда температура, частота и амплитуда колебания электрино составят

$$f_э = \frac{P_г \cdot V_{гэ}}{\hbar} = \frac{4{,}3590128 \cdot 10^{-26}}{44{,}1106086 \cdot 10^{-34}} = 1{,}06043 \cdot 10^8 \text{ с}^{-1}, \tag{13.131}$$

$$A_э = \frac{v_э}{2f_э} = \frac{2{,}146502 \cdot 10^6}{2{,}12086 \cdot 10^8} = 1{,}0120903 \cdot 10^{-2} \text{ м}, \tag{13.132}$$

$$T_э = \frac{P_г \cdot V_{гэ}}{k_э} = \frac{4{,}3590128 \cdot 10^{-26}}{1{,}1570009 \cdot 10^{-26}} = 3{,}1819418 \text{ К}, \tag{13.133}$$

где $k_э$ — температурная постоянная электринного газа (ее вывод — ниже). Таким образом, мы приходим к выводу о том, что основной компонентной межзвездного вещества является электринный газ, который с одной стороны беспрерывно пополняется, а с другой — расходуется на синтез мононейтронов, нуклонов, атомов и т. д. Очевидно между обоими процессами существует динамическое равновесие. И когда осевое поле нашего голубого луча мгновенно прорезает межзвездную среду, то оно в течение короткого времени, равного одному периоду луча $t_г$, обращается в стоячий луч на всем своем колоссальном протяжении. Плотность фотонов стоячего луча такая же как и линейная плотность электринного газа, т. е. $\lambda_г = r_э = 2{,}79 \cdot 10^{-5}$ м, а частота их колебания равна частоте колебания голубого луча $\nu_г = 5{,}9218 \cdot 10^{14}$ с$^{-1}$ (шаг фотона голубого луча $\lambda_г = 4{,}5 \cdot 10^{-7}$ м). Этот луч так и останется стоячим ибо в нем отсутствует синхронизация между частотой и шагом. Расширим анализ. Пусть через исследуемую область межзвездного простран-

ства прошло осевое пульсирующее поле радиолуча из короны далекой звезды и пусть расстояние до этой звезды $l_r = 10^{25}$ м и собственные фотоны от этого источника до исследуемой области дойдут только через несколько миллиардов лет. Пусть частота пульсации осевого поля составит $\nu_r = 1{,}53723 \cdot 10^{11}$ с$^{-1}$, тогда шаг фотона вдоль этого луча составит $\lambda_r = \sqrt{\mu/\nu_r} = 2{,}793 \cdot 10^{-5}$ м $= r_э$, т. е. шаг фотонов радиолуча равен линейной плотности электринного газа среды. В этом случае также формируется стоячий луч за время $t_r = 1/\nu_r$, а в следующий период фотоны стоячего луча переходят в шаговое движение вдоль оси луча, ибо шаг и частота теперь синхронизированы. Таким образом, радиолуч синтезируется одномоментно на бесконечном протяжении из осевого поля источника и электрино космического электринного газа. Выходит, что радиолучи звезд практически распространяются мгновенно благодаря наличию космического электринного газа. Наблюдательным доказательством этого явления служит микроволновое радиоизлучение Вселенной, открытое в 1965 г. А. Пензиасом и Р. Вильсоном. Правда, толкование, данное этому излучению есть чистейшей воды спекуляция. Его назвали реликтовым и связали с моделью горячей Вселенной как «память» о раннем периоде эволюции мира [4, с. 403]. В рамках единой теории понятие «Реликтовое излучение» абсурдно, ибо световой и природный радиолучи живут пока существуют их осевые поля и источники этих полей. Как только обрывается генерация осевого поля луч мгновенно разрушается на всем своем протяжении. Истинное объяснение сути микроволнового радиоизлучения Вселенной (по старой терминологии) состоит в том, что радиоизлучение звездных корон Вселенной, шаг которого совпадает с линейной плотностью электринного газа, беспрепятственно проходит неограниченные пространства, т. е. рассеяние и накачка этого излучения находятся в динамическом равновесии. Тот факт, что данное излучение отличается высочайшей степенью изотропии свидетельствует только в пользу равномерности распределения источников излучения во всех направлениях физического пространства. А из диапазона частот данного излучения можно вывести диапазон линейной и объемной плотности электринного газа во Вселенной. Так, по старой шкале микроволновое излучение Вселенной охватывает диапазон от 0,6 мм до 50 см, а по частоте $4{,}99654 \cdot 10^{11}$ с$^{-1}$ — $5{,}99585 \cdot 10^{8}$ с$^{-1}$. По новой шкале диапазон шага фотона данного излучения лежит между $\lambda_{min} = 1{,}5491934 \cdot 10^{-5}$ м и $\lambda_{max} = 4{,}472136 \cdot 10^{-4}$ м. И поскольку $\lambda_{min} = r_{эmin}$ и $\lambda_{max} = r_{эmax}$, то объемная плотность электринного газа Вселенной колеблется в пределах от $n_{эmax} = 1/\lambda^3_{min} = 3{,}6790888 \cdot 10^{14}$ м$^{-3}$ до $n_{эmin} = 1/\lambda^3_{max} = 1{,}1180339 \cdot 10^{10}$ м$^{-3}$. Эти результаты, полученные на основе наблюдаемого микроволнового излучения и результат средней плотности электринного газа

космоса (13.121), полученное из анализа барионного и мононейтронного чисел, прекрасно между собой согласуются.

В русле нашей четвертой задачи можно объяснить всем известный, но никем необъясненный, голубой цвет неба. Суть явления состоит в том, что на дневной стороне земной атмосферы образуется электринный газ из фотонов и нейтрино солнечного излучения, линейная плотность которого равна шагу фотона голубого луча, т. е.

$$r_{э\Phi} = \lambda_г' = 4{,}6 \cdot 10^{-7} \text{ м (по старой шкале)} \qquad (13.134)$$

Этот газ в атмосфере Земли способен восстанавливать голубые лучи далеких звезд, доходящие до нас с частотой пульсации осевого поля $\nu_г = 6{,}5172273 \cdot 10^{14}$ с$^{-1}$, но с сильным смещением шага в красную сторону, вплоть до инфракрасного участка спектра, т. е. $z \geq 1{,}2$. Эти ослабленные межзвездной средой голубые лучи, проходя через электринный газ земной атмосферы претерпевают насыщение фотонами и, переходя из невидимой инфракрасной области в видимую, доходят до земного наблюдателя голубыми лучами, которые, накладываясь на солнечный свет обусловливают превалирование голубой области спектра. В пользу этого свидетельствуют и прямые измерения по распределению солнечной энергии [30, с. 246—247], где на сине-голубой участок спектра приходится максимум интенсивности с центром на шаге $\lambda_г'$ которому соответствует по новой шкале $\lambda_г = 4{,}289522 \cdot 10^{-7}$ м. Имеющиеся данные по термодинамике верхних слоев земной атмосферы позволяют сделать гиперчастотный анализ электринного газа на высоте $H = 200$ км. Так, среднее давление на этой высоте составляет $P = 1 \cdot 10^{-4{,}06}$ Па, ночью оно опускается до $P_1 = 1 \cdot 10^{-4{,}14}$ Па, а днем поднимается до $P_2 = 1 \cdot 10^{-3{,}98}$ Па. Разность между дневным и ночным давлениями составляет $\Delta P = P_2 - P_1 = 3{,}225 \cdot 10^{-5}$ Па. Средняя температура на этой высоте $T = 1200$ К, которая днем возрастает до $T_1 = 1310$ К, а ночью опускается до $T_2 = 1090$ К и $\Delta T = T_1 - T_2 = 220$ К [30, с. 178—179]. Если теперь принять эти колебания обусловленными образованием электринного газа на дневной стороне земной атмосферы, то получаем:

$$V_{гэ} = \lambda_г^3 = 7{,}8927196 \cdot 10^{-20} \text{ м}^3 \text{ – объем глобулы электрино;} \qquad (13.135)$$

$$n_{э\Phi} = 1/V_{гэ} = 1{,}2669904 \cdot 10^{19} \text{ м}^{-3} \text{ – объемная плотность электринного газа;} \qquad (13.136)$$

$$\varepsilon_{э\Phi} = \Delta P \cdot V_{гэ} = 2{,}5454402 \cdot 10^{-24} \text{ Дж – частотная энергия электрино;} \qquad (13.137)$$

$k_э = \frac{\Delta P \cdot V_{ф}}{\Delta T} = 1{,}570009 \cdot 10^{-26}$ Дж·К$^{-1}$ – температурная постоянная электринного газа; (13.138)

$f_{э\Phi} = \frac{\Delta P \cdot V_{ф}}{\hbar} = 6{,}1922752 \cdot 10^{9}$ с$^{-1}$ – частота колебания электрино в газе; (13.139)

$v_{э\Phi} = \frac{\hbar}{m_э \cdot \lambda_т} = 1{,}3977895 \cdot 10^{8}$ м·с$^{-1}$ – линейная скорость электрино в колебательном движении; (13.140)

$A_{э\Phi} = \frac{v_{э\Phi}}{2f_{э\Phi}} = 1{,}1286558 \cdot 10^{-2}$ м – амплитуда колебания электрино. (13.141)

Из всего сказанного по анализу четвертой задачи следует, что космическое пространство прежде всего заполнено электринным газом, объемная плотность которого много выше плотности электронов и композиционных частиц на девять порядков. Образуется электринный газ из рассеянных фотонов и нейтрино, скорость которых погашена до 10^6—10^8 м с$^{-1}$. Электроны, незавершенные мононейтроны (обладающие еще избыточным отрицательным зарядом) и другие отрицательно заряженные частицы межзвездной и межгалактической среды обусловливают только красное смещение, ибо они при взаимодействии с лучом света элиминируют его фотоны. В межзвездном и межгалактическом средах в сущности нет других положительно заряженных частиц кроме фотонов, а все другие частицы, от мононейтрона до атомов и молекул, либо отрицательны, либо электронейтральны. Нейтральные частицы только рассеивают фотоны от луча, тогда как электроны и отрицательные частицы захватывают их безвозвратно.

Таким образом, осевое поле светового луча распространяется с бесконечной скоростью и почти мгновенно заселяется фотонами электринного газа. Световой луч в вакуумном пространстве может распространяться бесконечно далеко от источника, не претерпевая никаких изменений. В реальной межгалактической и межзвездной среде дальность распространения луча (не осевого поля) ограничивается поглощательной способностью этих сред. Чем больший путь проходит луч света в реальной среде, тем больше его красное смещение. Лишь микроволновое излучение звезд на частотах $5{,}995 \cdot 10^{8}$—$4{,}996 \cdot 10^{11}$ Гц распространяется в космических просторах без смещения шага ни в красную, ни в синюю сторону ввиду активного и уравновешенного взаимодействия этого излучения с межзвездным и межгалактическим веществом (рассеяние и поглощение фотонов восполняется электринным газом). Излучение си-

не-голубой части спектра звезд, с центром частоты пульсации осевого поля $\nu_r = 6{,}517 \cdot 10^{14}$ Гц, претерпевает красное смещение пропорционально пройденному пути, но при входе в земную атмосферу происходит восстановление числа фотонов на оси луча. Восстановительным свойством могут обладать и межзвездные газовые облака, расположенные вблизи сильных источников излучения, ибо рассеивая фотоны проходящего в одном направлении высокочастотного излучения и, тем самым создавая повышенную плотность электринного газа, они могут усиливать ослабленное излучение, проходящее через них в другом направлении. Возможно именно поэтому многие из них становятся видимыми земному наблюдателю. Словом, космическая среда далеко не вакуум, она активно взаимодействует с излучением всего диапазона частот и в ней беспрерывно протекают процессы обратного фазового перехода высшего рода.

9. Природа дифракции света. Всем хорошо известен научный спор между Ньютоном и Гюйгенсом относительно структуры света. Ньютон никогда не сомневался, в том, что свет представляет собой поток частиц (корпускул), хотя и испытывал большие трудности, когда дело касалось дифракции. Он не знал как объяснить это явление при корпускулярной структуре света, и воздержался от «измышления гипотезы». Гюйгенс же, напротив, был убежден в том, что свет имеет волновую структуру. Позже, уже в XIX веке, к точке зрения Гюйгенса присоединились О. Френель и Т. Юнг, которые и завершили «измышление гипотезы» о дифракции света на чисто волновой основе. Современная классическая теория наделяет свет корпускулярно-волновым дуализмом, утверждению которого способствовала работа Л. де Бройля от 1924 г., основная идея которой состоит в утверждении единства волны и материи. На основе этой аморфной и ошибочной идеи сформировалась догма, утверждающая, что любая частица одновременно является и волной.

Уже из того что изложено в этом параграфе явствует, что прав И. Ньютон, который еще 350 лет назад был прозорливее всех своих коллег из XX века. Окончательному же захоронению волновых «измышлений» (выражение И. Ньютона) вокруг света и частиц — волн поможет анализ дифракции в рамках единой теории физики. Обратимся к экспериментальным данным по дифракции видимого света при условии (дифракция Фраунгофера)

$$b_1 << \sqrt{Z \cdot \lambda_1}, \qquad (13.142)$$

где b_1 — ширина щели в стенке АВ, z — расстояние между стенкой и экраном СД, λ_1 — шаг фотона в исследуемом пучке монохроматических лучей, параллельных друг другу и нормальных к стенке и экрану (рис. 11). Для наглядности в рисунке масштаб истинного соотношения между элементами не соблюден. Для первых трех

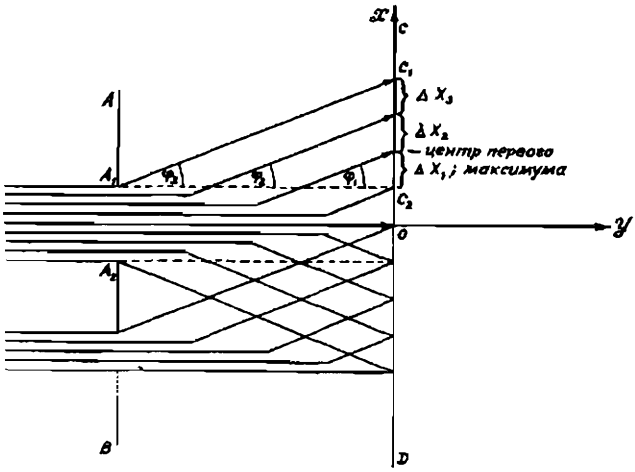


Рис. 11. Фраунгоферова дифракция света на отверстии. АВ — стенка с отверстием диаметра A_1A_2. СД — экран. ΔX_1, ΔX_2, ΔX_3 — дифракционные полосы. φ_1, φ_2, φ_3 — углы дифракционной расходимости полос. Ось светового пучка совпадает с осью ОУ.

наиболее интенсивных пар дифракционных полос (пара: темная + освещенная полоса) экспериментально получено:

$$\left.\begin{aligned} \Delta X_1 &= 1{,}43 \cdot \lambda_1 \\ \Delta X_2 &= 2{,}46 \cdot \lambda_2 \\ \Delta X_3 &= 3{,}47 \cdot \lambda_3 \end{aligned}\right\}, \qquad (13.143)$$

где ΔX_i — ширина пары полос. Также экспериментально установлена связь между шириной полос, углом дифракционной расходимости φ_i и шириной щели b_i:

$$\sin \varphi_i = \Delta X_i / b_i. \qquad (13.144)$$

При этом углы φ_1 — φ_3 отсчитывались от оси пучка в центре щели и имели существенное отличие между собой (до 2,4 раз). В отличие от этого, волнового принципа, в нашем анализе все три угла φ_1 — φ_3 почти равны, ибо малые пучки, обусловливающие светлые полосы на экране, дивергируют от основного пучка в разных его точках (см. рис. 11), между щелью и экраном. Поэтому применительно к нашему анализу (13.144) видоизменяется к виду, учитывающему ширину темных полос во второй и третьей парах

$$\sin \varphi_2 = \frac{\Delta X_2 - 1}{b}, \qquad (13.145)$$

$$\sin \varphi_3 = \frac{\Delta X_3 - 2}{b}, \qquad (13.145а)$$

где ΔX_i выражена числом шагов фотона (13.143). Теперь, прежде чем приступить к геометрии дифракции необходимо рассмотреть исследуемый пучок параллельных лучей. Пусть в опыте участвует пучок голубых лучей солнечного света с шагом $\lambda_т' = 4{,}6 \cdot 10^{-7}$ м, Если бы из эксперимента были известны сечение щели и мощность прошедшего через щель пучка мы могли бы установить точное значение плотности лучей в пучке. А поскольку таких данных нет возьмем среднюю плотность лучей в видимой части солнечного света, для которой крайние значения шага фотона составляют $4 \cdot 10^{-7}$ м (фиолетовые лучи) и $7{,}6 \cdot 10^{-7}$ м (красные лучи). Доля мощности видимого света в солнечной постоянной $S_0 = 1360$ Вт$\cdot$м$^{-2}$ составляет 46%. $S_0' = 46\% \cdot S_0 = 625{,}6$ Вт$\cdot$м$^{-2}$ — мощность видимого света в спектре Солнца;

$$\bar{\lambda} = \sqrt{4 \cdot 10^{-7} \cdot 7{,}6 \cdot 10^{-7}} = 5{,}5136195 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

— средний шаг видимого света;

$$\bar{\nu} = \mu / \bar{\lambda}^2 = 3{,}9446375 \cdot 10^{14} \text{ с}^{-1}$$

— средняя частота фотона,

$$n_г = \frac{S_0'}{\hbar \cdot \nu_{ед}} = \frac{S_0'}{\varepsilon_0} = 1{,}5219157 \cdot 10^{36} \text{ м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$$

— плотность потока фотонов, обусловливаемая видимым светом Солнца;

$$n_\lambda = n_г / \bar{\nu} = 3{,}8581889 \cdot 10^{21} \text{ м}^{-2}$$

— средняя плотность лучей видимого света;

$$n_l = \sqrt{n_\lambda} = 6{,}2114321 \cdot 10^{10} \text{ м}^{-1}$$

— линейная плотность лучей;

$$l_\lambda = 1/n_l = 1{,}6099346 \cdot 10^{-11} \text{ м}$$

— среднее расстояние между лучами в видимом свете Солнца, которое и принимается за реальное расстояние между лучами в исследуемом голубом пучке солнечного света.

$b = A_1A_2 = 3 \cdot \lambda_т' = 1{,}38 \cdot 10^{-6}$ м — ширина щели.

Никогда и никем в истории науки еще не рассматривалось силовое взаимодействие между лучами в потоке света, ибо до понимания такого тонкого (я бы сказал тончайшего) явления мы дошли только сегодня. Итак, безотносительно к дифракции, возьмем для анализа пару соседних лучей из середины голубого пучка, которые параллельны друг другу и отстоят друг от друга на расстояние l_λ. Поскольку ось луча — это протяженное электрическое поле с за-

рядом $э \approx -1{,}9876643 \cdot 10^{-27}$ Кл, то между ними формируется сила взаимного отталкивания F_l:

$$F_l = \alpha \cdot \frac{(-э)(-э)}{l_\lambda} = \frac{\alpha \cdot э^2}{l_\lambda} = 2{,}5532767 \cdot 10^{-23} \text{ Н}, \tag{13.146}$$

где $\alpha = 1{,}0404472 \cdot 10^{20}$ Дж $\cdot$ Кл$^{-2}$ — электродинамическая постоянная. Это очень значительная сила, особенно если учесть невесомость осевого поля. Однако у пары лучей имеется и антисила к F_l — это сила взаимного сближения лучей, обусловленная взаимодействием фотонов первого луча с осевым полем второго и фотонов второго луча с осевым полем первого на некотором участке лучей Δl. Поскольку $\Delta l_1 = \Delta l_2$ и прежде всего характеризуются числом фотонов на них $K_1 = K_2$ (в монохроматическом пучке), то можем записать в общем виде:

$$\Delta l_i = K_i \cdot \lambda_i, \text{ м}. \tag{13.147}$$

Поскольку силу взаимного сближения обусловливает К фотонов, то вычислим эту силу, обозначив ее $F_к$:

$$F_к = \gamma \cdot \left[\frac{K_1 \cdot э_1}{l_\lambda} \cdot \frac{K_1 (-э_2)}{l_\lambda} + \frac{K_2 \cdot э_2}{l_\lambda} \cdot \frac{K_2 (-э_1)}{l_\lambda} \right], \tag{13.148}$$

где $\gamma = 3{,}6473973 \cdot 10^6$ Дж $\cdot$ м $\cdot$ Кл$^{-2}$ — электростатическая постоянная парных полей; $K_1э_1$ — фотоны первого луча, взаимодействующие с таким же числом — $K_1(-э_2)$ участков осевого поля второго луча; $K_2э_2$ — фотоны второго луча, взаимодействующие с таким же числом — $K_2(-э_1)$ участков осевого поля первого луча. Учитывая, что $K_1 = K_2$ (13.148) можно переписать к виду:

$$F_к = \gamma \cdot \left(\frac{-K^2 \cdot э^2}{l_\lambda^2} + \frac{-K^2 \cdot э^2}{l_\lambda^2} \right) = -\frac{2\gamma K^2 \cdot э^2}{l_\lambda^2}, \text{ Н} \tag{13.149}$$

Как нетрудно видеть, мы получим уравнение обратных квадратов, но получили его не эмпирически, как это сделал Кулон, а чисто аналитически. В (13.149) отрицательный знак впервые появляется естественным путем, как следствие взаимодействия парных полей, обусловливающих взаимное притяжение тел. Также впервые становится ясной природа квадрата расстояния в уравнении обратных квадратов (13.148). Более подробно о выводе этого уравнения будет сказано ниже, в § 25.

Итак, мы получили два составляющих в силовом взаимодействии пары соседних лучей в пучке. Результирующую силу обозначим F_λ:

$$F_\lambda = F_l + F_к = \frac{\alpha \cdot э^2}{l_\lambda} - \frac{2\gamma K^2 \cdot э^2}{l_\lambda^2} = \frac{\alpha э^2 \cdot l_\lambda - 2\gamma K^2 \cdot э^2}{l_\lambda^2}. \tag{13.150}$$

Это уравнение с двумя неизвестными ($F_{\lambda'}$ и K^2), но одно из них, а именно $F_{\lambda'}$, легко определяется из экспериментальных данных. С этой целью обратимся к прямоугольному треугольнику $A_1C_1C_2$ (рис. 11), у которого острый угол при вершине A_1 равен φ_3, а противолежащий катет $C_1C_2 = (\Delta X_1 + \Delta X_2 + \Delta X_3) = 7{,}36 \cdot \lambda_т' = 3{,}3856 \cdot 10^{-6}$ м

$$\sin \varphi_3 = \frac{\Delta X_3 - 2\lambda_т'}{b} = \frac{3{,}47 \cdot \lambda_т' - 2\lambda_т'}{b} = \frac{1{,}47 \cdot \lambda_т'}{b} = 0{,}4900, \tag{13.151}$$

$\varphi_3 = 29°20'20'' = 0{,}5120505$ рад.

$\operatorname{tg} \varphi_3 = 0{,}5621$

$A_1C_2 = C_1C_2/\operatorname{tg} \varphi_3 = 13{,}093755 \cdot \lambda_т' = 6{,}0231273 \cdot 10^{-6}$ м

Почему краевой луч, проходящего через щель пучка, в точке A_1 отклонился на угол φ_3? Только потому, что он оказался на границе света и тени, где он испытывает отталкивающую силу со стороны пучка, а со стороны тени ее нет. Вот эта, не компенсированная со стороны тени сила, и есть тангенциальная сила $F_{\lambda'}$, пропорциональная катету C_1C_2. А продольная лучу сила есть известная нам уже (13.142) продольная сила $F_{\lambda 0}$, пропорциональная катету A_1C_2. Поэтому из силового треугольника $A_1C_1C_2$ легко определяется $F_{\lambda'}$:

$$F_{\lambda'} = F_{\lambda 0} \operatorname{tg} \varphi_3 = 2\alpha э^2 \cdot \operatorname{tg} \varphi_3/\lambda_т' = 1{,}004597 \cdot 10^{-27} \text{ Н} \tag{13.152}$$

Введя это значение $F_{\lambda'}$ в (13.150) и решая уравнение относительно K получим:

$$K = \sqrt{\frac{\alpha э^2 l_\lambda - F_{\lambda 0} \operatorname{tg} \varphi_3 \cdot \overline{l_\lambda^2}}{2\gamma \cdot э^2}} = \sqrt{\frac{\alpha \cdot l_\lambda (\lambda_т' - 2l_\lambda \cdot \operatorname{tg} \varphi_3)}{2\gamma \cdot \lambda_т'}} = 15{,}153003; \tag{13.153}$$

Теперь, зная число фотонов $K = 15{,}153$, мы легко определим тот минимальный участок луча $\Delta l_i = Z_i$, при котором тангенциальная сила луча способна повернуть его на угол φ_3 на границе света и тени.

$$\Delta l_т = K \cdot \lambda_т' = 15{,}153003 \cdot \lambda_т' = 6{,}9703813 \cdot 10^{-6} \text{ м}. \tag{13.154}$$

Далее необходимо ввести поправку в (13.153) и (13.154), для которой имеется объективный критерий, состоящий в том, что число фотонов на участке луча Δl не может быть дробным, оно непременно целочисленно. Поэтому совершенно корректно можно отбросить дробную часть значения K, отнеся ее за счет погрешностей в определении φ_3 и l_λ и принять:

$$K_0 = 15, \tag{13.155}$$

$$\Delta l_{0i} = K_0\lambda_i = Z_{0i}. \qquad (13.156)$$

Введя K_0 в (13.150) получим для тангенциальной силы луча:

$$F_{\lambda i} = \frac{\alpha \cdot э^2}{l_{\lambda i}} - \frac{2K_0^2\gamma \cdot э^2}{l_{\lambda i}^2}. \qquad (13.157)$$

которое раскрывает еще одно замечательное свойство параллельных лучей в пучке. Чтобы раскрыть суть этого свойства рассмотрим два граничных с K_0 условия. Очевидно при $K = K_0$ первый член соотношения (13.157) больше второго ровно на величину $F_{\lambda i} = -1{,}004597 \cdot 10^{-27}$ Н. При $K_1 = (K_0 + 1) = 16$ имеем:

$$F_{\lambda 1} = 2{,}5532767 \cdot 10^{-23} - 2{,}8465749 \cdot 10^{-23} = -2{,}932982 \cdot 10^{-24} \text{ Н}.$$

При $K_2 = (K_0 - 1) = 14$:

$$F_{\lambda 2} = 2{,}5532767 \cdot 10^{-23} - 2{,}1794089 \cdot 10^{23} = 3{,}738678 \cdot 10^{-24} \text{ Н}$$

Эти результаты однозначно свидетельствуют о том, что уже при $K_1 = 16$ и $\Delta l_1 = 16 \cdot \lambda_i = Z_{1i}$, т. е. при рассмотрении пучка лучей между щелью и экраном, расстояние между которыми равно Δl_1, краевой луч на границе света и тени не будет иметь дифракционного отклонения, пучок не будет дифрагировать. Это обусловлено тем, что между краевым лучом и пучком превалирует сила взаимного притяжения $F_{\lambda,1}$. И, наоборот, при сокращении расстояния между щелью и экраном до $\Delta l_2 = z_{2i} = 14 \cdot \lambda_i$ сила взаимного отталкивания между краевым лучом и пучком резко возрастает до $F_{\lambda 2} > F_{\lambda 0}$, что и приводит к отклонению краевого луча в сторону тени на угол φ_1, за которым последовательно отклоняются 2-ой, 3-й и т. д. лучи. Как нетрудно видеть из рис. 12, максимальный угол дифракционного расхождения пучка за щелью, φ_3, полная ширина трех пар дифракционных полос на экране, $C_1N_2 = (\Delta X_1 + \Delta X_2 + \Delta X_3) = X$, и расстояние между экраном и щелью, z, связаны между собой тангенциальной функцией:

$$\text{tg}'\,\varphi_3 = \frac{C_1N_2}{A_1N_2} = \frac{X}{z} = \frac{7{,}36 \cdot \lambda_i'}{K_0 \cdot \lambda_i'} = \frac{7{,}36}{K_0}. \qquad (13.158)$$

Из этого соотношения однозначно следует, что угол дифракционного отклонения внешнего луча есть функция только числа фотонов на луче между щелью и экраном. Поэтому мы вправе записать в общем виде:

$$\text{tg}'\,\varphi_i = \frac{7{,}36}{K_i} = \frac{7{,}36 \cdot \lambda_i}{K_i\lambda_i} = \frac{X_i}{z_i}, \qquad (13.159)$$

где $K_i > K_0$. Совершенно очевидно, что если не меняя размера щели,

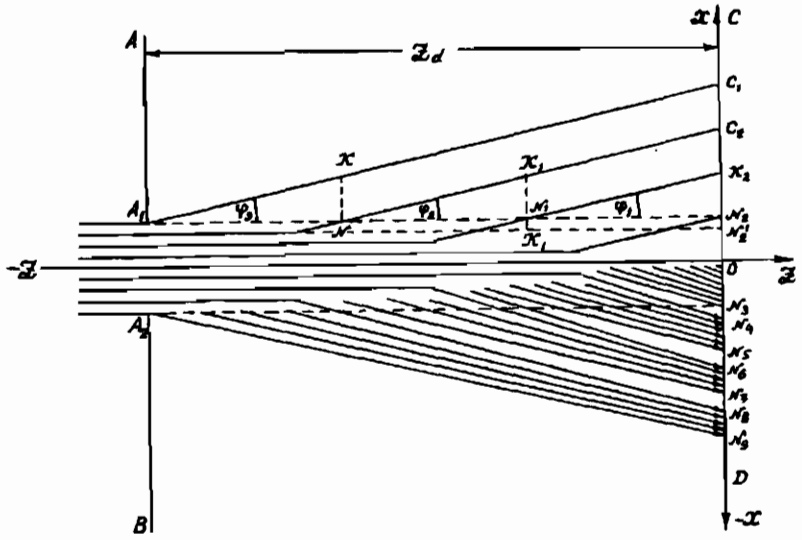


Рис. 12. Дифракция Фраунгофера на щели $z_d = (A_1N + NN_1 + N_1N_2)$ — расстояние между экраном и щелью. φ_1, φ_2, φ_3 — углы дифракционного расхождения полос. АВ — стенка с щелью, СД — экран, совмещенный с осью OX.

параллельно стенке перемещать экран в направлении щели, т. е. при $K \to 1$ и $z \to \lambda_1$ тангенс угла дифракции возрастает до 7,36, а угол отклонения луча в сторону тени достигнет $\varphi = 82°16'$. И, наоборот, при $K \to \infty$ имеет место $\varphi \to 0$. Общий вывод, следующий из (13.159) и из уже сделанного анализа дифракции состоит в том, что пучок параллельных лучей света, при условии $K \to \infty$ сохраняет свою структуру неизменной в пространстве, т. е. распространяется без расхождения лучей. И если мы в действительности сплошь и рядом наблюдаем обратное, то это, во-первых, потому что лучи солнечного света непараллельны, ибо испускаются сферической поверхностью, а во-вторых, пространство в котором мы наблюдаем распространение света, не есть вакуумное. Правда, если исходить из (13.157), то уже при $K = 16$ два луча становятся нерасходимыми, тогда как (13.159) дает расходимость угла $\varphi = 24°42'$ при $K = 16$. Почему наблюдается столь значительное расхождение? Во-первых, (13.157) рассматривает только пару соседних лучей и только пару основных составляющих, $F_{M,1}$ и $F_{M,2}$, тангенциальной силы. Во-вторых, (13.159) является результатом усреднения взаимодействующих сил между ансамблями лучей в эксперименте по дифракции видимого света, где, кроме двух главных сил в (13.157), присутствуют силы взаимного отталкивания фотонов ансамбля в функции от фазы соседствующих лучей. В-третьих, противоречия между (13.157) и (13.159) нет, оба уравнения свидетельствуют о наличии в пучке

параллельных лучей естественной электродинамической основы для его стабильности в пространстве, начиная с критической длины пучка $\Delta l_{0i} = Z_{0i} = K_0\lambda_i$.

Для тангенциальной силы луча с шагом λ_i можно получить общее решение, введя значение $\operatorname{tg}\varphi_i$ из (13.159) в (13.152):

$$F'_{\lambda i} = F_{i0}\cdot\operatorname{tg}\varphi_i = \frac{2\alpha\cdot\mathfrak{e}^2}{\lambda_i}\cdot\frac{7{,}36}{K_i} = \frac{14{,}72\cdot\varepsilon_0}{K_i\lambda_i} = \frac{14{,}72\cdot\varepsilon_0}{z_i}, \qquad (13.160)$$

где $\varepsilon_0 = \alpha\cdot\mathfrak{e}^2 = \text{Const}$, z_i — расстояние между экраном и щелью. Теперь можно поставить вопрос о том, в какой мере ширина первых трех пар полос $X_i = 7{,}36\cdot\lambda_i$, полученная экспериментально, согласуется с теоретическим значением. Обратимся к рис. 12, из которого следует для нашего голубого пучка

$$Z_d' = (A_1N + NN_1 + N_1N_2).$$

Углы дифракции, определенные экспериментально составляют:

$$\left.\begin{array}{ll} \varphi_1 = 28°28'; & \operatorname{tg}\varphi_1 = 0{,}5422 \\ \varphi_2 = 29°7'30''; & \operatorname{tg}\varphi_2 = 0{,}55713 \\ \varphi_3 = 29°20'20''; & \operatorname{tg}\varphi_3 = 0{,}5621 \end{array}\right\} \qquad (13.161)$$

Как мы видели выше, при K = 14, тангенциальная сила взаимного отталкивания скачком возрастает на три порядка, из чего следует

$$z_{di} = 14\cdot\lambda_i, \qquad (13.162)$$

где z_{di} — дифракционное расстояние между щелью и экраном, обосноуемое теоретически для монохроматического параллельного пучка лучей, с шагом λ_i. Экспериментально полученные данные приводят к следующим результатам по голубому пучку:

$$z_d' = \left(\frac{\Delta X_1}{\operatorname{tg}\varphi_1} + \frac{\Delta X_2}{\operatorname{tg}\varphi_2} + \frac{\Delta X_3}{\operatorname{tg}\varphi_3}\right) =$$

$$= (2{,}6927333\cdot\lambda_r' + 4{,}4154865\lambda_r' + 6{,}1732787\cdot\lambda_r') =$$

$$= 13{,}281498\cdot\lambda_r'. \qquad (13.162)$$

$$z_d'' = \frac{(\Delta X_1 + \Delta X_2 + \Delta X_3)}{\operatorname{tg}\varphi_3} = \frac{7{,}36\cdot\lambda_r'}{0{,}5621} = 13{,}093755\cdot\lambda_r'. \qquad (13.163)$$

Как видим, оба значения меньше теоретического и не сходятся между собой, что свидетельствует о наличии в эксперименте неучтенного фактора. Этим фактором является отрезок $N_2N_2' = \Delta X_0$, который должен входить в общую ширину трех первых пар дифракционных полос. Этот отрезок является частью первой темной полосы, на который накладывается центральная (освещенная или

темная) полоса, в силу чего он и остается неучтенным. С учетом этого получим:

$$X = C_1N_2' = (\Delta X_0 + \Delta X_1 + \Delta X_2 + \Delta X_3), \tag{13.164}$$

$$z_d = (A_1N + NN_1 + N_1N_2 + N_1'K_1'), \tag{13.165}$$

$$\Delta z = z_d - z_d' = (14 - 13{,}281498)\cdot\lambda_\tau' = 0{,}718502\cdot\lambda_\tau', \tag{13.166}$$

$$X_3 = z_d\cdot\operatorname{tg}\varphi_3 = 7{,}8694\cdot\lambda_\tau', \tag{13.167}$$

$$\Delta X_0 = (7{,}8694 - 7{,}36)\cdot\lambda_\tau' = 0{,}5094\cdot\lambda_\tau' = 6{,}473\%\ \text{от}\ \Delta X_1, \tag{13.168}$$

где $a_d = 7{,}8694 = \text{Const}$ — постоянная дифракции; X_3 — ширина первых трех пар дифракционных полос; ΔX_0 — скрытый отрезок первой темной полосы. С учетом этих корректировок соотношения (13.158)—(13.160) получат окончательное решение:

$$\operatorname{tg}\varphi_{3i} = \frac{X_{3i}}{z_{di}} = \frac{a_d\cdot\lambda_\tau}{(K_0 - 1)\cdot\lambda_\tau} = \frac{a_d}{K_i}, \tag{13.169}$$

$$F_{\lambda i} = F_{r0}\cdot\operatorname{tg}\varphi_{3i} = \frac{2a_d\cdot\varepsilon_0}{z_i} = \frac{2a_d\cdot\varepsilon_0}{K_i\lambda_\tau}, \text{ Н}, \tag{13.170}$$

$$z_{di} = (k_0 - 1)\cdot\lambda_\tau, \text{ м}. \tag{13.171}$$

При рассмотрении нижней части рис. 12, расположенной в квадранте ($-Z - X$) и представляющей зеркальное отражение верхней части, можно сделать следующие выводы: 1) Вслед за отклонением внешнего луча в сторону тени, на угол φ_3 (луч A_2N_9), за ним последовательно отклоняется n_3 лучей, образующих внешний пучок второго порядка или внешний ансамбль лучей. 2) В пучке второго порядка лучи теряют параллельность, межлучевое расстояние сокращается в направлении экрана. Это происходит согласно (13.169), ибо точки отхождения лучей ансамбля от центрального пучка последовательно приближаются к экрану, а каждый последующий луч короче предыдущего, т. е. для лучей внешнего ансамбля значение K уменьшается от $K = 14$ до $K_1 \approx 10$. 3) Крайние лучи внешнего ансамбля достигают устойчивой длины $\Delta l_d > z_d$. Так, $A_2N_9 = A_1C_1 = Z_d/\cos\varphi_3 = 16{,}0612$. 4) Внешний луч второго ансамбля, обусловливающий вторую освещенную полосу в дифракционной картине, N_6N_7, не может отклониться на надлежащий ему угол, согласно (13.169). Происходит это в силу того, что он отклоняется уже не в сторону тени, как внешний луч первого ансамбля, а в сторону полутени, обусловленной тем, что внешний луч второго ансамбля и внутренний первого активно взаимодействуют между собой в зоне отхождения от центрального пучка. В результате

этого внешний луч второго ансамбля почти параллелен внешнему лучу первого ансамбля ($NC_2 \| A_1C_1$), в то время как внутренний луч первого ансамбля, падающий в точку N_8, имеет максимальный угол дифракционного отклонения среди лучей ансамбля. Именно эти обстоятельства и обусловливают мертвое пространство N_7N_8, которое мы наблюдаем как темную полосу. Таким же образом объясняется образование второго (N_5N_6) и первого (N_3N_4) мертвых зон.

Итак, из нашего анализа в рамках единой теории, дифракция света объясняется без всякой натяжки и без тени намека на волновую природу света. Более того, он свидетельствует именно против волновой природы, в пользу представлений И. Ньютона, великого Ньютона.

В заключение рассмотрим особенности дифракции сборного пучка параллельных лучей на щели. Пусть в установку для дифракции голубого пучка ($\lambda_г' = 4{,}6 \cdot 10^{-7}$ м) направляется пучок белого света. Какой будет дифракционная картина? Основной критерий в анализе — это $z_{dr} = 14 \cdot \lambda_г' = 6{,}44 \cdot 10^{-6}$ м — дифракционное расстояние голубого пучка. Все лучи в нашем белом пучке разделятся после выхода из щели на две части. В первой будут лучи длина шага которых меньше шага голубых лучей — это лучи синие, фиолетовые и более коротко-шаговые. Они пройдут от щели до экрана не подвергаясь дифракции, ибо их длина окажется равной или больше критической, z_0, а число фотонов на луче больше или равно критическому K_0:

$$K_с = \frac{z_{dr}}{\lambda_с} = \frac{6{,}44 \cdot 10^{-6}\ \text{м}}{4{,}3 \cdot 10^{-7}} = 14{,}9767 \approx 15, \tag{13.172}$$

$$K_ф = \frac{z_{dr}}{\lambda_ф} = \frac{6{,}44 \cdot 10^{-6}}{4 \cdot 10^{-7}} = 16{,}1, \tag{13.173}$$

где $K_с$ и $K_ф$ число фотонов на синем и фиолетовом лучах в пространстве между щелью и экраном. Во второй части пучка окажутся все лучи, шаг которых больше шага голубых лучей, т. е. зеленые, желтые, оранжевые и красные. Все они подвергнутся дифракции на разные углы. Минимальное отклонение получать зеленые:

$$K_з = \frac{6{,}44 \cdot 10^{-6}}{5 \cdot 10^{-7}} = 12{,}88,$$

$$\operatorname{tg} \varphi_з = \frac{7{,}8694}{12{,}88} = 0{,}611; \quad \varphi_з = 31°26' \tag{13.174}$$

Максимальное отклонение испытают красные лучи:

$$K_з = \frac{6{,}44 \cdot 10^{-6}}{7{,}6 \cdot 10^{-7}} = 8{,}4736842,$$

$$\operatorname{tg} \varphi_к = \frac{a_d}{K_к} = 0{,}9287; \quad \varphi_к = 42°53' \tag{13.175}$$

Из этих результатов следует, что дифракционную решетку можно и нужно создавать на принципиально иной основе, чем в классической оптике, где ведущая роль принадлежит числу штрихов на мм поверхности. В рамках единой теории можно делать одно—двух щелевые решетки с соблюдением условий (13.169—13.171), где решающее значение имеет расстояние между щелью и экраном, а размер щели играет лишь роль отсекатели части пучка лучей и регулятора интенсивности исследуемого пучка, ибо при слишком интенсивных пучках картина дифракции может замазываться вторичными эффектами. Принципиально ничто не противоречит созданию дифракционной решетки и для рентгеновских и γ-лучей.

Уравнения (13.169—13.171) удобны для практического применения, но в них отсутствует такой важный член как межлучевое расстояние $l_{\lambda i}$. Выше мы уже получили уравнение (13.153), в котором выражена сложная связь между числом фотонов на луче K_i, межлучевым расстоянием в пучке и длиной шага фотона λ_i. Но существует и более простое соотношение, отражающее связь между K_i и $l_{\lambda i}$. Оно вытекает из того, что числитель второго члена (13.157) правой части неявно содержит l_λ, что выявляется при отнесении ее к энергии фотона ε_0:

$$l_{\lambda 0} = \frac{2k_0^2 \cdot \gamma \cdot э^2}{\hbar \cdot \nu_{св}} = 1{,}5775223 \cdot 10^{-11}\ \text{м}. \tag{13.176}$$

Если же обе части этого соотношения разделить на K_0^2, то получим:

$$\frac{l_{\lambda 0}}{K_0^2} = \frac{2\gamma \cdot э^2}{\varepsilon_0} = \frac{2\gamma \cdot э^2}{\alpha \cdot э^2} = \frac{2\gamma}{\alpha} = d_n, \tag{13.177}$$

где $d_n = 7{,}0112108 \cdot 10^{-14}$ м — диаметр нейтрона. Переходя от критических значений голубого луча, K_0 и $l_{\lambda 0}$ к произвольным лучам получим:

$$\frac{l_{\lambda 0i}}{K_{0i}^2} = d_n = \text{Const}, \tag{13.178}$$

$$K_{0i} = \sqrt{l_{\lambda 0i}/d_n}, \tag{13.179}$$

$$l_{\lambda 0i} = \frac{1}{\sqrt{\alpha_i/\nu_i\varepsilon_0}} = \sqrt{\frac{\nu_i\varepsilon_0}{\alpha_i}}, \tag{13.180}$$

где α_i — мощность пучка, отнесенная на единицу нормальной поверхности, которая определяется экспериментально. Введя полученное значение $l_{\lambda 0i}$ в (13.179) имеем:

$$K_{0i}^2 = \frac{1}{d_n \cdot \sqrt{\alpha_i/\nu_i\varepsilon_0}} = \frac{1}{d_n} \cdot \sqrt{\frac{\nu_i\varepsilon_0}{\alpha_i}}. \tag{13.181}$$

Таким образом, критическое число фотонов и, стало быть, критическое расстояние между щелью и экраном, $z_{0i} = K_{0i} \cdot \lambda_i$ для i-го *пучка пропорциональны частоте лучей и обратно пропорциональны* плотности энергии пучка. Выразив ν_i в (13.181) через λ_i получим более привлекательную форму для оптиков:

$$K_{0i}^2 \approx \frac{1}{d_n \cdot \lambda_i} \cdot \sqrt{\frac{\mu \cdot \varepsilon_0}{\alpha_i}} , \qquad (13.182)$$

где μ — постоянная Милликена. Разделив обе части (13.182) на K_{0i} можно перейти к z_{0i}:

$$K_{0i} \approx \frac{1}{d_n \cdot K_{0i} \cdot \lambda_i} \cdot \sqrt{\frac{\mu \cdot \varepsilon_0}{\alpha_i}} = \frac{1}{d_n \cdot z_{0i}} \cdot \sqrt{\frac{\mu \cdot \varepsilon_0}{\alpha_i}} , \qquad (13.183)$$

Очевидно чтобы получить дифракцию коротковолновых лучей, например, рентгеновских, необходимо работать с пучком низкой плотности, в котором $l_\lambda \approx 1{,}5 \cdot 10^{-9}$ м$^{-1}$. И последнее на что надо обратить внимание — ширина дифракционных полос пропорциональна плотности лучей в пучке, чем больше лучей в пучке, тем больше их и в каждом отклоненном ансамбле.

10. Дисперсия света. Это явление, как известно, было открыто И. Ньютоном и сыграло решающую роль в установлении сложного состава видимого света. В основе дисперсии света лежит способность прозрачных тел (кристаллических и жидких) преломлять лучи света пропорционально их частоте или обратно пропорционально шагу фотона.

Так, при прохождении через трехгранную стеклянную призму, пучок видимого (белого) света диспергирует на цветовую полосу, от фиолетового до красного. При этом наименьшее преломление испытывают красные лучи, а наибольшее — фиолетовые. Геометрия явления хорошо изучена и для всех прозрачных тел измерен показатель преломления n_i в функции от шага фотона в луче. Но физическая суть явления совершенно не изучена, да и не могла быть изученной в рамках классической физики, которая основана на ошибочных постулатах. Так, показатель преломления стекла для красного и фиолетового луча, обладающих шагами $\lambda_к$ и $\lambda_ф$, классическая оптика объясняет тем, что скорость прохождения этих лучей через стекло $v_к$ и $v_ф$, меньше скорости света c в вакууме в $n_к$ и $n_ф$ раз:

$$n_к = c/v_к \text{ и } n_ф = c/v_ф, \qquad (13.184)$$

но при этом не существует никакого обоснования — ни теоретического, ни экспериментального скоростей $v_к$ и $v_ф$ в стекле. Эмпири-

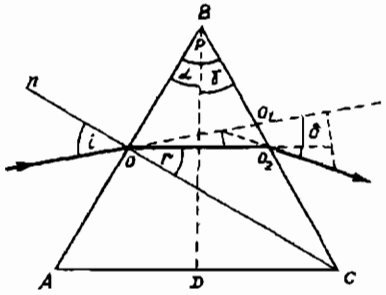


Рис. 13. Преломление монолуча призмой. $\angle O_1OO_2 = \beta$ — угол отклонения луча входной гранью. $\angle COO_2 = r$ — угол преломления луча. n — нормаль к входной грани. i — угол падения луча. $\delta = 2\beta$ — конечный угол отклонения луча входной и выходной гранями.

чески, из экспериментальных данных, получено для показателя преломления призмы:

$$n_i = \frac{\sin\left(\frac{\delta}{2} + \frac{P}{2}\right)}{\sin\left(P/2\right)}, \qquad (13.185)$$

где P — преломляющий угол призмы, δ — конечный угол отклонения луча призмой. *(13.185) — искусственное выражение, наиболее* близко отвечающее измеряемым значениям показателя преломления призмы, в функции от угла P, но ничего общего не имеющее с подлинной картиной явления. Это верно хотя бы из рассмотрения (13.185) для полупризмы (Рис. 13) АВД, которая образуется при разрезе равносторонней призмы по линии ВД, что равносильно сведению образующей ВС к ВД, т. е. к сведению $\angle$ СВД $= P/2$ к нулю. У такой полупризмы угол отклонения луча составляет $\beta = \angle O_1OO_2$, но согласно (13.185) никакого преломления не должно быть ввиду того, что его знаменатель $\sin(P/2) = \sin 0° = 0$ и, стало быть $n = 0$.

Мы рассмотрим дисперсию видимого света в рамках единой теории физики, базируясь на следующих экспериментально полученных данных:

1) Призма из легкого крона, $\rho = 2{,}2 \cdot 10^3$ кг $\cdot$ м$^{-3}$; прямая, трехгранная, основание равностороннее, $P = 60°$.

$$a = \sqrt[3]{m_{SiO_2}/\rho} = 3{,}566141 \cdot 10^{-10} \text{ м}$$

— среднее расстояние между молекул SiO_2 в легком кроне.

2) $\lambda_к = 6{,}708 \cdot 10^{-7}$ м

— шаг фотона красного луча;

$n_к = 1{,}514$

— показатель преломления призмы для этого луча.

3) $\lambda_ф = 4{,}047 \cdot 10^{-7}$ м

— шаг фиолетового луча;

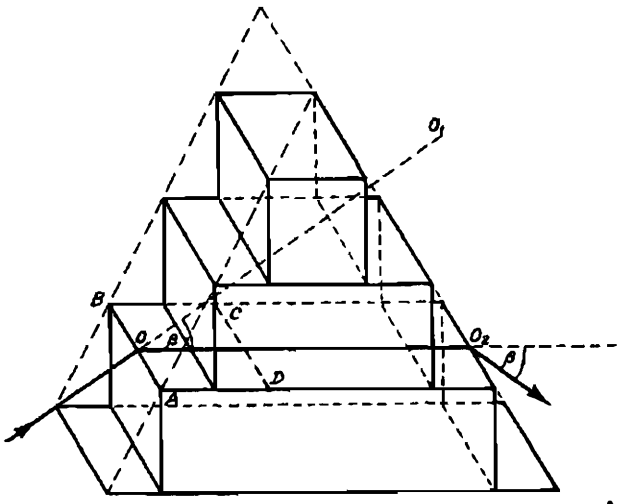


Рис. 14. Участок грани вхождения луча при увеличении в 10^8 раз. OO_1 — направление падающего на грань луча. OO_2 — направление отклоненного на угол β луча в призме. Точки *A*, *B*, *C*, *D* — узлы кристаллической решетки призмы. Линия *AB* — ребро элементарной ячейки.

$n_\Phi = 1{,}5318$ — показатель преломления призмы для этого фиолетового луча.

Поскольку преломление начинается уже в точке вхождения луча в призму, в точке *O* (Рис. 13), то необходимо с нее и начинать. Чтобы понять тонкости внутренней геометрии призмы в этой точке обратимся к рисунку 14. На нем, с увеличением в 10^8 раз, показана часть призмы, шириной в один, высотой в три периода кристаллической решетки стекла. Грань призмы, как бы она ни была отполирована, представляет собой ступенчатую систему, каждая ступенька — это половина элементарной ячейки в горизонтальной плоскости и полная ячейка — в вертикальной. Осевое поле луча, идущее в направлении OO_1, претерпевает искривление вблизи точки *O* в силу того, что возникает тангенциальная сила F_a, обусловленная взаимодействием заряда осевого поля со структурными элементами стекла, образующими площадь АВСД. Поскольку осевое поле луча обладает зарядом (–э), то его искривление на угол β_i в точке О однозначно свидетельствует в пользу того, что структурные элементы стекла SiO_2 непременно обладают положительными электрическим потенциалом φ_s. Рассчитаем эту тангенциальную силу F_a, отклоняющую осевое поле на угол β_i, пока без учета фотонов и их шага (Рис. 15)

$$F_a = F_1 + F_2 + F_3 + F_4, \qquad (13.186)$$

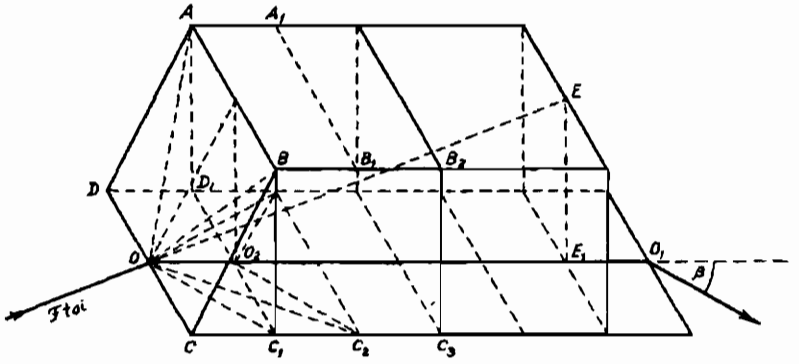


Рис. 15. Луч в атомном канале призмы. OE — начальное направление луча. OO_1 — отклоненное направление луча. $\angle EOE_1 = \beta$ — угол отклонения входной гранью. Точками A, B, C, D, A_1, B_1, C_1, D_1 указаны узлы кристаллической решетки призмы.

$$F_1 = 2 \cdot \frac{(-э) \cdot \varphi_s}{OC} = -\frac{4э \cdot \varphi_s}{a}, \tag{13.187}$$

$$F_2 = 2 \cdot \frac{(-э) \cdot \varphi_s}{OC_1} = -\frac{4э \cdot \varphi_s}{a\sqrt{2}}, \tag{13.188}$$

$$F_3 = 2 \cdot \frac{(-э) \cdot \varphi_s}{OC_2} = -\frac{4э \cdot \varphi_s}{a\sqrt{5}}, \tag{13.189}$$

$$F_4 = -2 \cdot \frac{(-э) \cdot \varphi_s}{OB} = \frac{2э \cdot \varphi_s}{a\sqrt{3/2}}. \tag{13.190}$$

Последняя из четырех сил, F_4, антипараллельна первым трем и поэтому имеет положительный знак. Результирующая сила F_a формируется мгновенно, еще до прихода фотона в точку O. Пусть теперь фотон пересекает осевое поле в симметричной точке O_2. Тогда он, обладая зарядом э, также вступает во взаимодействие с окружающими структурными элементами стекла и формируется сила F_λ, противодействующая F_a:

$$F_\lambda = F_1' + F_2' + F_3' + F_4', \tag{13.191}$$

$$F_1' = 2 \cdot \frac{э \cdot \varphi_s}{O_2C_1} = \frac{4э \cdot \varphi_s}{a}, \tag{13.192}$$

$$F_2' = 4 \cdot \frac{э \cdot \varphi_2}{O_2C_2} = \frac{8э \cdot \varphi_s}{a\sqrt{2}}, \tag{13.193}$$

$$F_3' = -2 \cdot \frac{э \cdot \varphi_s}{O_2B} = -\frac{4э \cdot \varphi_s}{a\sqrt{5}}, \tag{13.194}$$

$$F_4' = -2 \cdot \frac{э \cdot \varphi_s}{O_2 B_1} = -\frac{2э \cdot \varphi_s}{a\sqrt{3/2}}. \qquad (13.195)$$

Последние две силы антипараллельны первым двум положительным силам. В конечном итоге результирующая всех восьми сил и есть та тангенциальная сила $F_{\lambda\prime}$, которая и определяет преломление луча у входа в призму как единой электродинамической системы:

$$F_{\lambda\prime} = F_a + F_\lambda = \frac{э \cdot \varphi_s (4\sqrt{5} - 8\sqrt{2})}{a\sqrt{10}} = \frac{c_0 э \cdot \varphi_s}{a_i}, \qquad (13.196)$$

где $c_0 = -0{,}7492817$ — коэффициент отклонения луча безотносительно к шагу фотона и периоду решетки стекла. Отрицательный знак этого коэффициента свидетельствует о том, что в преломлении луча у входа в призму ведущая роль принадлежит взаимодействию осевого поля с потенциалом структурных элементов среды, т. е. энергии $\varepsilon_\lambda = (-э) \cdot \varphi_s$. Поскольку нам уже известно другое уравнение тангенциальной силы луча $F_{\lambda\prime}$ (13.152), то можем составить систему из двух уравнений:

$$\left.\begin{aligned} F_{\lambda\prime} &= \frac{c_0 \cdot э\varphi_s}{a_i}, \\ F_{\lambda\prime} &= F_{\varphi 0} \cdot \operatorname{tg}\beta \cdot \frac{\lambda_i^2}{a_i^2} = \frac{2\varepsilon_0 \lambda_i \operatorname{tg}\beta}{a_i^2} \end{aligned}\right\} \qquad (13.197)$$

где λ_i^2/a_i^2 — шагово-периодный коэффициент, учитывающий число взаимодействующих структурных элементов SiO_2 с участком осевого поля, длиной в один шаг λ_i. Решая эту систему получим уравнение преломления луча общего вида для трехгранной стеклянной призмы:

$$2\varepsilon_0 \lambda_i \operatorname{tg}\beta = a_i c_0 \cdot э\varphi_s. \qquad (13.198)$$

Выделив в левую часть уравнения все переменные сомножители мы убедимся, что пришли к константной величине K_φ, являющейся числовым коэффициентом потенциала стекла:

$$\frac{\operatorname{tg}\beta \cdot \lambda_i}{a_i} = \frac{c_0 э\varphi_s}{2\varepsilon_0} = K_\varphi = \text{Const}. \qquad (13.199)$$

Чтобы убедиться в инвариантности полученного соотношения достаточно его правую часть преобразовать к виду:

$$K_\varphi = \frac{c_0 э\varphi_s}{2\varepsilon_0} = \frac{c_0 э\varphi_s}{2э\varphi} = \frac{c_0 \varphi_s}{2\varphi}, \qquad (13.200)$$

где $\varphi = 2{,}0680598 \cdot 10^{-7}$ В — постоянная Чедвика. Потенциал моле-

кулы SiO_2 также есть постоянная величина, ибо есть индивидуальное свойство весьма устойчивого вещества:

$$\varphi_{\lambda} = 2\varphi \cdot K_{\varphi}/c_0 = \text{Const.} \tag{13.201}$$

Теперь пора вернуться к нашим экспериментальным данным и завершить анализ соединением его качественной стороны с количественной. Истинное значение показателя преломления для полупризмы, вытекающее из (13.198), имеет вид:

$$n_{\text{пп}i} = \operatorname{tg}\beta = \frac{a_i c_0 \cdot \text{э}\varphi_{\lambda}}{2\varepsilon_0 \cdot \lambda_i}, \tag{13.202}$$

где $n_{\text{пп}i}$ — показатель преломления полупризмы для луча с шагом λ_i. Если основанием призмы являются либо равносторонний, либо равнобедренный треугольники, т. е. когда нормаль ВД одновременно является и биссектрисой угла преломления P (Рис. 13), то показатель преломления полной призмы составит величину n_i:

$$n_i = 2\operatorname{tg}\beta = \frac{a_i c_0 \text{э} \cdot \varphi_{\lambda}}{\varepsilon_0 \cdot \lambda_i} = \frac{a_i c_0 \cdot \varphi_{\lambda}}{\lambda_i \cdot \varphi} \tag{13.203}$$

Почему 2 tg β? Потому что луч при выходе из призмы (при вышеназванных условиях) являет собой зеркальное отражение луча у входа в призму, т. е. он при выходе из призмы еще раз отклоняется на угол β, в том же направлении, что и при входе. А в общем случае, когда нормаль ВД не является биссектрисой угла P, а делит его на две неравные части α и γ, показатель преломления имеет вид:

$$n_i = \operatorname{tg}\beta + \operatorname{tg}\beta\,(\gamma/\alpha) = \operatorname{tg}\beta\,(1 + \gamma/\alpha). \tag{13.204}$$

Приняв, что вышеприведенные экспериментальные значения по преломлению красного и фиолетового лучей получены на призме с равносторонним основанием, получим следующую количественную характеристику явления:

$$1)\ n_{\text{к}} = 2\operatorname{tg}\beta_{\text{к}} = 1{,}514, \tag{13.205}$$

$$\operatorname{tg}\beta_{\text{к}} = 0{,}757, \tag{13.206}$$

$$\beta_{\text{к}} = 37°07'24''. \tag{13.207}$$

$$2)\ n_{\text{ф}} = 2\operatorname{tg}\beta_{\text{ф}} = 1{,}5318, \tag{13.208}$$

$$\operatorname{tg}\beta_{\text{ф}} = 0{,}7659, \tag{13.209}$$

$$\beta_{\text{ф}} = 37°27'. \tag{13.210}$$

И далее, чтобы количественно решить остальные параметры установим численные значения коэффициента K_φ и потенциала молекулы стекла φ_s:

$$K_\varphi = \frac{\operatorname{tg}\beta_\Phi \cdot \lambda_\Psi}{a} = 8{,}6917407 \cdot 10^2, \tag{13.212}$$

$$\varphi_s = 2K_\varphi \cdot \varphi / c_0 = 4{,}7979388 \cdot 10^{-4} B. \tag{13.213}$$

Большой теоретический интерес представляет электрический заряд молекулы SiO_2, обусловливающий ей положительный потенциал φ_s. Чтобы решить эту задачу обратимся к (13.199):

$$K_\varphi = \frac{c_0 \cdot э\varphi_s}{2\varepsilon_0} = \frac{\varepsilon_{\varphi}}{2\varepsilon_0}. \tag{13.215}$$

Как нетрудно видеть, коэффициент потенциала стекла K_φ представляет собой соотношение двух энергий. В числителе — энергия взаимодействия осевого поля луча с потенциалом молекулы SiO_2, перед которой должен стоять отрицательный знак, ибо заряд осевого поля равен (−э):

$$\varepsilon_{\varphi} = (-э) \cdot \varphi_s \cdot c_0. \tag{13.216}$$

В знаменателе — энергия взаимодействия фотона с осевым полем луча, перед которой также должен стоять отрицательный знак:

$$2\varepsilon_0 = 2\alpha э \cdot (-э) = -2\alpha э^2, \tag{13.217}$$

где $\alpha = 1{,}0404472 \cdot 10^{20}$ Дж · Кл$^{-2}$ — электродинамическая постоянная фотона, вывод которой дается в § 14. Обозначив избыточный заряд молекулы SiO_2 через ΔZ (13.216) можно преобразовать к виду:

$$\varepsilon_{\varphi} = (-э) \cdot \varphi_s \cdot c_0 = C_0 \alpha\,(-э) \cdot \Delta Z = -\alpha э \cdot \Delta z \cdot c_0. \tag{13.218}$$

Введя полученные значения энергий ε_0 и ε_{φ} (13.215) легко определим единственное неизвестное Δz_{SiO_2}:

$$K_\varphi = \frac{-\alpha э \cdot \Delta z \cdot c_0}{-2\alpha \cdot э^2} = \frac{c_0 \cdot \Delta z}{2э}.$$

$$\Delta z = 2K_\varphi \cdot э / c_0 = 4{,}6114197 \cdot 10^{-24}\ \text{Кл} = \text{Const} \tag{13.219}$$

Поскольку твердо установлено уменьшение показателя преломления при росте температуры призмы, то нетрудно видеть из (13.203), что оно связано с уменьшением модуля периода кристаллической решетки a_t, единственной переменной в данном соотношении в функции от T. Но как всем хорошо известно при росте температуры твердого тела, в том числе и стекла, период решетки увеличивается.

В данном случае суть противоречия состоит в том, что a_i есть сложная величина, разбор которой более уместен ниже, при рассмотрении физики твердого тела. Поэтому, не вдаваясь в подробности, тут я приведу лишь необходимое:

$$a_i = l_i + d_{gi} = l_i + A_i, \tag{13.220}$$

$$l_i = a_i - A_i, \tag{13.221}$$

где d_{gi} — диаметр глобулы структурного элемента твердого тела, диаметр сферического пространства частотного пребывания элемента, геометрический центр которого совпадает с узлом кристаллической решетки; A_i — амплитуда колебания структурного элемента, которая у твердых тел совпадает с d_{gi}; l_i — расстояние между поверхностями соседних глобул. При условии $T \to \infty$ амплитуда растет до критического значения A_c, при достижении которого начинается плавление твердого тела. С учетом этих тонкостей физики твердого тела в уравнении показателя преломления необходимо заменить a_i на l_i, что и приведет нас к окончательному виду показателя преломления для стеклянных призм:

$$n_i = 2 \operatorname{tg} \beta = \frac{l_i \cdot c_0 \cdot \varphi_s}{\lambda_i \cdot \varphi} = \frac{c_0 (a_i - A_i) \cdot \varphi_s}{\lambda_i \varphi}. \tag{13.222}$$

При комнатной температуре (15—30° С) для практических целей можно принять $a_i = l_i$.

Таким образом, в нашем анализе мы решили все аспекты дисперсии света на самом тонком уровне. Мы увидели, что преломление луча при прохождении через прозрачное тело не есть свойство только среды, а является следствием сложного электродинамического взаимодействия луча с ее структурными элементами. Мы также установили, что поверхность трехгранной призмы представлена системой ступенек и что именно ступенчатая поверхность грани создает геометрию дебаланса сил, действующих на луч у входа и выхода из призмы, и изменяющих его первоначальное направление на углы β_i и δ_i. И, наконец, мы попутно решили очень важную задачу, имеющую большое самостоятельное значение — определили электродинамический потенциал стекла φ_s. Всем хорошо известно, что стекло является прекрасным электроизолятором и оно же (и его сплавы) есть единственное твердое тело, прозрачное для света. Оба этих замечательных свойства стекла являются следствием большого, положительного электродинамического потенциала SiO_2 в сочетании с малым значением амплитуды колебания A_{SiO_2}. Структурные элементы стекла, обладая положительными зарядами, не способны поглощать положительные фотоны, они лишь способны их рассеивать, и то — в незначительной степени. Структурные элементы стекла также не могут играть роль центров силового электрического

поля, вокруг которых обращались бы положительные электрино — истинные носители электрического тока. Отсюда неотразимо следует, что все электропроводящие материалы непременно должны обладать отрицательным потенциалом и отрицательным избыточным зарядом. Таково единство и взаимосвязь истинных законов природы.

§ 14. ГЕНЕРАЦИЯ ЭНЕРГИИ И СВЕТА.

1. Предварительные замечания.

Понятие энергия, занимает центральное место во всех физических, химических, механических и внутриатомных явлениях, но при этом не существует определения энергии. Аналогичная картина наблюдается в биологических науках, изучающих все аспекты проявления жизни, но при этом само понятие жизнь, не имеет определения. Очевидно, что эти определения отсутствуют в силу как их масштабности и большой информационной ёмкости, так и в силу их недостаточной разработанности.

Одним из важных явлений, сопровождающихся одновременной генерацией и энергии и света, является горение. Процесс в общем хорошо изучен экспериментально и удовлетворительно описан теоретически, удовлетворительно в рамках классической термодинамики. По определению С. Кумагаи горением называется интенсивные химические реакции, сопровождаемые свечением и тепловыделением [9]. Прежде всего это реакции окисления горючих веществ до CO_2 и H_2O. Однако в классической термодинамике вопрос об источнике горения даже не ставится, принимаемый как само собой разумеющееся свойство горючего вещества.

2. Кислород и энергия горения.

Чтобы добраться до источника энергии горения, необходимо исследовать это явление в рамках гиперчастотной механики. Но прежде сделаем анализ низших теплот сгорания ряда газов q_l в сопоставлении с потребным количеством кислорода для их полного сгорания. Все величины приведены к нормальным условиям:

1) $2H_2 + O_2 = 2H_2O$, $\quad V_{H_2} : V_{O_2} = 1 : 0{,}5$;

2) $CO + \frac{1}{2} O_2 = CO_2$, $\quad V_{CO} : V_{O_2} = 1 : 0{,}5$;

3) $CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$, $\quad V_{CH_4} : V_{O_2} = 1 : 2$;

4) $C_2H_6 + 3O_2 = 2CO_2 + 3H_2O$, $\quad V_{C_2H_6} : V_{O_2} = 1 : 3{,}5$;

5) $C_3H_8 + 5O_2 = 3CO_2 + 4H_2O$, $\quad V_{C_3H_8} : V_{O_2} = 1 : 5$;

6) $C_4H_{10} + 6\frac{1}{2} O_2 = 4CO_2 + 5H_2O$, $\quad V_{C_4H_{10}} : V_{O_2} = 1 : 6{,}5$;

Низшие теплоты сгорания этих газов имеют следующие численные значения по [17], в Дж·м$^{-3}$:

$$q_{H_2} = 1{,}08 \cdot 10^7; \quad q_{CO} = 1{,}268 \cdot 10^7; \quad q_{CH_4} = 3{,}576 \cdot 10^7;$$

$$q_{C_2H_6} = 6{,}365\ 10^7; \quad q_{C_3H_8} = 9{,}114 \cdot 10^7; \quad q_{C_4H_{10}} = 1{,}1853 \cdot 10^8.$$

Как мы видим, среди анализируемых газов наибольшей удельной энергией обладает бутан, с которым и сравним показатели остальных газов.

$$\left.\begin{aligned} n_1 &= \frac{q\,(C_4H_{10})}{q_{H_2}} = \frac{11{,}853 \cdot 10^7}{1{,}083 \cdot 10^7} = 10{,}944598 \\ n_1' &= \frac{V_{O_2}\,(C_4H_{10})}{V_{O_2}\,(H_2)} = \frac{6{,}5}{0{,}5} = 13 \end{aligned}\right\} \qquad (14.1)$$

$$\left.\begin{aligned} n_2 &= \frac{q\,(C_4H_{10})}{q_{CO}} = 9{,}3477917 \\ n_2' &= \frac{V_{O_2}\,(C_4H_{10})}{V_{O_2}\,(CO)} = 13 \end{aligned}\right\} \qquad (14.2)$$

$$\left.\begin{aligned} n_3 &= \frac{q\,(C_4H_{10})}{q_{CH_4}} = 3{,}3145973 \\ n_3' &= V_{O_2}\,(C_4H_{10})/V_{O_2}\,(CH_4) = 3{,}25 \end{aligned}\right\} \qquad (14.3)$$

$$\left.\begin{aligned} n_4 &= \frac{q\,(C_4H_{10})}{q_{C_2H_4}} = 1{,}8622152 \\ n_4' &= V_{O_2}\,(C_4H_{10})/V_{O_2}\,(C_2H_6) = 1{,}8571428 \end{aligned}\right\} \qquad (14.4)$$

$$\left.\begin{aligned} n_5 &= \frac{q\,(C_4H_{10})}{q_{C_3H_8}} = 1{,}3005266 \\ n_5' &= V_{O_2}\,(C_4H_{10})/V_{O_2}\,(C_3H_8) = 1{,}3 \end{aligned}\right\} \qquad (14.5)$$

Поскольку все анализируемые газы состоят из одних и тех же атомов (H и C), то различие в теплотах их сгорания определяется различным числом атомов, образующих молекулу газа. Из вышеприведенного явствует, что $n_3 = n_3'$, $n_4 = n_4'$, $n_5 = n_5'$ в пределах погрешности экспериментального определения теплот сгорания метана, этана, пропана и бутана. Из этого факта следует, что источником энергии при сгорании всех этих газов служит кислород. Существенное расхождение между n_1 и n_1', а также между n_2 и

n_2' свидетельствует либо о существенном завышении q_{H_2} и q_{CO}, либо о наличии в процессе горения водорода и окиси углерода не учитываемого нами побочного явления.

Взяв за основу дальнейшего анализа высшую теплоту сгорания метана $Q_{CH_4} = 4{,}016 \cdot 10^7$ Дж·м$^{-3}$ и зная объемную плотность этого газа в нормальных условиях, $N_{CH_4} = 2{,}6907084 \cdot 10^{25}$ м$^{-3}$, и, учитывая, что для полного окисления одной молекулы CH_4 необходимо $2O_2$ или $4O$, легко определить E_0, энергию, выделяемую одним атомом кислорода в процессе горения:

$$E_0 = \frac{Q_{CH_4}}{4N_{CH_4}} = \frac{4{,}061 \cdot 10^7}{1{,}9762819 \cdot 10^{26}} = 3{,}7313644 \cdot 10^{-19} \text{ Дж/атом} \tag{14.9}$$

Теперь зная число атомов в $V_{ед}$ кислорода легко установить удельное энерговыделение кислорода в процессах горения, без учета затраты энергии на увеличение частоты осцилляторов от f_1 до f_2:

$$Q_{O_2} = E_0 2N_{O_2} = E_0 \cdot 2 \cdot 2{,}6892861 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3} = 2{,}0069412 \cdot 10^7 \text{ Дж} \cdot \text{м}^{-3} \tag{14.10}$$

Если же определить эту величину по низшей теплоте сгорания метана, т. е. с учетом затраты энергии на разогрев компонентов до температуры пламени, то получим

$$E_0' = \frac{q_{CH_4}}{4N_{CH_4}} = \frac{3{,}576 \cdot 10^7}{1{,}0762819 \cdot 10^{26}} = 3{,}3225496 \cdot 10^{-19} \text{ Дж/атом} \tag{14.11}$$

$$q_{O_2} = 2E_0 \cdot N_{O_2} = 1{,}7870572 \cdot 10^7 \text{ Дж} \cdot \text{м}^{-3}. \tag{14.12}$$

Очевидно все величины (14.9—14.12) являются постоянными и характеризуют энергетическую роль кислорода в процессе горения. В свою очередь установление q_{O_2} и Q_{O_2}, в пределах ошибки экспериментального определения q_{CH_4} и Q_{CH_4}, позволяет теоретически определить теплоту сгорания любого горючего, исходя из химической реакции его окисления:

$$q_i = n_i q_{O_2}, \tag{14.13}$$

$$Q_i = n_i Q_{O_2}, \tag{14.14}$$

где n_i — число молекул кислорода, необходимое для полного окисления одной молекулы газообразного горючего. Для расчета теплот

сгорания жидких и твердых веществ необходимо удельное энерговыделение кислорода выразить через массу:

$$q_{O_2}(m) = \frac{q_{O_2}}{\rho_{O_2}} = \frac{1{,}7870572 \cdot 10^7}{1{,}42895 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}} = 1{,}2506086 \cdot 10^7 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \quad (14.15)$$

$$Q_{O_2}(m) = \frac{Q_{O_2}}{\rho_{O_2}} = 1{,}4044866 \cdot 10^7 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \quad (14.16)$$

Т. о. мы установили, что источником энергии горения всех веществ является атом кислорода, а поскольку энерговыделение не отделимо от свечения пламени, то, стало быть, и свечение обеспечивается кислородом. И поскольку, как мы уже знаем, свечение есть следствие фазового перехода высшего рода, то отсюда следует: основой энерговыделения при горении является частичный фазовый переход высшего рода атомов кислорода, т. е. переход части энергии связи атомов кислорода в кинетическую энергию плазмы горения.

3. Термодинамика горения.

Рассмотрим результаты эксперимента, проведенного мною в январе 1984 г. с тем, чтобы на их основе сделать анализ термодинамики горения в рамках гиперчастотной механики. Все расчеты приведены к нормальным условиям за исключением специально оговоренных.

$V_{CH_4} = 2{,}70368 \cdot 10^{-3}$ — объем сожженного метана;

$n_{CH_4} = V_{CH_4} \cdot N_{CH_4} = 7{,}2748047 \cdot 10^{22}$ — число молекул CH_4;

$n_{O_2} = 2n_{CH_4} = 1{,}4549609 \cdot 10^{23}$

— число молекул O_2, необходимое для полного окисления n_{CH_4} молекул метана;

$V_{O_2} = n_{O_2}/N_{O_2} = 5{,}4102123 \cdot 10^{-3}$ м$^{-3}$

— необходимый объем кислорода;

$$V_* = V_{O_2} \cdot \frac{100\%}{20{,}95\%} = 2{,}5824402 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$$

— необходимый объем воздуха для полного сгорания метана;

$E = Q_{O_2} \cdot V_{O_2} = 1{,}0857977 \cdot 10^5$ Дж

— выделившаяся энергия при сгорании V_{CH_4} метана, высшая энергия;

$\tau = 100$ с — продолжительность горения;

$\Delta S = 1{,}1 \cdot 10^{-5}$ м^2 — сечение одного сопла в газовой горелке;

$n_S = 20$ — число сопл горелки;

$S = \Delta S \cdot n_S = 2{,}2 \cdot 10^{-4}$ м^2 — полное сечение сопл горелки;

$l = 2{,}5 \cdot 10^{-2}$ м — протяжённость пламени над соплом;

$T_1 = 295{,}15$ K — начальная температура газа и воздуха;

$T_2 = 1453{,}15$ K

— температура внешней зоны пламени, излучающей в фиолетовой части пламени;

$\lambda = 4{,}1659177 \cdot 10^{-7}$ м

— шаг фотона излучаемого внешней зоной пламени;

$\nu = 6{,}909702 \cdot 10^{14}$ с$^{-1}$

— частота излучения внешней зоны пламени;

$f_1 = \psi_в \cdot T_1 = 2{,}0829897 \cdot 10^{10} \cdot T_1 = 6{,}147944 \cdot 10^{12}$ с$^{-1}$

— частота осцилляторов воздуха и газа до начала горения;

$f_2 = \psi_в \cdot T_2 = 3{,}0268964 \cdot 10^{13}$ с$^{-1}$

— частота осцилляторов внешней зоны пламени;

$\Delta f = f_2 - f_1 = 2{,}412102 \cdot 10^{13}$ с$^{-1}$

— разность частот осцилляторов воздуха до и после участия в горении;

$\Delta\varepsilon = \Delta f \cdot h = 1{,}5983234 \cdot 10^{-20}$ Дж

— энергия, затрачиваемая на разогрев каждого осциллятора воздуха, участвующего в горении, от T_1 до T_2;

$n_в = V_в \cdot N_в = 6{,}9404802 \cdot 10^{23}$

— число осцилляторов воздуха, участвующего в горении; $N_в$ — объемная плотность воздуха;

$E_1 = \Delta\varepsilon \cdot n_в = 1{,}1093131 \cdot 10^4$ Дж

— полная энергия, затрачиваемая на разогрев исходных компонентов пламени от T_1 до T_2;

$\Delta E = (E - E_1) = 9{,}748664 \cdot 10^4$ Дж

— полезная энергия горения, передаваемая тому или иному рабочему телу и определяющая низшую теплоту сгорания горючего: $q_i = \Delta E_i / \Delta V_i$;

$$\eta = \frac{(E - E_1)}{E} = \frac{\Delta E}{E} = 0{,}8978342 = 89{,}783\%$$

— коэф. полезного действия горелки;

$$V_p = (V_в + V_{CH_4})(1 + \beta t)\frac{P_0}{P} = 3{,}2452245 \cdot 10^{-2}\ м^3$$

— реальный объём газовой смеси, участвующей в горении, где $P = 9{,}624673 \cdot 10^4$ Па — атмосферное давление во время опыта; β — коэф. температурного расширения воздуха; $t = 22°$ С — температура воздуха в лаборатории;

$$v = \frac{V_p}{S \cdot \tau} = \frac{3{,}2452245 \cdot 10^{-2}\ м^3}{2{,}2 \cdot 10^{-2}\ м^2 \cdot с} = 1{,}475102\ м \cdot с^{-1}$$

$$\Delta\tau = \frac{l}{v} = \frac{2{,}5 \cdot 10^{-2}\ м}{1{,}475102} = 1{,}694798 \cdot 10^{-2}\ с,$$

где v — средняя скорость прохождения осцилляторов через пламя; $\Delta\tau$ — продолжительность пребывания каждого осциллятора в плазме горения.

Располагая этими данными мы можем сделать полный гиперчастотный анализ горения метана. Пламя — это плазма. Специалисты по высокотемпературной плазме могут мне возразить, ибо они приучили себя к мысли, что плазма — это четвертое состояние вещества. В рамках единой теории, плазма — это разогретая смесь веществ в газообразном и мелкодисперсном состояниях, в которой электронами-генераторами осуществляется фазовый переход высшего рода. Плазма, в незамкнутой системе, стационарна только при условии стационарности поступления в неё донора электронов и донора электрино. Донорами электронов являются горючие вещества и молекула кислорода, а донором электрино — положительный атом кислорода. В плазме горения фазовый переход высшего рода осуществляется только частично и никогда не доходит до высвобождения структурных электронов атома кислорода, подвергающегося расщеплению. А молекулы горючих веществ поставляют плазму только электроны связи или неструктурные избыточные электроны (как, например, уголь). Молекулы горючего газа и кислорода при входе в плазму подвергаются диссоциации на атомы. Какая конкретная сила их разъединяет, какими зарядами обладают эти атомы и почему в процессе горения формируются молекулы CO_2 и H_2O? Чтобы достойно ответить на эти вопросы нам необходимо исследовать атом и молекулу кислорода, атом углерода, атом и молекулу водорода. Но прежде необходимо вывести основные постоянные электродинамики.

4. Постоянные взаимодействия зарядов.

1) Электродинамическая постоянная фотона и электрино-посредника α. Эту постоянную можно получить двумя путями:

$$\alpha \cdot э \cdot э = \hbar \cdot \nu_{ед} = \frac{m_э \cdot \mu \cdot \nu_{ед}}{2} = \text{Const}, \tag{14.17}$$

$$\alpha = \frac{\hbar \cdot \nu_{ед}}{э^2} = \frac{4{,}1106086 \cdot 10^{-34}}{(1{,}9876643 \cdot 10^{-27}\ \text{Кл})^2} = 1{,}0404472 \cdot 10^{20}\ \text{Дж} \cdot \text{Кл}^{-2} \tag{14.18}$$

Очевидно, что в левой части (14.17) выражена энергия взаимодействия зарядов двух электрино через постоянную α, а в правой части эта же энергия выражена механически и частотно. Второй путь проходит через механическую прочность внешнего электрино нейтрона P_n (э):

$$\left.\begin{aligned} P_n(э) &= \frac{\sigma_n}{r_0} = \frac{q_\lambda \cdot \varphi}{r_0 \cdot \pi R_э^2} \\ P_n(э) &= \frac{\alpha \cdot q_\lambda \cdot э}{r_0 \cdot \pi \cdot R_э^2} \end{aligned}\right\} \tag{14.19}$$

Решая эту систему относительно α получим:

$$\alpha = \varphi / э = \text{Const}, \tag{14.20}$$

где $\varphi = \dfrac{m_n \cdot \tau}{n_э \cdot э}$ — постоянная Чедвика.

2) Электродинамическая постоянная генератора β.

Поскольку функция генератора состоит в расщеплении атома на фотоны и свободные электроны, т. е. в деструкции атома, то при определении β необходимо исходить из предельной прочности нейтрона P_n:

$$\left.\begin{aligned} P_n &= \frac{\beta \cdot q_\lambda \cdot э}{r_0 \cdot \pi \cdot R_э^2} \\ P_n &= \frac{3 \cdot \sigma_n}{R_n} = \frac{3 \cdot q_\lambda \cdot \varphi}{R_n \cdot \pi \cdot R_э^2} \end{aligned}\right\} \tag{14.21}$$

Решая эту систему относительно β получим:

$$\beta = \frac{3 \cdot \varphi \cdot r_0}{э \cdot R_n} = \text{Const}, \tag{14.22}$$

где $r_0 = A_l \cdot r_l = 5{,}2530416 \cdot 10^{-12}$ м — постоянная критического расстояния, R_n — радиус нейтрона. Численное значение β соответствует:

$$\beta = 4{,}6772342 \cdot 10^{22}\ \text{Дж} \cdot \text{Кл}^{-2}$$

3) Электростатистическая постоянная γ.

Внутриатомные взаимодействия между зарядами имеют свои особенности. Одна из них состоит в групповом эффекте электрино в развитии между сомкнутыми электрино значительных сил взаимного отталкивания, ведущих к ослаблению общей прочности композиционных тел, т. е. нейтрона и атомов. Вторая особенность состоит в том, что характерным расстоянием взаимодействующих элементов в атомах и молекулах становится радиус нейтрона — элементарного атома. Поэтому электростатистическую постоянную можно получить из электродинамической постоянной электрино:

$$\gamma = \alpha \cdot R_n = \frac{\varphi R_n}{э} = \text{Const} \qquad (14.23)$$

Умножив числитель и знаменатель (14.23) на э получим:

$$\gamma = \frac{\varphi \cdot R_n}{э} \cdot \frac{э}{э} = \frac{\varphi \cdot э \cdot R_n}{э^2} = \frac{\hbar \cdot \nu_{ед} \cdot R_n}{э^2} = 3{,}6473973 \cdot 10^6 \text{ Дж} \cdot \text{м} \cdot \text{Кл}^{-2} \qquad (14.24)$$

4) Постоянная Ван дер Ваальса w.

Во взаимодействии между структурными элементами газов, жидкостей и твердых тел чрезвычайно большую роль играет энергия отрыва внешнего электрино, которая развивается между электронным лучом одного осциллятора и потенциалом положительного поля второго:

$$w = q_\lambda \cdot (\pm\varphi) = \pm 8{,}1215742 \cdot 10^{-28} \text{ Дж} = \text{Const}. \qquad (14.25)$$

Этой константе предлагаю присвоить название постоянной Ван дер Ваальса в честь нидерландского ученого И. Д. Ван дер Ваальса, посвятившего всю свою жизнь изучению межмолекулярных сил в газах. Все четыре величины α, β, γ и w являются фундаментальными постоянными единой теории физики.

5) Зарядовая структура атома и молекулы кислорода.

По Международной таблице периодической системы элементов Д. И. Менделеева 1983 г. атомная масса кислорода составляет А = = 15,9994±3 а. е. по углеродной шкале. Несколько вариантов анализа, проведенных мною, показали, что абсолютное значение атомной массы кислорода составляет A_a:

$$A_a = 15{,}999415 \text{ а. е.}$$

Атом кислорода лишён одного структурного электрона и $K_э$ структурных электрино, что обуславливает ему избыточный положительный заряд Z_0:

$$K_э = \frac{m_n(A_a - A_0) + m_e}{m_э} = \frac{-9{,}7143345 \cdot 10^{-31} + m_e}{6{,}8557572 \cdot 10^{-36}} = -9{,}8581014 \cdot 10^3 \qquad (14.26)$$

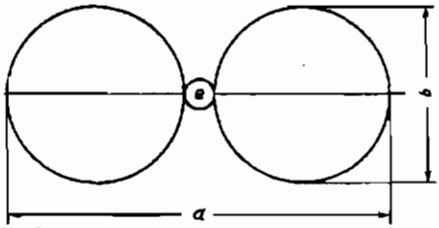


Рис. 16. Одномостиковое соединение атомов в молекулах O_2 и H_2. *а* — большая, *в* — малая оси молекулы.

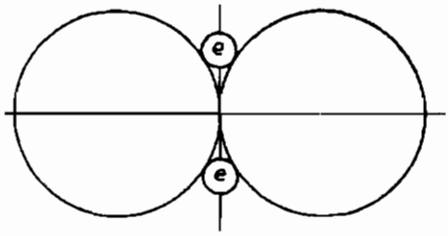


Рис. 17. Двухмостиковое соединение атомов в молекуле N_2 и радикале C_2.

где $A_0 = 16$ — атомное число кислорода; $m_e = 9{,}0387 \cdot 10^{-31}$ кг — масса электрона; $m_э$ — масса электрино.

$$\Delta q = K_э \cdot э = -1{,}9594596 \cdot 10^{-23} \text{ Кл} \tag{14.27}$$

— избыточный заряд атома, обусловленный дефицитом $K_э$ электрино.

$$Z_0 = (K_э \cdot э - e) = 1{,}60199325404 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \tag{14.28}$$

— избыточный заряд атома, обусловленный дефицитом одного электрона и $K_э$ электрино.

Совершенно очевидно, что двухатомная молекула кислорода O_2, состоящая из двух положительных атомов, существует только благодаря электрону связи (Рис. 16):

$$O_2 = O^+ - e^- - O^+. \tag{14.29}$$

При этом молекула кислорода обладает избыточным положительным зарядом Z_{O_2}:

$$Z_{O_2} = 2Z_O + e = 1{,}6017972 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \tag{14.30}$$

Энергия диссоциации молекулы кислорода составляет:

$E = 4{,}98 \cdot 10^5$ Дж·моль$^{-1}$ [18, с. 134], а в расчете на одну молекулу:

$$\varepsilon = E/N_A = -8{,}2696387 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}/O_2.$$

Зная эту энергию без большого труда можно установить среднее расстояние между силовыми центрами в молекуле кислорода $r_{(O-O)}$:

$$r_{(O-O)} = \frac{\gamma \cdot e \cdot Z_0}{2\varepsilon} = \frac{-9{,}3617607 \cdot 10^{-32}}{-1{,}6539277 \cdot 10^{-18}} = 5{,}6603203 \cdot 10^{-14} \text{ м} \qquad (14.31)$$

При этом геометрический радиус атома кислорода составляет $R_0 = C_0 \cdot \sqrt[3]{A_a} = 4{,}01268 \cdot 10^{-14} \cdot \sqrt[3]{15{,}99915} = 1{,}0111139 \cdot 10^{-13}$ м.

Чтобы определить механическую прочность соединения атомов в молекулы с помощью электрона связи, сначала необходимо решить одну общую задачу атомной инженерии. Для этого обратимся к анализу прочностной характеристики наиболее простого композиционного тела—мононейтрона, уже знакомого нам. Определим механическую прочность соединения его внешнего электрино двумя способами и сравним результаты:

$$P_\mu = \frac{W}{r_\mu \cdot \pi \cdot R_э^2} = -3{,}4812753 \cdot 10^{18} \text{ Па}, \qquad (14.32)$$

где $r_\mu = (R_\mu - R_э) = 2{,}4251174 \cdot 10^{-14}$ м — расстояние между центром внешнего электрино и центром электрона, занимающего геометрический центр мононейтрона; R_μ — геометрический радиус мононейтрона.

$$P_\mu' = \frac{P}{r_\mu \cdot \pi \cdot R_э^2} = -5{,}5886276 \cdot 10^{24} \text{ Па}, \qquad (14.33)$$

где $P = -1{,}3037881 \cdot 10^{-21}$ Дж — постоянная Резерфорда, выражающая энергию связи электрино в составе нейтрона и мононейтрона. Отношение двух этих напряжений, есть величина инвариантная:

$$k_p = \frac{P_\mu'}{P_\mu} = \frac{P}{W} = 1{,}6053391 \cdot 10^6 \approx \text{Const}. \qquad (14.34)$$

Итак, мы получили два результата по механической прочности мононейтрона, которые отличаются в Кр раз. Первый из них отражает реальную прочность мононейтрона, а второй утверждает, что если бы не было взаимного отталкивания между одноименно заряженными и сомкнутыми электрино в составе мононейтрона, то его прочность составляла бы P_μ'. Из этого следует Кр есть коэффициент, учитывающий количественную сторону группового эффекта электрино в определении прочности атомных и молекулярных структур. Учитывая это положение, прочность соединения двух атомов кислорода в одну молекулу одним электронным мостиком можно выразить соотношением:

$$P_{(O-O)} = \gamma \cdot \left[\frac{e/2 \cdot Z_0}{2\pi R_n^2 \cdot k_p \cdot r_{(O-O)}^2} + \frac{e/2 \cdot Z_0}{2\pi R_n^2 \cdot k_p \cdot r_{(O-O)}^2} \right] = \frac{\gamma \cdot e \cdot Z_0}{2\pi R_n^2 \cdot k_p \cdot r_{(O-O)}^2}, \qquad (14.35)$$

где $2\pi R_n^2$ — поверхность полусферы нейтрона.

Очевидно постоянные сомножители в знаменателе (14.35) могут быть объединены в константу S_0:

$$S_0 = 2\pi R_n^2 \cdot k_p = 1{,}2395746 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2 = \text{Const.} \qquad (14.36)$$

Учитывая, что (14.35) выражает прочность соединения одномостиковой связи для n-мостиковой связи i-ой молекулы получим в общем виде:

$$P_i = \frac{n_i \gamma \cdot e \cdot Z_i}{S_0 \cdot r_i^2}, \qquad (14.37)$$

где r_i — расстояние между силовыми центрами пары атомов, соединенных в молекулу как посредством электронного мостика, так и без него (соединение ионов с полярными зарядами). Для молекулы кислорода расчет приводит к значению $P_{(O-O)} = -2{,}3572348 \cdot 10^{15}$ Па. При поступлении в плазму горения молекула кислорода сначала диссоциирует на два иона по схеме:

$$O_2 \rightarrow O^- + O^+ \qquad (14.38)$$

Но совершенно очевидно, что если бы отрицательный ион не диссоциировал далее, то он никогда и не был бы донором электрино в процессе горения. Поэтому смело можно утверждать, что полная диссоциация молекулы кислорода завершается высвобождением одного электрона связи, который становится гиперчастотным генератором плазмы. Высвобождение электрона связи зависит от двух факторов: от прочности соединения электрона с атомом кислорода в ионе O^- и от разрывающего напряжения уже действующих в плазме генераторов $P(e)$. Поэтому диссоциация иона O^- возможна лишь при выполнении условия:

$$P_{(e-O)} \leq P(e). \qquad (14.39)$$

Прочность соединения электрона с атомом кислорода определяется соотношением:

$$P_{(e-O)} = \frac{\gamma \cdot e \cdot Z_0}{2\pi R_e^2 \cdot R_0^2 \cdot k_p} = \frac{-2{,}3617607 \cdot 10^{-32}}{1{,}1354617 \cdot 10^{-50}} = -8{,}2448934 \cdot 10^{18} \text{ Па}, \qquad (14.40)$$

где $2\pi R_e^2$ — поверхность вдавливания электрона связи в тело атома кислорода. Как видим, прочность соединения электрона с атомом кислорода выше прочности нейтрона $P_n = -7{,}22 \cdot 10^{18}$ Па.

Говоря о разрывающем напряжении генератора необходимо вспомнить, что всякий осциллятор газообразной и жидкой сред, есть гиперчастотный волчок и что его электрические поля в любой точке пространства беспрерывно мелькают. В отличии от осциллятора, электрон-генератор обладает стационарным полем одного (от-

рицательного) знака, которое не является функцией вращения. Из этого следует, что отрицательный атом кислорода сначала может вступить во взаимодействие с генератором, своим положительным полем и получить импульс к сближению с ним. Но в следующее мгновение он может повернуться к генератору электроном связи и тогда он получает встречный импульс электрон — электронного взаимодействия, который будет воспринят атомом как встречный удар. Развиваемое при этом напряжение и есть предельное разрывающее напряжение генератора $P\,(e)_{max}$:

$$P\,(e)_{max} = \frac{S_0 \cdot e \cdot e/2}{\lambda i/2 \cdot \pi R_e^2} = \frac{S_0 \cdot e^2}{\lambda_i \cdot \pi R_e^2} = \frac{\sigma_e}{\lambda_i}, \tag{14.41}$$

$$\sigma_e = \frac{S_0 \cdot e^2}{\pi R_e^2} = 3{,}4708918 \cdot 10^{15}\ \text{Н} \cdot \text{м}^{-1} = \text{Const}, \tag{14.42}$$

где σ_e — постоянная напряжения поля генератора в плазме. Реальное напряжение, создаваемое генератором, меньше предельного в n_g раз, где n_g — число осцилляторов, образующих электронную глобулу в плазме, о котором скажем ниже.

$$P\,(e)_i = \frac{P\,(e)_{max}}{n_{gi}} = \frac{\sigma_e}{n_{gi} \cdot \lambda_i} \tag{14.43}$$

В исследуемой плазме, излучающей свет с шагом фотона — $\lambda = 4{,}1659 \cdot 10^{-7}$ м, атом кислорода с электроном связи испытывает разрывающее напряжение генератора $P\,(e)_O$:

$$P\,(e)_O = \frac{\sigma_e}{n_{g0} \cdot \lambda} = \frac{3{,}4708918 \cdot 10^{15}}{595{,}41247 \cdot 4{,}1659177 \cdot 10^{-7}} = 1{,}3993052 \cdot 10^{19}\ \text{Па}. \tag{14.44}$$

Из сравнения этого результата (вывод значения n_{g0} дается ниже) с (14.40) следует, что условие (14.39) выполняется и, стало быть отрицательный ион кислорода O^- действительно диссоциирует в плазме с высвобождением свободного электрона:

$$O^- \rightarrow O^+ + e. \tag{14.45}$$

Т. е., вопреки сложившимся представлениям, атом кислорода обладает избыточным положительным зарядом, обуславливающим ему и положительную химическую валентность. При этом химическая валентность i-го элемента периодической системы элементов определяется только его избыточным зарядом, а объективным критерием валентности служит единичная валентность $W_{ед}$, пропорциональная заряду $e/2$:

$$W_{ед} = 1\ \text{валентность} \sim \left|\frac{e}{2}\right| = 8{,}010946 \cdot 10^{-20}\ \text{Кл} \tag{14.46}$$

Валентность i-го элемента, обладающего избыточным зарядом Z_i или q_i (отрицательного знака), составит W_i:

$$W_i = \frac{Z_i}{W_{ед}} = \frac{Z_i}{8{,}010946 \cdot 10^{-20}} \qquad (14.47)$$

5. Зарядовая структура атома водорода и молекул H_2 и CH_4. Будучи самым простым элементом периодической системы водород, тем не менее, ведет себя в химических реакциях достаточно сложно. Всем известно, например, что он сидит одновременно на двух стульях, выражаясь фигурально. Я имею в виду то обстоятельство, что водород в равной мере относится к первой группе (подгруппе щелочных металлов) и седьмой (подгруппе галогенов). Тщательный анализ показывает, что в атоме водорода нет нарушения электронного состава и что все три его структурных электрона всегда на месте, но имеет место избыток электрино, обуславливающий ему некоторый избыток положительного заряда. Основной изотоп водорода H, на долю которого приходится 99,985% от общего количества водорода, имеет атомную массу $A = 1{,}0078$ а.е.;

Но по Международной таблице 1983 г. атомная масса среднего атома водорода принята равной $A = 1{,}00794$ при $A_0 = 1$ а.е.

$$K_э = \frac{m_п \cdot (A - A_0)}{m_э} = 1{,}923190 \cdot 10^6, \qquad (14.48)$$

$Z_H = K_э \cdot э = 3{,}8226563 \cdot 10^{-21}$ Кл — избыточный заряд атома водорода. (14.49)

Два положительных атома соединяются в молекулу водорода H_2 с помощью одного электрона связи:

$$H_2 = H^+ - e - H^+, \qquad (14.50)$$

$$Q_{H_2} = (2Z_H + e) = -1{,}5257361 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \qquad (14.51)$$

— избыточный заряд молекулы водорода.

Зная энергию диссициации молекулярного водорода $E = 4{,}36 \cdot 10^5$ Дж·моль$^{-1}$ [18] и $\varepsilon = E/N_A = -7{,}2400852 \cdot 10^{-19}$ Дж/H_2 и, исходя из того, что молекула диссоциирует на два полярных иона H^+ и $H^- = (H^+ + e)$, легко установить геометрические и механические свойства молекулы.

$$q_H = (Z_H + e) = -1{,}5639627 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \qquad (14.52)$$

— избыточный заряд отрицательного иона H^-.

Именно этому иону водорода приписывают место в начале первой группы периодической сиистемы, что совершенно незаконно. Законное же место водорода — это седьмая группа, подгруппа гало-

генов, элементы которой обладают положительным избыточным зарядом (см. § 23).

$$r_{(H-H)} = \frac{\gamma \cdot Z_H \cdot q_H}{\varepsilon} = \frac{-21{,}805934 \cdot 10^{-34}}{-7{,}2400852 \cdot 10^{-19}} = 3{,}0118338 \cdot 10^{-15} \text{ м} \tag{14.53}$$

— расстояние между центрами локализации избыточных зарядов в атомах молекулы H_2.

При этом прочность соединения атомов в молекуле H_2 составит $P_{(H-H)}$:

$$P_{(H-H)} = \frac{\gamma \cdot Z_H \cdot q_H}{S_0 \cdot r^2_{(H-H)}} = -1{,}932778 \cdot 10^{16} \text{ Па}. \tag{14.54}$$

В плазме горения молекулярный водород подвергается полной диссоциации, распадаясь на два положительных иона и свободный электрон, который обращается в гиперчастотный генератор.

Переходя к рассмотрению молекулы метана, я должен сослаться на § 23, где рассмотрена зарядовая структура атома углерода. И далее, в § 16 будет показано, что существуют два сорта молекул воды: электроположительная $(H_2O)^+$, с одним электроном связи и электроотрицательная $(H_2O)^-$ с двумя электронными мостиками. Метан можно синтезировать из окиси углерода и положительных молекул воды на никелевом катализаторе:

$$CO + 3\,(H_2O)^+ \xrightarrow{Ni} CH_4 + (H_2O)^- \tag{14.55}$$

Записав эту реакцию развернуто получим баланс электронов связи:

$$C^+ - e - O^+ + 3\,(H^+ - \underset{\displaystyle H}{\underset{|}{c}} - O^+) = \begin{matrix} H^+ \\ H^+ \end{matrix}\!\!\diagdown\!\!\diagup c - C^+ - e \diagup\!\!\diagdown \begin{matrix} H^+ \\ H^+ \end{matrix} + H^+ - e - O^+ - e - H^+$$

(14.56)

Из (14.56) следует, что в молекуле метана имеются два электрона связи и, стало быть при полной диссоциации в плазме она распадается на $4H^+$, ион угдерода C^+ и два электрона, обращающиеся в гиперчастотные генераторы. А полная реакция горения метана имеет вид:

$$\left.\begin{array}{l} CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2\,(H_2O)^+, \text{ а в развернутой форме:} \\ C^+ + 4O^+ + 4H^+ + 4e = O^+ - e - C^+ - e - O^+ + 2\,(\begin{matrix} H \diagdown \\ H \diagup \end{matrix} c - O^+) \end{array}\right\} \tag{14.57}$$

Теперь мы располагаем всеми исходными данными для анализа физической сути горения метана с выделением энергии E_0 и уста-

новления фундаментальной роли электрона — генератора в этом процессе.

6. Явление ультрагиперчастотного колебания электрона в плазме.

Итак, исследованная нами плазма — это система положительных ионов—осцилляторов в сопровождении сопутствующих молекул N_2, CO_2, атомов Ar и т. д., являющихся компонентами атмосферного воздуха. Все осцилляторы плазмы обладают средней частотой колебания $f_2 = 3{,}027 \cdot 10^{13}$ с$^{-1}$. Как и обычный газ, плазма имеет глобулярную структуру, т. е. каждый осциллятор обладает своим индивидуальным пространством V_{gi}, в координатах которого он и пребывает, взаимодействуя с окружающими осцилляторами вдоль сферической границы глобулы. Объем и диаметр средней глобулы плазмы составляет:

$$V_g = \frac{k \cdot T_2}{P} = \frac{20{,}062255 \cdot 10^{-21}}{9{,}624673 \cdot 10^4} = 2{,}0844609 \cdot 10^{-25} \text{ м}^3, \qquad (14.58)$$

$$d_g = \sqrt[3]{6Vg/\pi} = \sqrt[3]{39{,}81027 \cdot 10^{-24} \text{ м}^3} = 3{,}4145362 \cdot 10^{-8} \text{ м}. \qquad (14.59)$$

Когда же в плазму входит свободный электрон, обладающий самым большим среди осцилляторов электродинамическим потенциалом, то он мгновенно становится первым действующим началом в системе, ее главным членом. Вокруг него формируется электронная глобула V_{ge}, в пространстве которой электрон не мечется как рядовой осциллятор, а постоянно занимает ее геометрический центр. Диаметр электронной глобулы всегда равен шагу фотона излучаемого света, $d_{ge} = \lambda$. Свет излучается не электроном, а электронной глобулой, представляющей систему из электрона и окружающих его осцилляторов по радиусу $r_{ge} = \lambda_1/2$. Электрон, находясь в геометрическом центре своей глобулы, взаимодействует с осцилляторами и каждое его взаимодействие завершается отрывом электрино от иона O^+. Можно говорить, что атом кислорода при каждом взаимодействии с электроном, безвозвратно излучает одно электрино, которое становится свободным, гиперчастотным осциллятором плазмы на время $\Delta\tau$, в течении которого оно передает окружающим осциллятором свою потенциальную энергию, энергию связи в составе нейтрона, равную постоянной Резерфорда P. После передачи всей своей энергии плазме, электрино встраивается в одну из лучей света, исходящих от поверхности электронной глобулы, и уходит в пространство. Т. о., когда я говорю — «элементарный генератор», то имею в виду электронную глобулу.

В исследуемой плазме генератор характеризуется следующими параметрами:

$$d_{ge} = \lambda = 4{,}1659177 \cdot 10^{-7} \text{ м}, \qquad (14.60)$$

$$V_{ge} = \pi \cdot \lambda^3/6 = 3{,}7855645 \cdot 10^{-20} \text{ м}^3. \qquad (14.61)$$

Предельное число осцилляторов электронной глобулы n_g является функцией поверхности этой глобулы и сечения окружающих глобул осцилляторов и имеет следующий общий вид:

$$n_{gi} = \frac{S_{gei}}{\pi r_{gi}^2} = \frac{\pi \cdot \lambda_i^2}{\pi (d_{gi}/2)^2} = \frac{4 \cdot \lambda_i^2}{d_{gi}^2}. \tag{14.62}$$

Для исследуемой плазмы n_g составит:

$$n_{g0} = \frac{(4{,}1659177 \cdot 10^{-7})^2}{(3{,}4145362 \cdot 10^{-8})^2} = 5{,}9541247 \cdot 10^2 \tag{14.63}$$

При частоте среднего осциллятора плазмы f_2, средняя частота ионов O^+, окружающих электрон и образующих вместе с ним генератор, составляет ν, т. е. частота осцилляторов электронной глобулы равна частоте фотонов излучаемого генератором света. При этом частота электрона f_e и частота осцилляторов генератора связаны соотношением общего вида:

$$f_{ei} = n_{gi} \cdot \nu_i = \frac{4\lambda_i^2 \cdot \nu_i}{d_{gi}^2} = \frac{4\mu}{d_{gi}^2}, \ c^{-1} \tag{14.64}$$

где μ — постоянная Милликена. А частоты среднего осциллятора и осциллятора в стенке электронной глобулы связаны соотношением

$$\nu_i = n_{\nu i} \cdot f_i, \tag{14.65}$$

$$n_{\nu i} = \nu_i / f_i, \tag{14.66}$$

где $n_{\nu i}$ — степень превышения частоты осцилляторов электронной глобулы средней частоты осцилляторов плазмы. Численные значения этих величин в исследуемой плазме составляет:

$$f_e = n_{g0} \cdot 6{,}909702 \cdot 10^{14} \ c^{-1} = 4{,}1141227 \cdot 10^{17} \ c^{-1} \tag{14.67}$$

$$n_\nu = \nu / f_2 = 22{,}827679. \tag{14.68}$$

Из полученных результатов явствует, что частота электрона f_e превосходит частоту среднего осциллятора плазмы f_2 более чем на четыре порядка и характеризует ранее неизвестное явление ультрогиперчастотного колебания генератора. Это явление — важнейшее во всех энергетических процессах, в основе которых лежит высвобождение первичной энергии, т. е. энергии связи составляющих нейтрона и атома.

Электронная глобула обладает еще одной замечательной особенностью, которая состоит в том, что давление в ней, Ре, много меньше давления окружающей плазмы, равной атмосферному давлению Р. Для аналитического решения Ре воспользуемся известным нам уже

уравнением гиперчастотной механики для описания частоты электрона в электронной глобуле:

$$f_{ei} = \frac{P_{ei} \cdot V_{gei}}{h} = \frac{P_{ei} \cdot \pi \cdot \lambda_i^3}{6h}, \ c^{-1}. \tag{14.69}$$

Приравняв правые части (14.69) и (14.64) и решая полученное уравнение относительно P_e найдем в общем виде:

$$P_{ei} = \frac{24\mu \cdot h}{\pi \lambda_i^3 \cdot d_{gi}^2}, \ Дж \cdot м^{-3}, \tag{14.70}$$

Для исследуемой плазмы расчет дает:

$$P_e = 7{,}2013774 \cdot 10^3 \ Па \tag{14.71}$$

и это при атмосферном давлении $P = 9{,}624673 \cdot 10^4$ Па во время эксперимента по сжиганию метана, из чего следует, что P_e меньше P более чем в 13 раз. Данное свойство электронной глобулы имеет важное значение в бесперебойном снабжении генератора донорами электрино, в формировании электронной глобулы.

Из (14.64) следует, что произведение частоты генератора f_e на квадрат диаметра глобулы среднего осциллятора плазмы есть величина инвариантная, равная четырем постоянным Милликена:

$$\mu = f_{ei} \cdot d_{gi}^2 / 4. \tag{14.72}$$

Но с другой стороны эту постоянную мы знаем как секториальную скорость фотона в поле осевого заряда луча:

$$\mu = u_i \cdot r_i = \frac{u_i \cdot \lambda_i}{2}. \tag{14.73}$$

Приравнивая правые части обоих уравнений получим:

$$f_{ei} \cdot d_{gi}^2 = 2u_i \cdot \lambda_i = 4 \cdot \lambda_i^2 \cdot \nu_i, \tag{14.74}$$

где u_i — орбитальная скорость фотона вдоль оси i-го луча. Это соотношение замечательно тем, что раскрывает неразрывную связь между параметрами луча света и параметрами плазмы, утверждая единство светового луча и его генератора. А попутно свидетельствует о безнадежной наивности классической теории, утверждающей, что свет излучается электроном из себя при его ускоренном движении.

7. Электродинамика и механика генератора.

Выше мы уже изучали частотное взаимодействие осцилляторов газообразной среды. В работе генератора мы найдем много общего с тем описанием, но встретим и принципиальные отличия, специфичные только для электронной глобулы кислорода 0^+, которые являются донорами электрино и входят в состав электронной гло-

булы. Поэтому рассчитаем гиперчастотные параметры атома кислорода:

$$R_{cO} = \frac{R_O}{\sqrt{2}} = 7{,}720506 \cdot 10^{-14} \text{ м} \text{ — радиус вращения атома } 0^{+}; \quad (14.75)$$

$$\omega_O = v_c / R_{cO} = 1{,}0021314 \cdot 10^{14} \text{ с}^{-1} \text{ угловая скорость атома;} \quad (14.76)$$

$$v_O = 2f_2 \cdot d_g = 2{,}0670894 \cdot 10^{6} \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} - \text{линейная скорость атома;} \quad (14.77)$$

$$F_O = m_O \cdot v_O \cdot \nu_{cд} = 5{,}4918737 \cdot 10^{-20} \text{ Н} - \text{сила набегания атома на электронную глобулу.} \quad (14.78)$$

Поскольку электроны находятся в беспрерывном взаимодействии со всеми n_{gO} атомами кислорода, составляющими электронную глобулу, то доля заряда электрона, приходится на взаимодействие с каждым из них, составляет q_e:

$$q_e = e / n_{gO} = -2{,}6208895 \cdot 10^{-22} \text{ Кл} \quad (14.79)$$

С другой стороны, каждый из n_{gO} атомов кислорода, окружающих электрон, взаимодействует не только с электроном, но и со всеми остальными атомами в режиме сменяющихся электрических полей, как гиперчастотный волчок. Поэтому и атом кислорода взаимодействует с электроном только долей своего избыточного заряда, составляющей величину ΔZ. Чтобы определить этот заряд необходимо найти аналитическое решение остановки набегающего на электрон атома кислорода. В самом деле, если бы не существовала противосила силе набегания атома на электрон F_O, то имея полярные заряды, они бы тут же соединились, и генератор перестал бы существовать. Так вот, эта противосила формируется в результате атомного взаимодействия электроположительных осцилляторов, образующих стенку электронной глобулы диаметра λ_1. Условию остановки поступательного движения набегающего атома кислорода в стенке электронной глобулы отвечает уравнение:

$$F_O + F_q + F_z = 0, \quad \text{где} \quad (14.80)$$

$$F_q = \frac{\beta \cdot q_e \cdot \Delta Z}{\lambda/2} = \frac{2\beta \cdot q_e \cdot \Delta Z}{\lambda}, \quad (14.82)$$

$$F_O = m_O v_O \cdot \nu_{cд}. \quad (14.83)$$

F_q – сила взаимного притяжения между электроном и атомом кислорода; F_z – сила взаимного отталкивания между парой атомов кислорода на двух противоположных точках стенки глобулы; F_O – сила набегания атома кислорода, совпадающая по направлению с F_q. Ввиду малости значения F_O можно исключить из уравнения (14.80):

$$\Delta Z = \frac{-2\beta \cdot q_e}{\alpha \cdot n_{gO}} = \frac{25{,}17184}{6{,}1949523 \cdot 10^{22}} = 4{,}0632822 \cdot 10^{-22} \text{ Кл} = \frac{-\beta \cdot e \cdot d_{gl}^4}{8\alpha \cdot \lambda_1^4}. \tag{14.84}$$

Расчет дает: $F_q = -2{,}455168 \cdot 10^{-14}$ Н,

$$F_z = 2{,}455168 \cdot 10^{-14} \text{ Н}. \tag{14.85}$$

Т. е. электронная глобула — это упруго динамическая система из электрона и n_{gO} электроположительных атомов кислорода, объединенных электродинамическим взаимодействием полярных зарядов в системе электрон — атом и одноименных зарядов в системе атом — атом. Но в этой системе есть еще одно взаимодействие, играющее свою важную роль — это взаимодействие электрона с электронным полем атома кислорода. При этом, естественно, формируется большая положительная сила F_λ:

$$F_\lambda = \frac{2\beta \cdot q_e \cdot q_\lambda}{\lambda} = 1{,}6259235 \cdot 10^{-13} \text{ Н}, \tag{14.86}$$

где $q_\lambda = 3{,}9271467 \cdot 10^{-21}$ Кл – заряд электронного поля атома. Совершенно очевидно, что при таком взаимодействии атом кислорода выбрасывается из стенки глобулы, ибо F_λ превосходит F_q^* более чем в 6 раз и антипараллельна ей. Электрон же, в результате такого взаимодействия прибивается к одному из атомов кислорода на противоположной стенке глобулы, соединяется с ним, образуя электроотрицательный ион кислорода O^-, и перестает быть генератором. Дальнейшая судьба этого электрона двояка: либо образуется молекула воды или двуокиси углерода, тогда он более не возвращается на роль генератора и покидает плазму; либо отрицательный ион O^- вновь попадает в состав электронной глобулы, диссоциирует и электрон опять становится генератором. Анализ показывает, что процесс идет по второму пути, один и тот же электрон, примерно 50 раз, выступает в роли генератора и столько же раз выключается из игры. Благодаря взаимодействию электрона с отрицательными полями атомов окружения происходит частая смена не только электронов, но и атомов кислорода стенки глобулы, что обуславливает равное участие в процессе всех атомов кислорода, входящих в плазму.

Еще одной специфической задачей генератора является направление излучения электрино атомом кислорода. Ведь с момента входа атома в состав электронной глобулы и до момента выхода из него, между ним и электроном существует беспрерывная связь, т. е. атом находится в поле генератора. А коли так, электрино, излучаемое атомом в направлении генератора должно немедленно достичь его и соединиться с ним. А поскольку генератор обладает способностью вырвать $4 \cdot 10^{17}$ электрино за время $\tau_{ед}$, то за период $\Delta\tau = 2 \cdot 10^{-10}$ с он должен обратиться в мононейтрон, т. е. должен происходить обратный фазовый переход высшего рода. Но ведь этого не случается и плазма стационарно функционирует на воздухе, если стационарно поступает метан в зону горения. Из этого следует, что существует механизм, не позволяющий излученному электрино немедленно соединиться с электроном, избежать соединения с ним.

Этот механизм, как мы убедимся ниже, сопряжен со вторым, обусловливается стабильность вектора осевого поля луча, испускаемого атомом кислорода в стенке электронной глобулы. Итак, отрицательная сила во взаимодействии электрона с пробным атомом кислорода развивает достаточное разрывающее напряжение для отрыва электрино от атома кислорода:

$$P(z) = \frac{2\beta \cdot q_e \cdot Z_0}{\lambda \cdot \pi R_э^2} = -1{,}0062267 \cdot 10^{21} \text{ Па} \qquad (14.87)$$

Вырванное из своего локуса электрино устремляется к электрону, *не выходя из его поля* q_e. Однако, *на некотором удалении* от поверхности атома, электрино приобретает статус самостоятельной частицы и вступает во взаимодействие с отрицательным полем своего атома (−э), удерживавшим его в составе атома. Т. е. электрино одновременно взаимодействует с двумя отрицательными полями, что приводит к развитию двух антипараллельных сил равного модуля и смыкающихся на нем. В результате этого электрино неподвижно зависает на луче этих сил (рис. 18). Рассмотрим количественную сторону этого явления. Во-первых, установим расстояние зависания электрино $\Delta l = OO_1$. Оно определяется из решения системы действующей пары сил $F_{э1}$ и $F_{э2}$:

$$\left.\begin{aligned} F_{э1} &= \frac{\alpha \cdot э \cdot (-э)}{\Delta l}, \\ F_{э2} &= \frac{2\beta \cdot q_e \cdot э}{\lambda} \end{aligned}\right\} \qquad (14.88)$$

$$\Delta l = \frac{\alpha \cdot (-э) \cdot \lambda}{2\beta \cdot q_e} = 3{,}4226208 \cdot 10^{-16} \text{ м} = 3{,}0925674 d_э \qquad (14.89)$$

Сила $F_{э1} = 1{,}2010119 \cdot 10^{-18}$ Н направлена от электрино, в точке

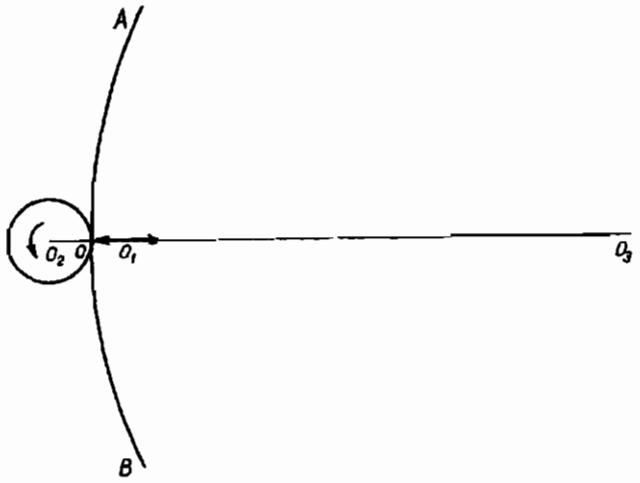


Рис. 18. Зависание электрино, O_1 — точка зависания электрино. O_3 — местоположение электрона в центре глобулы. O — точка на поверхности атома кислорода, совпадающая с центром локуса электрино. $OO_1 = \Delta l$. $OO_3 = \lambda/2$ — радиус электронной глобулы.

зависания O, к атому и стремится вернуть электрино в его локус, в точку O. Сила $F_{э2} = -1{,}2010119 \cdot 10^{-18}$ Н направлена от электрино к электрону генератора в точке O_3. Напряжение, создаваемое этими силами по лучу OO_3 настолько велико, что оно останавливает вращение атома кислорода. Так, тангенциальная сила атома от его вращения (на рис. 18 — против часовой стрелки), перед излучением электрино, составляет величину F_t:

$$F_t = \frac{m_0 \cdot \tau}{R_{c0}} = \frac{m_0 \cdot \tau \cdot \sqrt[3]{2}}{R_0} = 2{,}0599488 \cdot 10^{-21} \text{ Н}, \qquad (14.90)$$

а радиальная сила атома, направленная по лучу OO_3, равна $F_{э1}$. Угол поворота атома кислорода $\Delta\varphi$ определяется из соотношения этих сил:

$$\operatorname{tg} \Delta\varphi = \frac{F_t}{F_r} = \frac{m_0 \cdot \tau \cdot \sqrt[3]{2}}{R_0 \cdot F_{э1}} = \frac{m_0 \tau \cdot \sqrt[3]{2} \cdot \Delta l}{R_0 \cdot \alpha \cdot э^2} = 0{,}01715, \qquad (14.91)$$

$$\Delta\varphi = 0°59' = 0{,}0171624 \quad \text{рад}.$$

Таким образом, не только зависает электрино, но замирает и атом кислорода, повернувшись всего на угол $\Delta\varphi$. Из этого следует, что импульс электронного поля (–э) пробного атома, испускаемое локусом излученного электрино с центром в точке O (рис. 18), имеет стабильное направление в пространстве, проходя в непосредственной

близости от электрона-генератора в точке O_3, т. е. импульс поля испускаемый атомом в точке O, проходит через центр электронной глобулы с отклонением менее чем в один градус и выходит из генератора на противоположной стороне. Физическая сущность заряда импульса отрицательного поля, являющегося полем луча света, вытекает из зарядовой структуры нейтрона. Как нам уже хорошо известно, нейтрон состоит из $n_e = 3$ электронов, суммарный заряд которых равен $q_n = 4{,}8065676 \cdot 10^{-19}$ Кл, и $n_э \approx$ $\approx 2{,}4181989 \cdot 10^{8}$ электрино с общим зарядом $Z_n = 4{,}8065676 \cdot$ $\cdot 10^{-19}$ Кл. Каждое из $n_э$ электрино в составе нейтрона и всякого атома находится в беспрерывном взаимодействии с отрицательным полем электронов и на долю одного электрино приходится отрицательный заряд, равный Δe:

$$\Delta e = \frac{n_e \cdot e}{n_э} = -1{,}9876643 \cdot 10^{-27} \text{ Кл} = -\text{э}. \tag{14.92}$$

В момент излучения атомом электрино эта порция электронного поля высвобождается от своей традиционной электростатической функции и устремляется в пространство по нормали к поверхности атома, в точке отрыва электрино.

Продолжительность зависания электрино, стало быть, и продолжительность импульса осевого поля $\tau_л$ луча, в течении одного периода осциллятора электронной глобулы, легко определяется из (13.37 — 13.41). Сначала определим среднюю скорость прямого движения фотона по лучу света, испускаемому исследуемой нами плазмой v, а затем $\tau_л$:

$$v = \frac{\nu \cdot \lambda\,(\pi + \operatorname{tg}\beta)}{(2 - \operatorname{tg}^2\beta)} = 5{,}7862289 \cdot 10^{8} \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}, \tag{14.93}$$

$$\tau_л = \left(\frac{1}{\nu} - \frac{l}{v}\right) = \left(\frac{1}{\nu} - \frac{\lambda \cdot \operatorname{tg}\beta}{2v}\right) = 1{,}2824904 \cdot 10^{-15} \text{ с}, \tag{14.94}$$

$$\tau_2 = \frac{\lambda \cdot \operatorname{tg}\beta}{2v} = 1{,}6475008 \cdot 10^{-16} \text{ с} - \text{продолжительность} \tag{14.95}$$

паузы осевого поля.

Для генератора τ_2 характеризует период от прекращения зависания электрино над пробным атомом кислорода в точке O_1 до зависания следующего электрино в этой точке. Очевидно чтобы прервать зависание электрино, необходима третья сила, нарушающая равновесие сил электрино в состоянии натяжения. Эта сила формируется при взаимодействии электронного луча одного из осцилляторов электронной глобулы с висячим электрино. Заряд этого

луча $q_\lambda = -3{,}92711467 \cdot 10^{-21}$ Кл, а минимальная сила, которую развивает луч, от осциллятора с противоположной стенки электронной глобулы, составит $F_{\lambda\,min}$:

$$F_{\lambda\,min} = \frac{\alpha \cdot э \cdot q_\lambda}{\lambda} = -1{,}94955283 \cdot 10^{-21} \text{ Н}. \tag{14.96}$$

Максимальную силу разовьет луч от соседнего с пробным атомом осциллятора, расстояние до которого составляет диаметр глобулы $d_g = 3{,}4145362 \cdot 10^{-8}$ м (14.72):

$$F_{\lambda\,max} = \frac{\alpha \cdot э \cdot q_\lambda}{d_g} = \frac{w}{d_g} = -2{,}3785292 \cdot 10^{-20} \text{ Н}. \tag{14.97}$$

Среднее значение этих сил и будет силой смещения F_s висячего электрино:

$$F_s = \frac{F_{\lambda\,max} + F_{\lambda\,min}}{2} = -1{,}286741 \cdot 10^{-20} \text{ Н}. \tag{14.98}$$

Вектор этой силы зависит от взаимного расположения осциллятора с висячим электрино и изменяется от 0 до $\pi/2$.

В момент смещения электрино приобретает скорость v_s, обусловленную силой смещения:

$$v_s = \frac{F_s}{m_э \cdot v_{сд}} = 1{,}8768765 \cdot 10^{15} \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}. \tag{14.99}$$

Но в момент выхода из отрицательного поля своего локуса (—э) и отрицательного поля электрона q_e электрино вступает во взаимодействие с положительным полем своего атома, от которого оно отделено расстоянием зависания Δl. Формирующаяся при этом сила равна силе зависания $F_{э\,l}$, но имеет положительный знак и характеризует силу излучения электрино из атома F_u:

$$F_u = \frac{э \cdot \varphi}{\Delta l} = 1{,}2010119 \cdot 10^{-19} \text{ Н} \tag{14.100}$$

Половина этой силы передается атому — излучателю как сила отдачи, а вторая половина — электрино и соединяется с силой его смещения F_s, ибо совпадает с ней по направлению. При этом скорость излучения электрино составит величину v_u:

$$v_u = \frac{F_u/2 + F_s}{m_э \cdot v_{сд}} = \frac{F_u + 2F_s}{2m_э \cdot v_{сд}} = 1{,}0636025 \cdot 10^{16} \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \tag{14.101}$$

Сила отдачи $(-F_u/2)$ на поверхности атома — излучателя расщепляется на две силы $(-F_r)$ и $(-F_l)$. На рис. 19 изображен

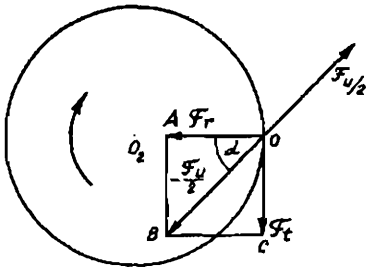


Рис. 19. Распределение силы отдачи по атому кислорода. $\angle AOB = \alpha = 48°$. F_u — сила излучения электрино. $F_u/2$ — сила отдачи, разлагаемая на тангенциальную F_t и радиальную F_r силы. Направление вращения атома определяется вектором F_t.

атом кислорода с центром в точке O_2. Угол $\alpha = AOB = 48°$ выбран произвольно и характеризует угол между нормалью к поверхности атома в точке O и направлением силы излучения электрино. Тангенциальная составляющая силы $(-F_u/2)$ определяет момент силы атома и направление его вращения (в данном случае — по часовой стрелке).

Радиальная составляющая $(-F_r)$ становится силой выхода атома из состава электронной глобулы, которая обусловливает ему линейную скорость в направлении от стенки генератора, v_0':

$$v_0' \frac{-F_r}{m_0 \cdot v_{ед}} = -\frac{F_u \cdot \cos\alpha}{2m_0 \cdot v_{ед}} = -7{,}5616584 \cdot 10^5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}. \qquad (14.102)$$

Т. е. мы видим, что атом кислорода O^+ входит в состав стенки генератора, обладая скоростью набегания $v_0 = 2 \cdot 10^6$ м·с$^{-1}$ и угловой скоростью набегания $\omega_0 = 1 \cdot 10^{14}$ с$^{-1}$. Вступает во взаимодействие с полем электрона q_e, которое отрывает от него электрино. Покинув свой локус, электрино зависает над ним, на удалении $\Delta l = 31 \cdot d_э$, а атом — излучатель прекращает свое вращение. Зависание электрино и замирание атома кислорода сопровождается импульсом электронного поля (–э), вектор которого стабилен в пространстве. Эта стадия в цикле продолжается $\tau_1 = 1{,}282 \cdot 10^{-15}$ с и прерывается третьей силой — силой смещения F_s. Момент излучения электрино из точки зависания характеризует начало второй стадии, которая длится $\tau_2 = 1{,}6475 \cdot 10^{-16}$ с. В течение периода τ_2 отсутствует импульс поля (–э) из точки O в стенке генератора, происходит ротация вектора движения нашего пробного атома, подающего стенку со скоростью v_0' и вращением $(\pm\omega_0)$, на это место встраивается новый атом, который тут же вступает во взаимодействие с электроном генератора и все начинается сначала.

В начале этого параграфа я уже говорил, что электрон занимает геометрический центр своей глобулы. Рассмотрим этот вопрос подробнее. Согласно (1.23) для электрона — генератора мы можем записать:

$\varepsilon_e = m_e \cdot v_e \cdot u_e \cdot a$, где

$v_e = 2f_e \cdot A_e$ – линейная скорость электрона,

$u_e = f_e \cdot r_{ge} = \dfrac{f_e \cdot \lambda}{2}$ – скорость блуждания поля электрона в координатах своей глобулы; A_e — амплитуда колебания электрона:

$r_{ge} = \lambda/2$ – критическое расстояние взаимодействия электрона с осцилляторами окружения.

Введя значения v_e и u_e в (14.103) получим уравнение с единственной неизвестной A_e, решая которое в общем виде имеем:

$$A_{ei} = \frac{2\varepsilon_{ei}}{m_e \cdot f_e^2 \lambda_i a} \approx \frac{2h \cdot f_e}{m_e \cdot f_e^2 \lambda_i a} = \frac{2\hbar}{m_e \cdot f_{ei} \cdot \lambda_i}, \quad \text{м} \tag{14.104}$$

Для электрона в исследуемой плазме получено:

$$A_e = 3{,}2922258 \cdot 10^{-15} \text{ м} = 4{,}96 d_e \tag{14.105}$$

Кажется невероятным такой результат, ибо трудно представить осциллятор, обладающий частотой $f_e = 4 \cdot 10^{17}$ с$^{-1}$ и в то же время почти неподвижный в пространстве. Но это только на первый взгляд. Такое состояние электрона становится понятным, как только мы вспомним, что он *взаимодействует почти одновременно* с n_{g0} осцилляторами, а главное — они расположены вокруг электрона сферически симметрично. Линейная скорость электрона в исследуемой плазме составит:

$$v_e = 2f_e \cdot A_e = 1{,}354462 \cdot 10^3 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}, \tag{14.106}$$

а скорость блуждания его поля по вогнутой сферической поверхности электронной глобулы будет u_e:

$$u_e = \frac{f_e \cdot \lambda}{2} = 8{,}569548 \cdot 10^{10} \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}. \tag{14.107}$$

Объем пространства в центре электронной глобулы, в координатах которого осуществляется частотное движение электрона составляет ΔV_{ge}:

$$\Delta V_{ge} = \frac{\pi \cdot A_e^3}{6} = 1{,}8683895 \cdot 10^{-44} \text{ м}^3 \tag{14.108}$$

Локальное давление в этом пространстве достигает значения P_e:

$$P_e = \frac{h \cdot f_e}{\Delta V_{ge}} = 1{,}459079 \cdot 10^{28} \text{ Дж} \cdot \text{м}^{-3}, \tag{14.109}$$

которое является предельной концентрацией кинетической энергии среди известных науке явлений. А если бы нам удалось замерить

температуру в этой малой области частотного пребывания электрона — генератора, то мы бы получили результат:

$$T_e = \psi_в \cdot f_e = 8{,}563135 \cdot 10^7 \text{ K} \qquad (14.110)$$

Вот вам и холодная, банальная плазма, изучением которой пренебрегали классические теоретики, считая это бесперспективным занятием.

8. Генерация энергии и света.

Итак, мы твердо установили, что генератор обладает реальной силой для отрыва электрино от атомов кислорода на дистанции $r = \lambda/2$, *а также для диссоциации любых отрицательных ионов*, с высвобождением свободных электронов в плазму. Теперь для подведения баланса полной энергии одного генератора и плазмы в целом необходимо определить продолжительность жизни каждого электрона в качестве генератора τ_e, энергию, выделяемую им в плазму за это время E_e и среднее число электрино, излучаемых каждым атомом кислорода $\Delta n_э$. Для этого сначала необходимо установить соотношение между энергией связи электрино и электрона и их кинетической энергией в плазме.

$$E_n = 4\pi \cdot R_n^2 \cdot \sigma_n \cdot n_э \cdot \sqrt{n_e} = 5{,}4608428 \cdot 10^{-13} \text{ Дж} -$$

— полная энергия связи нейтрона, которую мы уже выводили выше;

$$P = 4\pi \cdot R_n^2 \cdot \sigma_n = 1{,}3037881 \cdot 10^{-21} \text{ Дж} -$$

— энергия связи одного электрино, постоянная Резерфорда;

$$\varepsilon_э\,(n) = n_э \cdot P = 3{,}1528189 \cdot 10^{-13} \text{ Дж} - \qquad (14.111)$$

— энергия связи всех электрино в нейтроне;

$$\varepsilon_e\,(n) = E_n - \varepsilon_э\,(n) \approx 2{,}3080239 \cdot 10^{-13} \text{ Дж} - \qquad (14.112)$$

— энергия связи трех электронов в нейтроне;

$$n_{\hbar}\,(э) = \frac{P}{\hbar \cdot \nu_{ед}} = 3{,}1717642 \cdot 10^{12} = \text{Const} - \qquad (14.113)$$

— число квантов кинетической энергии в энергии связи одного электрино;

$$n_{\hbar}\,(e) = \varepsilon_e\,(n)/\hbar \cdot \nu_{ед} = 1{,}1610476 \cdot 10^{20} = \text{Const} -$$

— число квантов кинетической энергии в энергии связи одного электрона. Из (14.113) не только следует, что излученное электрино способно передать осцилляторам плазмы $n_{\hbar}\,(э)$ квантов кинетической энергии в частотном режиме, но также следует, что оно, до тех пор пока не передаст всю свою энергию, потенциальную, плазме, не может встроиться в луч и стать фотоном. Ведь мы выше видели, что электрино покидает атом кислорода со скоростью $v_u =$

$= 1 \cdot 10^{16}$ м·с$^{-1}$ (14.101) и это без учета потенциальной энергии электрино. А как с такой скоростью электрино может встроиться в луч света, когда шаговая и орбитальная скорость фотонов на нем составляют $3 \cdot 10^8$ и $6 \cdot 10^8$ м·с$^{-1}$? Разумеется никак, до освобождения электрино от своей избыточной энергии, равной P. А передать эту энергию плазме электрино может только став полноправным гиперчастотным осциллятором плазмы на некоторое время $\tau_э$. Излученному раз электрино нет возврата в свой локус и поэтому оно передает плазме всю энергию. У электрона же иная картина. Число квантов h, реально передаваемое электроном плазме, через осцилляторов своей глобулы, зависит от продолжительности его работы τ_e в качестве генератора и от реальной его частоты в i-ой плазме:

$$n_h(e) = f_{ni} \cdot \tau_{ni}. \qquad (14.115)$$

Для определения продолжительности жизни атома кислорода в составе электронной глобулы τ_O мы можем составить систему из двух уравнений, но сначала вспомним результат (14.9), где мы получили значение E_O — энергии, выделяемой одним атомом кислорода. Учтем также (14.57), где на каждую молекулу метана, участвующую в горении, приходится $4O^+$ и $4e$. В нашем опыте общее число атомов кислорода и электронов — генераторов составят n_O и $n_e(v)$:

$$n_O = 4 \cdot N_{CH_4} = 4V_{CH_4} \cdot N_{CH_4} = 2{,}9099218 \cdot 10^{23}, \qquad (14.116)$$

$$n_e(V) = n_O = 2{,}9099218 \cdot 10^{23}, \qquad (14.117)$$

где V_{CH_4} – объем сожженного в опыте метана, N_{CH_4} – объемная плотность. Для числа электрино, излучаемого одним атомом кислорода $n_э(O)$ можно составить систему:

$$\left.\begin{aligned} n_э(O) &= \frac{E_O}{P} = \frac{Q_{O_2}}{2N_{O_2} \cdot P} \\ n_э(O) &= \nu \cdot \tau_O \end{aligned}\right\} \qquad (14.118)$$

где τ_O – полная продолжительность жизни атома кислорода в составе электронных глобул плазмы; ν – частота излучаемого плазмой света, равная частоте колебания атомов кислорода в стенке электронной глобулы. Решая эту систему относительно τ_O получим:

$$\tau_O = \frac{E_O}{\nu \cdot P} = \frac{Q_{O_2}}{2N_{O_2} \cdot \nu \cdot P}, \quad \text{с} \qquad (14.119)$$

Для исследуемой плазмы получим значения:

$$\tau_O = \frac{3{,}7313644 \cdot 10^{-19}}{9{,}0087872 \cdot 10^{-7}} = 4{,}1419164 \cdot 10^{-13} \text{ с}, \qquad (14.120)$$

$$n_э\,(\text{O}) = \nu \cdot \tau_O = 2{,}8619408 \cdot 10^{2} \qquad (14.121)$$

Из этого результата следует, что каждый атом кислорода излучает в плазму 286 электрино и для этого столько же раз входит в состав электронной глобулы.

С целью определения средней продолжительности жизни электрона-генератора в процессе горения τ_e составим систему из двух уравнений, определяющих полное число излученных электрино при горении всего объема газа:

$$\left.\begin{aligned} n_э\,(V) &= n_э\,(\text{O}) \cdot n_O = 4\nu \cdot \tau_O \cdot V_{CH_4} \cdot N_{CH_4} \\ n_э\,(V) &= n_э\,(e) \cdot n_e\,(V) = 4 f_e \cdot \tau_e \cdot V_{CH_4} \cdot N_{CH_4} \end{aligned}\right\} \qquad (14.122)$$

где $n_э\,(V)$ — полное число электрино, излученное всеми атомами кислорода в процессе горения всего объема газа. Из этой системы имеем в общем виде:

$$\tau_{ei} = \frac{\nu_i \cdot \tau_{Oi}}{f_{ei}} = \frac{n_э\,(\text{O})_i}{f_{ei}}, \text{ с}. \qquad (14.123)$$

В исследуемой плазме $\tau_e = 6{,}9563817 \cdot 10^{-16}$ с. Прямой энергетический вклад каждого электрона-генератора в плазму, как ультрагиперчастотного осциллятора составит, ε_e:

$$\varepsilon_e = f_e \cdot h \cdot \tau_e \cdot \nu_{eд} = 1{,}8963986 \cdot 10^{-31} \text{ Дж}. \qquad (14.124)$$

А полная частотная энергия всех электронов-генераторов, передаваемая плазме составит E_e:

$$E_e = \varepsilon_e \cdot n_e\,(V) = 5{,}5183716 \cdot 10^{-8} \text{ Дж}. \qquad (14.125)$$

Как видим, эта энергия пренебрежимо мала по сравнению с энергией, вырабатываемой электронами в качестве генераторов, поэтому она, без ущерба для дела, может быть исключена из дальнейшего анализа.

Какова дальнейшая судьба электрино, излученного атомом кислорода в пространство электронной глобулы? Оно покидает атом-излучатель со скоростью $V_и = 1{,}0636 \cdot 10^{16}$ м·с$^{-1}$. Это пробное электрино может встроиться в одни из n_{gO} элементарных лучей, исходящих от генератора по всем направлениям физического пространства, лишь при достижении скорости $u_э = 2\sqrt{\mu \cdot \nu} = 5{,}75705 \cdot 10^{8}$ м·с$^{-1}$. Его средняя скорость, с момента

излучения атомом, до момента обращения в фотон и выхода из пространства электронной глобулы, составит $v_э$:

$$v_э = \sqrt{u_э \cdot v_u} = 2{,}4745125 \cdot 10^{12} \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}. \qquad (14.126)$$

Тщательный анализ показал, что испущенное электрино не покидает сразу пространства генератора, а становится ультрагиперчастотным осциллятором в его координатах. Оно совершает возвратно-поступательное движение между атомами кислорода, образующими стенку генератора. При каждом свом взаимодействии со стенкой электрино передает ей квант электродинамической энергии $\hbar \cdot \nu_{сд} = э \cdot \varphi$. В то время как электрон занимает малую область ΔV_{ge} в центре глобулы, электрино-осциллятор мечется по всему пространству электронной глобулы. При этом, поскольку электрон беспрерывно взаимодействует с n_{gO} атомами кислорода, заряд которых $\Delta z = 4 \cdot 10^{-22}$ Кл во много раз превышает заряд электрино э = $1{,}98 \cdot 10^{-27}$ Кл, то частотное движение электрино в пространстве электронной глобулы почти не зависит от электрона, которое происходит с амплитудой равной диаметру глобулы d_{ge} или то же самое — шагу излучаемого света λ. Поэтому без труда определяется частота электрино-осциллятора $f_э$:

$$f_э = \frac{v_э}{2d_{ge}} = \frac{v_э}{2\lambda} = \frac{24{,}745125 \cdot 10^{11}}{8{,}831\,8354 \cdot 10^{-7} \text{ м}} = 2{,}969\,9487 \cdot 10^{18} \text{ с}^{-1} \qquad (14.127)$$

Средняя продолжительность жизни электрино в качестве осциллятора $\tau_э$ определяется его потенциальной энергией $\mathcal{P}$ или запасом числа элементарных квантов энергии $n_\hbar$ (э):

$$\tau_{эl} = \frac{n_\hbar (э)}{f_{el}} = \frac{2\lambda_1 \mathcal{P}}{\hbar \cdot \nu_{сд} \cdot v_э} = 1{,}067\,9525 \cdot 10^{-6} \text{ с} \qquad (14.128)$$

В результате гиперчастотного взаимодействия электрино с осцилляторами стенки генератора его потенциальная энергия $\mathcal{P}$ обращается в кинетическую энергию этих осцилляторов с полным соблюдением баланса:

$$E_э = f_ж \cdot \tau_э \cdot эφ = 1{,}303\,788 \cdot 10^{-21} \text{ Дж} = \mathcal{P}, \qquad (14.129)$$

где φ — постоянная Чодвига. Поскольку в объеме электронной глобулы в гиперчастотном колебании работает не единственное пробное электрино, то в целом их энергия, передаваясь атомам кислорода стенки, поднимает их частоту от среднего значения $f_2 = 3{,}026 \cdot 10^{13} \text{ с}^{-1}$, до $\nu = 6{,}91 \cdot 10^{14} \text{ с}^{-1}$. В свою очередь, атомы стенки интенсивно взаимодействуют с рядовыми осцилляторами плазмы (N_2, C^+, H^+, CO_2, Ar и т. д.), заполняющими пространство между электронными глобулами, и передают им полученное от электрино

приращение частоты $\Delta f = (\nu - f_2)$. А рядовые осцилляторы передают эту избыточную частоту рабочему телу данной термодинамической системы (например, котлу).

Такова технологическая цепочка обращения энергии связи электрино в кинетическую энергию осцилляторов плазмы и рабочего тела системы. Остается только сравнить энергию, уносимую из плазмы излучением, с частотной энергией осцилляторов плазмы. Полное число фотонов, излученных плазмой при сжигании всего объема метана, как мы уже установили (14.122), составляет $n_э(V)$:

$$n_э(V) = n_э(\mathrm{O}) \cdot n_0 = 8{,}328\,0239 \cdot 10^{25}, \qquad (14.130)$$

а полная энергия излученных фотонов плазмой составит E_ν:

$$E_\nu = n_э(V) \cdot \hbar \cdot \nu_{сд} = 3{,}423\,3246 \cdot 10^{-8}\ \text{Дж}, \qquad (14.131)$$

что составляет от всей выделившейся энергии $E = 1{,}0858 \cdot 10^5$ Дж, лишь $3{,}15 \cdot 10^{-13}$ часть, т. е. пренебрежимо малую долю. С другой стороны, энергия связи, заключенная в n_0 атомах кислорода, принявших участие в горении и обеспечивающих энергию E, составляет величину $E(\mathrm{O}_2)$:

$$E(\mathrm{O}_2) = n_0 \cdot A_0 \cdot E_n = 2{,}5425 \cdot 10^{12}\ \text{Дж}, \qquad (14.132)$$

где $A_0 = 16$ — атомное число кислорода; $E_n = 5{,}46 \cdot 10^{-13}$ Дж — полная энергия связи одного нуклона. Реально выделившаяся в эксперименте энергия E составляет от $E(\mathrm{O}_2)$ всего $4{,}27 \cdot 10^{-6}$ %. Т. е. процесс горения — это фазовый переход высшего рода, происходящий лишь частично, а плазма горения — это термодинамическая система, в которой осуществляется перевод части энергии связи атомов кислорода в кинетическую энергию осцилляторов плазмы.

К моменту истечения времени $\tau_э$ каждое электрино-осциллятор освобождается от своей избыточной энергии и готов встроиться в один из лучей света, испускаемых генератором. При достижении скорости $u_э = 2\sqrt{\mu \cdot \nu}$ электрино из частотного движения переходит в орбитальное по круговой траектории, параллельной сферически вогнутой стенке генератора. Пусть плоскость траектории пробного электрино совпадает с плоскостью рисунка (рис. 20). Тогда траектория электрино будет параллельно дуге OA, а направление движения — по часовой стрелке. Но ведь стенка глобулы образована атомами кислорода O^+ и поэтому между положительным электрино и атомами стенки формируется сила взаимного отталкивания F_1, стремящаяся изменить направление электрино к центру глобулы, т. е. к электрону-генератору. При этом продолжение движения электрино по круговой траектории, близкой к дуге OA, но меньшего

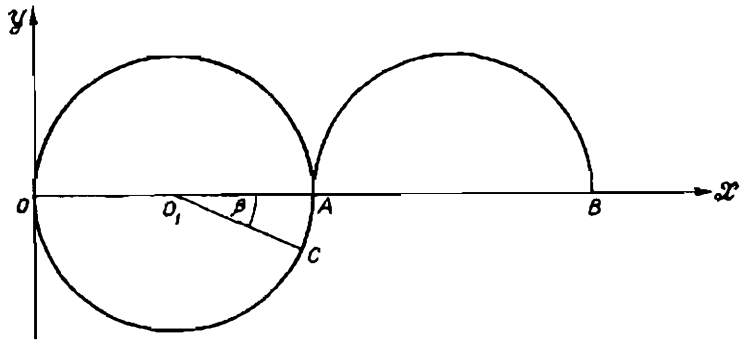


Рис. 20. К формированию луча света в генераторе с центром в точке O_1. AB — первый шаг фотона после выхода из генератора вдоль оси луча, совмещенного с осью OX. $OA = d_{ge} = \lambda$.

радиуса на величину $\Delta r_э$, возможно только при наличии противодействующей силы F_2. И такая сила есть. Она возникает как следствие взаимодействия электрино с суммарным положительным зарядом z_g всех электрино, работающих в пространстве электронной глобулы в качестве осцилляторов. Число их $n_э(g)$ определяется без особого труда:

$$n_э(g) = f_c \cdot \tau_э = 4{,}393\,6876 \cdot 10^{11}, \tag{14.133}$$

$$z_g = n_э(g) \cdot э = 8{,}733\,1759 \cdot 10^{-16}\ \text{Кл}. \tag{14.134}$$

Противосилы F_1 и F_2, равные по модулю составят:

$$\left.\begin{aligned} F_1 &= \frac{\beta \cdot z_0 \cdot э}{\Delta r_э} \\ F_2 &= \frac{2\beta \cdot z_g \cdot э}{\lambda} \end{aligned}\right\}. \tag{14.135}$$

Решая эту систему относительно неизвестной $\Delta r_э$ получим:

$$\Delta r_э = \frac{z_0 \cdot \lambda}{2 \cdot z_g} = \frac{6{,}5832168 \cdot 10^{-26}}{1{,}7466351 \cdot 10^{-15}} = 3{,}769\,0853 \cdot 10^{-11}\ \text{м}, \tag{14.136}$$

где $\Delta r_э$ — среднее удаление орбиты электрино от дуги OA (рис. 20), или расстояние между круговой траекторией электрино и стенкой глобулы. Численное значение этой величины настолько мало, что за радиус траектории электрино $r_э = (\lambda/2 - \Delta r_э)$ можно смело принять $r_э = \lambda/2$. В этом случае, без существенной ошибки, за траекторию электрино, начавшего движение в точке O, можно принять дугу $OA = \pi\lambda/2$. Электрино в таком орбитальном движении

уже есть потенциальный фотон, способный встроиться в одни из n_z осевых полей электронной глобулы и покинуть ее пространство. Так например, при приближении пробного электрино к точке O, на расстояние $l = \lambda \cdot \operatorname{tg} \beta/2$, когда в точке O над атомом кислорода зависает очередное электрино с одновременным импульсом поля (−э) в направлении точки A, то пробное электрино вступает во взаимодействие с осью этого луча и движется по дуге OA. Через период времени τ_1 электрино достигает точку A и в этот миг происходит излучение висячего электрино над точкой O. Осевое поле OA выключается на период $\tau_2 = 1{,}6475 \cdot 10^{-16}$ с. За это время пробное электрино, продолжая движение по дуге AC, проходит расстояние $l = u_э \cdot \tau_2 = 9{,}532\,8167 \cdot 10^{-8}$ м. По истечении τ_2 над точкой O вновь зависает очередное электрино и включается осевое поле OA. Пробное электрино вновь вступает во взаимодействие с ним, развивается сила ротации F_{rot} (13.30), которая возвращает его в точку A. В точке A, при вхождении в осевое поле луча OA, пробное электрино вступает во взаимодействие с висячим над точкой O электрино и получает от него тангенциальную силу F_{t0} (13.42), вектор которой совпадает с осью луча AO. Поскольку все остальные силы, действующие на пробное электрино в этой точке являются уравновешенными, то F_{t0} становится достаточной для изменения траектории электрино и направления его по дуге AB, которая становится первым шагом фотона, начинающего свое движение в составе элементарного луча от точки A на поверхности электронной глобулы.

Мы рассмотрели тот случай, когда фотон свой полный первый шаг, вдоль оси луча, совершает внутри генератора. Статистически более вероятно иное начало формирования луча света, когда фотон внутри генератора совершает неполный шаг. Так, в момент зависания электрино над точкой O (рис. 20), совпадающий с началом импульса (−э) по оси OX, в фазе импульса этого поля окажется любое электрино, со скоростью $u_э$ и находящееся на удалении $l = \lambda \cdot \operatorname{tg} \beta/2$ от точки A, независимо от направления орбитального движения вдоль стенки генератора. И поскольку все направления орбитальных электрино генератора, проходящих через точку A, или в радиусе l от нее, равновероятны, то ориентация плоскостей орбит фотонов, встраивающихся в луч света в этой точке, также равновероятны по всем направлениям от оси луча OX. Поэтому говорить о регулярных парах фотонов в луче (верхний — нижний, левый — правый и т. д.) не имеет смысла, как мы допускали выше, в § 13.

Мы можем констатировать, что несмотря на крайне короткую жизнь i-го электрона в качестве ультрагиперчастотного организатора фазового перехода высшего рода, генератор сохраняет высокую стабильность в плазме. Стационарность обуславливается тем, что

место вышедшего из игры электрона в тот же миг занимает новый, высвобожденный в результате диссоциации прибывающих в зону горения молекул метана и кислорода. Не вдаваясь в тонкости механизма смены электронов, мы определим продолжительность жизни генератора, как организованной энергетической ячейки, его мощность и объемную плотность в плазме.

$$V_{\text{п}} = V_P \cdot \frac{T_2}{T_1} = 15{,}977631 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3 \text{ — полный объем} \qquad (14.137)$$

плазмы в реальных условиях опыта при сжигании $V = 2{,}7 \cdot 10^{-3}$ м^3 метана. Зная продолжительность жизни среднего электрона в качестве генератора τ_e и продолжительность пребывания каждого осциллятора в зоне горения $\Delta\tau = l/v_{\text{п}} = 1{,}694\,798 \cdot 10^{-2}$ с, где l — протяженность языка пламени, $v_{\text{п}}$ — средняя скорость истечения плазмы из зоны горения, можем определить полное число генераторов, обеспечивающих это горение с выделением энергии $E = 10{,}857\,977 \cdot 10^4$ Дж:

$$n_e(\tau) = \frac{n_e(V)}{\tau} = 2{,}909\,9218 \cdot 10^{21} \text{ с}^{-1} \qquad (14.138)$$

— секундный расход электронов исследуемой плазмой;

$$n_e(g) = \frac{\Delta\tau}{\tau_e} = \frac{16{,}94798 \cdot 10^{-3}}{6{,}956\,3817 \cdot 10^{-16}} = 2{,}436\,3211 \cdot 10^{13} \qquad (14.139)$$

— число электронов, проходящее через каждую электронную глобулу в процессе горения всего метана;

$$n_g(V) = \frac{n_e(V)}{n_e(g)} = \frac{2{,}909\,9218 \cdot 10^{23}}{2{,}436\,3211 \cdot 10^{13}} 1{,}1943917 \cdot 10^{10} \qquad (14.140)$$

— полное число электронных глобул, работавших в процессе горения;

$$N_g = \frac{n_g(V)}{V_{\text{п}}} = \frac{11{,}943\,917 \cdot 10^9}{1{,}597\,7631 \cdot 10^{-1}} = 7{,}475\,3992 \cdot 10^{10} \text{ м}^{-3} \qquad (14.141)$$

— объемная плотность генераторов в исследуемой плазме;

$$l_g = \sqrt[3]{1/N_g} = 2{,}373\,861 \cdot 10^{-4} \qquad (14.142)$$

— среднее расстояние между генераторами в плазме;

$$W_{\text{п}} = \frac{E}{\tau} = \frac{a_{O_2} \cdot V_{O_2}}{\tau} = 1{,}085\,7977 \cdot 10^3 \text{ Вт} \qquad (14.143)$$

— мощность плазмы;

$$W_g = \frac{E}{n_g(V)\cdot\tau} = 9{,}090\,8007\cdot10^{-8}\ \text{Вт} \qquad (14.144)$$

— мощность одного генератора плазмы;

$$W_g = \frac{f_e\cdot\mathcal{P}\cdot\Delta\tau}{\tau\cdot\tau_{ед}} = 9{,}090\,8007\cdot10^{-8}\ \text{Вт} \qquad (14.145)$$

— второе выражение для мощности генератора;

$$\nu_g = \frac{n_e(V)}{n_g(V)\cdot\tau} = \frac{n_e(g)}{\tau} = 2{,}436\,3211\cdot10^{11}\ \text{с}^{-1} \qquad (14.146)$$

— частота смены электронов в среднем генераторе;

$$n_e(f) = \frac{1/\nu_g}{\tau_e} = \frac{1}{\nu_g\cdot\tau_e} = 5{,}900\,4086\cdot10^{3} \qquad (14.147)$$

— число повторных возвращений среднего электрона на роль генератора, равное числу выходов из этой роли;

$$n_э(g) = f_e\cdot\Delta\tau = 6{,}972\,6069\cdot10^{15} \qquad (14.148)$$

— число электрино, высвобожденное каждым генератором в процессе горения, равное числу излученных им фотонов;

$$n_э(V) = n_э(g)\cdot n_g(V) = 8{,}328\,0238\cdot10^{25} \qquad (14.149)$$

— полное число электрино, высвобожденных всеми генераторами в процессе горения. Данные результаты не нуждаются в комментариях, ибо очень красноречиво свидетельствуют о том, что плазма горения — это сложнейшая и тончайшая электродинамическая система, лежащая в основе очень многих энергетических процессов в промышленности, технике, транспорте и т. д.

9. Дефект массы и заряда атома кислорода.

Понятие «дефект масс» относится к терминологии классической физики. Однако, в рамках единой теории его содержание несет принципиально новый смысл. Это станет ясным после анализа структуры атома кислорода в молекулах CO_2 и H_2O, образованных в результате горения метана.

Итак, каждый атом кислорода излучил в плазму, а затем в пространство, $n_э(O) = 286{,}19408$ электрино. Рассчитаем какие структурные изменения претерпел атом кислорода, вошедший в плазму в составе O_2, а вышедший из нее в составе молекул H_2O и CO_2.

$$\Delta m = n_э(O)\cdot m_э = 1{,}962\,0771\cdot10^{-33}\ \text{кг} \qquad (14.150)$$

— дефект массы атома кислорода;

$$\Delta z = n_э(O)\cdot э = 5{,}689\,5775\cdot10^{-25}\ \text{Кл} \qquad (14.151)$$

— дефект положительного заряда атома кислорода;

$$m' = m - \Delta m = A \cdot m_n - n_э\,(\mathrm{O}) \cdot m_э = 2{,}656\,814\,6038 \cdot 10^{-26}\ \text{кг} \qquad (14.152)$$

— масса атома кислорода после участия в горении;

$$z_0' = (z_0 - \Delta z) = 1{,}601\,987\,5654 \cdot 10^{-19}\ \text{Кл} \qquad (14.153)$$

— избыточный заряд атома кислорода после участия в горении;

$$C\,(\Delta m) = \frac{n_э\,(\mathrm{O}) \cdot \mathcal{P}}{\Delta m} = \frac{3{,}731\,3643 \cdot 10^{-19}}{\Delta m} =$$

$$= 1{,}901\,7419 \cdot 10^{14}\ \text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \qquad (154.154)$$

— удельная энергия электрино, участвовавших в процессе горения метана.

Этот результат неотразимо свидетельствует о том, что в основе горения лежит фазовый переход высшего рода.

$$n\,(\mathrm{O}) = \frac{z_0}{\Delta z} = 2{,}816\,1578 \cdot 10^5 \qquad (14.155)$$

— потенциальное число участий среднего атома кислорода в горении;

$$\Delta m' = n\,(\mathrm{O}) \cdot \Delta m = 5{,}525\,5187 \cdot 10^{-28}\ \text{кг} \qquad (14.156)$$

— полный дефект массы атома кислорода после $n\,(\mathrm{O})$ раз участия в горении при среднем излучении $n_э\,(\mathrm{O})$ электрино;

$$m'' = A \cdot m_n - \Delta m' = 2{,}601\,5571 \cdot 10^{-26}\ \text{кг} \qquad (14.157)$$

— потенциальная масса атома кислорода после полного выгорания избыточных электрино в результате повторных участий в горении $n\,(\mathrm{O})$ раз;

$$z_0'' = [(z_0 - n\,(\mathrm{O}) \cdot \Delta z)] = 0 \qquad (14.158)$$

— избыточный заряд атома кислорода после $n\,(\mathrm{O})$ раз участия в процессе горения. Кислород обратится в инертный газ. $A = 15{,}9994$ а. е.— атомная масса кислорода.

Эти несложные, но в высшей степени корректные, расчеты показывают нам, что уже после разового участия кислорода в процессе горения его атомы претерпевают существенные изменения по массе и заряду. Поскольку кислород чрезвычайно активен, а точнее — самый активный компонент круговорота веществ на нашей планете, то возникает резонный вопрос о перспективной трансформации его и перспективной роли в биосфере Земли. Из (14.155) следует, что запаса избыточного заряда атома кислорода хватит ему для повторных участий в горении $2{,}8 \cdot 10^5$ раз. После такого числа участий в горении атом кислорода станет электронейтральным, как атомы инертных

газов. Но совершенно очевидно, чтобы *i*-ый атом кислорода мог столько раз участвовать в горении он столько же раз должен восстанавливаться из продуктов горения CO_2 и H_2O. Однако, в биохимической и физиологической литературе отсутствуют данные, указывающие на восстановление O_2 из молекулы H_2O. Лишь в процессе фотосинтеза имеет место восстановление O_2 из CO_2, но при этом мы пока совершенно ничего не знаем о физической сути этого явления и, стало быть, мы не знаем какие изменения при этом претерпевает атом кислорода. Поэтому тут я только ставлю проблему кислорода в биосфере Земли, а ее решение — дело будущего.

Другой, чрезвычайно важной проблемой, которую также необходимо поставить в связи с установлением природы энерговыделения при горении, является механизм энерговыделения при ферментативном окислении продуктов питания в тканях организмов. Нет никакого сомнения в том, что основа энерговыделения и в этом случае та же, что и при горении горючих веществ — частичный фазовый переход высшего рода. А вот механизм осуществления этого перехода субклеточными структурами есть важнейшая основа жизни, которая в рамках единой теории, наконец может и должна получить объективное освещение.

ГЛАВА II.

ОСНОВЫ СТРОЕНИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА

§ 15. Золото как типичная кристаллическая структура.

1. Зарядовая и кристаллическая структура золота. Кажется все понимают отличительные особенности вещества в твердом состоянии от газообразного. И тем не менее полезно их уточнить, прежде чем углубиться в существо рассматриваемых в этом параграфе вопросов. Во-первых, структурный элемент твердого тела, или осциллятор твердого тела, занимает фиксированное положение в объеме тела. Во-вторых, он лишен вращения, либо его пространственная ориентация в системе осцилляторов также фиксирована. Оба этих свойства обусловлены системой сил электростатического взаимодействия осцилляторов между собой. Как следствие этой системы сил формируется дальний порядок пространственного распределения осцилляторов с характерными для каждого вещества параметрами элементарной кристаллической ячейки. В-третьих, в отличие от газообразного состояния, между осцилляторами твердого тела отсутствует электродинамическое взаимодействие с участием электрино-посредника, т. е. частотное взаимодействие осцилляторов твердых тел между собой происходит без участия постоянной Планка, без участия момента импульса электрино. С учетом этих особенностей строение твердого тела полностью описывается законами гиперчастотной механики, разработанной на газах.

Для анализа явлений в твердых телах золото взято не случайно, а продиктовано наличием в моем распоряжении электронной микрофотографии этого металла с увеличением в $n = 3{,}6 \cdot 10^7$ раз! Фотография выполнена Хацуширо Хасимото и его группой, из университета в Осаке, на пленке золота, нанесенной на кристалл каменной соли. По своему научному значению эта фотография превосходит все достижения рентгеноструктурного анализа за всю свою историю существования. Более того, изучение этой фотографии убедительно доказывает, что кристаллографические результаты, полученные рентгеноструктурным анализом более не заслуживают доверия. Единственное заблуждение Х. Хасимото и Дж. Дарриуса, комментирующего эту фотографию в своей книге [20], состоит в том, что за атомы золота ими ошибочно принимаются области частотного пребывания атомов, т. е. глобулы атомов принимаются за сами атомы. Ниже мы убедимся, что диаметр атома золота меньше диаметра его глобулы в 457 раз. Благодаря этой фотографии удалось получить истинные параметры кристаллической структуры золота, которые резко отличаются от принятых в справочной литературе. И если мы хотим знать истинное строение и остальных

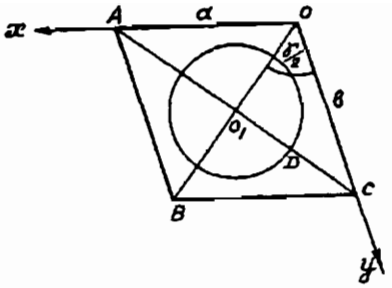


Рис. 21. Ромбическое основание элементарной ячейки золота. $O_1Д$ — радиус проекции глобулы атома на основание ячейки.

объектов класса твердых тел, то это возможно только с помощью метода Х. Хасимото, за который он и его группа заслуживают Нобелевской премии.

Исходные данные для анализа строения золота:

$A = 196{,}9665$ а. е. — атомный вес,

$A_0 = 197$ — атомное число,

$m = A \cdot m_n = 3{,}2707 \cdot 10^{-25}$ кг — масса атома,

$\rho_1 = 1{,}931 \cdot 10^4$ кг·м$^{-3}$ — плотность при $T_1 = 293{,}15$ К;

$C_p = 130$ Дж·кг$^{-1}$·К$^{-1}$ — теплоемкость при T_1;

$P_1 = 7{,}9 \cdot 10^{10}$ Па — модуль Юнга при T_1;

$T_1 = 293{,}15$ К — температура анализируемого состояния;

$T_2 = 1337{,}55$ К — температура плавления;

$a = 2{,}5 \cdot 10^{-10}$ м — ребро элементарной ячейки по оси OX (рис. 21)

$b = 2{,}5 \cdot 10^{-10}$ м — ребро элементарной ячейки по оси OY

$\gamma = 107°$ — угол между ребрами ячейки a и b.

Прежде чем приступить к анализу я должен сделать следующее предварительное замечание. В классической кристаллографии за элементарную ячейку принята трехмерная фигура, вершины которой совмещены с узлами решетки. В простейшем случае — это куб, образованный восемью структурными элементами, размещенными по его вершинам. В рамках единой теории за элементарную ячейку берется только один узел, т. е. одна структурная единица с прилегающим к ней пространством. В такой, истинно элементарной ячейке, атом занимает ее геометрический центр (рис. 22). Этот центр не есть точка, а является сферическим пространством, составляющим около 21% от объема ячейки, в котором пребывает структурный элемент в гиперчастотном режиме. Сферичность этого

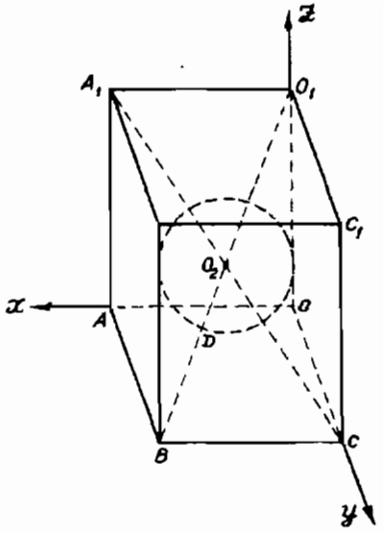


Рис. 22. Элементарная ячейка золота с центром динамического равновесия атома в точке O_2. O_2D — радиус глобулы атома. $OA = a$, $OC = b$, $OO_1 = C$, $\gamma = \angle AOC$, $\alpha = \beta = \angle AOO_1 = \angle COO_1 = 90°$

пространства обусловлена пространственной изотропностью амплитуды колебания атома вокруг динамического центра равновесия, совпадающего с геометрическим центром ячейки. Таким образом, в пространстве элементарной ячейки размещается глобула структурного элемента, радиус которой равен амплитуде его колебания (O_2D на рис. 22). Именно эти глобулы и запечатлены на фотографии Х. Хасимото.

Определим избыточный заряд атома золота, основываясь на знании избыточного заряда атома кислорода и формулы окиси золота. Хотя золото относится к элементам I группы периодической системы валентность его равна трем и он образует устойчивую окись черно-коричневого цвета Au_2O_3. Поскольку избыточный заряд кислорода $Z_O = 1{,}601\ 9932 \cdot 10^{-19}$ Кл, то из формулы окиси следует, что избыточный заряд золота должен быть в 1,5 раза больше и отрицательного знака. Стало быть, его атом должен содержать минимум и один избыточный электрон:

$$\Delta m = m_n (A - AO) = -5{,}562\ 9095 \cdot 10^{-29} \text{ кг} \qquad (15.1)$$

— дефект массы атома золота

$$\Delta m = (K_э \cdot m_э - m_e) \qquad (15.2)$$

$$K_э = \frac{\Delta m + m_e}{m_э} = \frac{-556{,}29095 \cdot 10^{-31} + 9{,}038487 \cdot 10^{-31}}{6{,}8557572 \cdot 10^{-36}} =$$

$$= -7{,}9823782 \cdot 10^{6} \qquad (15.3)$$

— дефицит структурных электрино в атоме Au

$$\Delta q\,(K_э) = K_э \cdot э = (-7{,}9823782 \cdot 10^{6}) \cdot э =$$

$$= -1{,}5866288 \cdot 10^{-20}\ \text{Кл} \qquad (15.4)$$

— избыточный (некомпенсированный) заряд атома, обусловленный только дефицитом $K_э$ электрино;

$$q_{Au} = [e + \Delta q\,(K_э)] = -1{,}760\,852 \cdot 10^{-19}\ \text{Кл} \qquad (15.5)$$

— полный избыточный заряд атома золота;

$$\varphi_{Au} = \alpha \cdot q_{Au} = -18{,}320\,735\text{В}$$

— статический электрический потенциал атома золота.

При таком заряде золота наиболее вероятным соединением с кислородом должно было AuO, однако оно неизвестно. Баланс зарядов в Au_2O_3 таков, что $\Delta Z = 1{,}28427 \cdot 10^{-19}$ Кл, т. е. превалирует избыточный положительный заряд атомов кислорода, а причина устойчивости этого соединения определяется распределением зарядов в координатах атомов кислорода и золота. Этим же фактором определяется пространственная ориентация атомов в кристаллической решетке, наклон и расстояние кристаллографических плоскостей. Не вдаваясь в эти тонкости решим оставшиеся параметры кристаллического строения золота, прежде всего трансляцию вдоль оси *OZ*.

$$V_\rho = m/\rho_1 = 1{,}69382 \cdot 10^{-29}\ \text{м}^3 \qquad (15.7)$$

— объем элементарной ячейки

$$S = \frac{AC \cdot OD}{2} = \frac{2b \cdot \sin\gamma/2 \cdot 2a \cdot \cos\gamma/2}{2} =$$

$$= 2a^2 \cdot \sin(\gamma/2) \cdot \cos(\gamma/2),\ \text{м}^2 \qquad (15.8)$$

— площадь основания ячейки OABC (рис. 21);

$$V_\rho = S \cdot c = 2a^2 \cdot c \cdot \sin(\gamma/2) \cdot \cos(\gamma/2) \qquad (15.9)$$

— объем элементарной ячейки, геометрическое решение.

Приравнивая правые части (15.7) и (15.9) и решая уравнение относительно трансляции c_i получим в общем виде для гексагональной сингонии, которой принадлежит и золото, хотя все справочники относят его к кубической:

$$c_i = \frac{m_a \cdot A_i}{2a_i^2 \cdot \sin(\gamma/2) \cdot \cos(\gamma/2) \cdot \rho_i},\ \text{м}. \qquad (15.10)$$

Для ячейки золота расчет дает:

$$c_{Au} = \frac{3{,}2707666 \cdot 10^{-25}}{1{,}1541158 \cdot 10^{-15}} = 2{,}8338984 \cdot 10^{-10}\ \text{м} = 113{,}356\%\ a. \qquad (15.11)$$

Теперь мы располагаем всеми параметрами кристаллического строения золота, три из которых очевидны из фотографии Х. Хасимото — это a, b и γ. Полученные результаты, отвечающие истинному строению золота, сравним с утвердившимися представлениями на основе рентгено-структурного анализа. Так, принято: кристалл золота относится к высшей категории и лишен единичных направлений, входит в кубическую сингонию и представлен гранецентрированным кубом, у которого $a = b = c = 4{,}704 \cdot 10^{-10}$ м, $\alpha = \beta = \gamma = 90°$ [21]. Истинные параметры: относится к средней категории и обладает одним единичным направлением, входит в гексагональную сингонию, $a = b = 2{,}5 \cdot 10^{-10}$ м; $c = 2{,}8338984 \cdot 10^{-10}$ м; $\alpha = \beta = 90°$; $\gamma = 107°$. При этом в кристаллографии принято, что если кристалл относится к гексагональной сингонии, то непременно $\gamma = 120°$. Фотография Х. Хасимото в плоскости XY опровергает и эту догму, утверждая одновременно, что значение угла γ в реальных кристаллах варьирует в некотором диапазоне, предположительно 100°—130°. К традиционным параметрам кристалла добавляются новые, выявленные гиперчастотной механикой.

По золоту они следующие (при $T_1 = 293{,}15$ К):

$$r_x = 5{,}925\,9258 \cdot 10^{-11} \text{ м} \tag{15.12}$$

— ширина межглобулярного канала вдоль оси X,

$$r_y = 6{,}145\,8333 \cdot 10^{-11} \text{ м} \tag{15.13}$$

— ширина межглобулярного канала вдоль оси Y,

$$d_x = (a - r_x) = 1{,}907\,4075 \cdot 10^{-10} \text{ м} \tag{15.14}$$

— диаметр глобулы по оси X,

$$d_y = (b - r_y) = 1{,}885\,4167 \cdot 10^{-10} \text{ м} \tag{15.15}$$

— диаметр глобулы по оси Y,

$$d_{gl} = (d_x + d_y)/2 = 1{,}896\,4121 \cdot 10^{-10} \text{ м} \tag{15.16}$$

— средний диаметр глобулы,

$$r_1 = (r_x + r_y)/2 = 6{,}0358795 \cdot 10^{-11} \text{ м} \tag{15.17}$$

— средняя ширина межглобулярного канала.

Все эти данные (15.12—15.16) получены измерениями по фотографии Х. Хасимото. К ним недостают сведения вдоль оси Z, для получения которых необходима аналогичная фотография в плоскости XZ или YZ. Обнаруженные различия этих параметров вдоль осей X и Y свидетельствуют об анизатропии физических свойств золота по двум направлениям (с учетом того, что $c \neq a = b$). Можно качественно и количественно обосновать такое строение кристалла золота на основе зарядовой структуры атомов, но эта задача пока не входит в нашу программу.

2. Теплоемкость золота и его гиперчастотные параметры.

Как известно существует хорошо разработанная методика экспериментального определения удельной теплоемкости веществ, при постоянном давлении в системе, C_{pi}. Совершенно очевидно, что при получении приращения энергии телом возрастает кинетическая энергия его структурных элементов, независимо от агрегатного состояния тела. Однако, в классической термодинамике твердого тела совершенно неясен механизм реализации приращенной энергии структурными элементами, т. е. неясна природа теплоемкости. Эту проблему мы и рассмотрим в рамках единой теории.

Пусть мы имеем кусок твердого тела массой $m_{ед} = 1$ кг и начальной температурой $T_0 = 0K$. При нагревании этого тела до температуры T_i мы затратим на процесс энергию E_i:

$$E_i = m_{ед} \cdot C_i \cdot T_i, \text{ Дж}, \tag{15.18}$$

где C_i — удельная теплоемкость данного вещества. Переходя от макрокуска к одному его структурному элементу мы получим кинетическую энергию одной частицы тела ε_i:

$$\varepsilon_i = \frac{E_i}{N_i} = \frac{E_i}{M_{ед}/m_i} = \frac{E_i \cdot m_i}{m_{ед}} = \frac{E_i \cdot A_i \cdot m_n}{m_{ед}} = m_i \cdot C_i \cdot T_i, \tag{15.19}$$

где m_i — масса структурного элемента, A_i — его атомный или молекулярный вес. Но мы уже знаем и другие соотношения для кинетической энергии осциллятора, из которых для твердого тела подходит

$$E_i = k_i \cdot T_i, \tag{15.20}$$

где k_i — постоянная Больцмана для осцилляторов i-го вещества. Приравнивая правые части (15.19) и (15.20), получим:

$$k_i = C_i \cdot m_i, \text{ Дж} \cdot \text{K}^{-1}, \tag{15.21}$$

$$C_i = k_i / m_i, \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \tag{15.22}$$

$$k_{Au} = C_{Au} \cdot m_{Au} = 4{,}2519965 \cdot 10^{-23} \text{ Дж} \cdot \text{K}^{-1} = \text{Const} \tag{15.23}$$

Размерность удельной теплоемкости в (15.22) непривычна и оттого соотношение кажется некорректным, но это только кажется:

$$\dim C = \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{K}} = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}^3 \cdot \text{с}^{-2}}{\text{кг} \cdot \text{K}} = \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2 \cdot \text{K}} \tag{15.24}$$

Имеется и специфическое уравнение для энергии осциллятора твердого тела, следующее из основного уравнения гиперчастотной механики газов. Это соотношение учитывает фиксированное

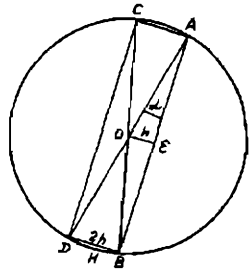


Рис. 22а. Шаг атома за один период нулевого колебания. $S_1 = OABO$ — путь атома за один период возвратно-поступательного колебания, с началом в центре глобулы O. $OE = h$ — внутренний шаг атома. $S_2 = ABOC$ — путь атома за один период с началом в точке A. $H = BD = AC = 2h$ — шаг атома по периметру глобулы. $\angle OAE = \alpha$ — угловой шаг атома. $OA = OB = OC = OD = A$ — амплитуда нулевого колебания атома.

пространственное положение осциллятора твердого тела, в котором отсутствует множитель $a = \sqrt{4\pi/3}$:

$$\varepsilon_i = m_i v_i u_i, \text{ Дж.} \tag{15.25}$$

где v_i — линейная скорость осциллятора в пространстве глобулы; u_i — скорость блуждания осциллятора вдоль внешней границы глобулы. Из этого соотношения с очевидностью следует, что приращенная телом энергия расходуется на приращение скорости двух составляющих частотного движения осцилляторов, v_i и u_i. Приравнивая правые части (15.19) и (15.25), получим:

$$v_i u_i = c_i T_i = \frac{k_i T_i}{m_i} \tag{15.26}$$

$$c_i = v_i u_i / T_i \tag{15.27}$$

Именно в этом соотношении выражена истинная физическая суть теплоемкости твердых тел на уровне осцилляторов. Это замечательное уравнение содержит два неизвестных, но оба они решаются блестяще. Обратимся к рис. 22*а*, где изображена проекция глобулы на двумерную плоскость. Точка O — геометрический центр глобулы и центр динамического равновесия осциллятора. Осциллятор, начав движение в точке O, проходит за один период путь $S_1 = OABO$, а за второй период $S_2 = OCDO$. При этом $OA = OB = OC = OD = d_g/2 = A$, где A — амплитуда колебания осциллятора; $OE = h$ — шаг осциллятора за период в пространстве глобулы; $BD = AC = H$ — шаг осциллятора по периметру глобулы; $\angle OAE = \alpha$ — угловой шаг осциллятора. Из треугольников OAE и DAB легко выводятся значения шагов осциллятора и путь, проходимый им за один период:

$$h_i = A_i \cdot \sin \alpha = d_{gi} \cdot \sin(\alpha/2), \text{ м}, \tag{15.28}$$

$$H_i = d_{gi} \cdot \sin \alpha, \text{ м}, \tag{15.29}$$

$$S_i = OA + OB + AE + EB = d_{gi}(1 + \cos \alpha), \text{ м} \tag{15.30}$$

А теперь вспомним, что твердые тела на Земле охлаждаются или нагреваются находясь в составе фоновой термодинамической системы, которой является атмосферный воздух. И если твердое тело находится в равновесии с фоновой системой, обладающей частотой осцилляторов f_i, то и осциллятора твердого тела, системы второго порядка, также обладают частотой $f_i = \psi_в \cdot T_i$, где $\psi_в$ — частотная постоянная воздуха. Поэтому частота колебания осцилляторов твердого тела — величина известная. Но частота и линейная скорость осциллятора связаны основным уравнением гиперчастотной механики, $v_i = 2Af_i$. Для осцилляторов твердого тела это соотношение имеет вид:

$$v_i = f_i \cdot s_i = \psi_в \cdot T_i \cdot d_{gi} (1 + \cos \alpha) \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \tag{15.31}$$

$$u_i = f_i \cdot H_i = \psi_в \cdot T_i \cdot d_{gi} \cdot \sin \alpha, \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \tag{15.32}$$

Введя полученные значения v_i и u_i в (15.25) получим развернутое уравнение энергии осциллятора твердого тела:

$$\varepsilon_i = m_i v_i u_i = m_i \cdot d_{gi}^2 \cdot \psi_в^2 \cdot T_i^2 \cdot \sin \alpha \cdot (1 + \cos \alpha) = \tag{15.33}$$

$$= m_i \cdot d_{gi}^2 \cdot f_i^2 \cdot \sin \alpha \, (1 + \cos \alpha), \text{ Дж}$$

Уравнение можно свести к одному неизвестному, приняв коэффициент $(1 + \cos \alpha)$ равным 2, ибо $\cos \alpha = 0{,}9999$, в чем мы убедимся ниже:

$$\varepsilon_i = 2m_i \cdot d_{gi}^2 \cdot T_i^2 \cdot \psi_в^2 \cdot \sin \alpha, \tag{15.34}$$

$$\sin \alpha = \frac{\varepsilon_i}{2m_i \cdot d_{gi}^2 \cdot f_i^2} = \frac{m_i C_i T_i}{2m_i \cdot d_{gi}^2 \cdot \psi_в^2 \cdot T_i^2} = \frac{C_i}{2d_{gi}^2 \cdot \psi_в^2 \cdot T_i} \tag{15.35}$$

Для атома золота имеем (при $T_1 = 293{,}15$ К):

$$\left.\begin{array}{c} \sin \alpha = \dfrac{130}{9{,}1534739 \cdot 10^3} = 1{,}4202258 \cdot 10^{-2}, \\ \alpha = 0°49' \\ \cos \alpha = 0{,}9999 \end{array}\right\} \tag{15.36}$$

$$f_1 = \psi_в \cdot T_1 = 6{,}1078761 \cdot 10^{12} \text{ с}^{-1},$$

$$v_1 = 2d_g \cdot f_1 = 2{,}3166099 \cdot 10^3 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1},$$

$$u_1 = d_g \cdot f_1 \cdot \sin \alpha = v_1 \cdot \sin (\alpha/2) = 16{,}450545 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1},$$

$$h_1 = d_g \cdot \sin (\alpha/2) = 1{,}346\,6666 \cdot 10^{-12} \text{ м},$$

$$H_1 = 2h = 2{,}693\,3332 \cdot 10^{-12} \text{ м},$$

$V_{gi} = \pi \cdot d_g^3/6 = 3{,}5710566 \cdot 10^{-30}$ м^3 — объем глобулы,

$A_i = d_{gi} = 1{,}8964121 \cdot 10^{-10}$ м — амплитуда колебания,

$\varepsilon_i = mv_iu_i = 1{,}2464726 \cdot 10^{-20}$ Дж кинетическая энергия атома,

$\varepsilon_i = K_{Au} \cdot T_i = 1{,}2464727 \cdot 10^{-20}$ Дж — кинетическая энергия атома,

$\varepsilon_i \neq hf_i = 4{,}0472423 \cdot 10^{-21}$ Дж — постоянная Планка не связана с ε_i твердых тел.

Вот целая система тончайших параметров, характеризующих кристаллическое строение твердого тела, о которых классическая физика даже не догадывалась. Для диаметра глобулы из (15.35) имеем:

$$A_i = d_{gi} = \sqrt{\frac{C_i}{2\varphi_в^3 T_j \sin\alpha}} \tag{15.37}$$

Это соотношение позволяет определить приближенное значение диаметра глобулы i-го кристаллического вещества при допущении, что $\sin\alpha\,(i) \approx \sin\alpha\,(\mathrm{Au})$ и известно значение удельной теплоемкости C_i этого вещества.

3. Электродинамика кристалла и его механическая прочность. Начнем с краткого экскурса в § 8, посвященного зарядовой структуре нейтрона. Каждый нейтрон обладает тремя электронными полями $q_\lambda = -3{,}9271467 \cdot 10^{-21}$ Кл, а его поле имеет постоянную плотность заряда $j_n = \pm 6{,}2248538 \cdot 10^7$ Кл$\cdot$м$^{-2}$. Диаметр электронного луча $d_\lambda = 2{,}0786974 \cdot 10^{-16}$ м. Попадая на положительное поле нейтрона, образованное плотнейшей упаковкой сферических электрино, диаметра $d_э = 1{,}107 \cdot 10^{-16}$ м, электронный луч охватывает площадь поверхности S_λ:

$$S_\lambda = \pi d_\lambda^2/4 = 3{,}3936918 \cdot 10^{-32} \text{ м}^2 \tag{15.38}$$

При этом электронное поле вызывает к взаимодействию положительный заряд Z_λ:

$$Z_\lambda = S_\lambda \cdot j_n = \frac{\pi \cdot d_\lambda^2 \cdot j_n}{4} = 2{,}1125234 \cdot 10^{-24} \text{ Кл} = Const \tag{15.39}$$

Электронные поля пробного осциллятора в твердом теле взаимодействуют с положительными полями окружающих осцилляторов, развивая силу взаимного сближения между ними. В то же время его положительное поле взаимодействует с положительными полями окружающих осцилляторов, развивая силу взаимного отталкивания. Результирующая этих сил и определяет механическую прочность кристаллической структуры. Конкретное и поэтапное решение этих задач начнем с определения числа электронных полей осциллятора,

взаимодействующих с внешними полями, n_λ. Очевидно среди нейтронов, образующих осциллятор, есть определенное число внутренних нейтронов, электронные поля которых не участвуют во взаимодействии с полями окружающих осцилляторов. В общем случае реальная величина n_λ определяется индексом энергообмена осциллятора i:

$$n_{\lambda i} = A_i n_e \cdot i_i. \tag{15.40}$$

Как мы уже знаем, для сферических тел индекс энергообмена имеет вид $i_i = 3/R_i = 6/d_i$. Для i-го осциллятора, состоящего из A_i нейтронов, диаметр осциллятора в первом приближении составит величину d_i' (в нейтронных диаметрах):

$$d_i' = \sqrt[3]{6Ai/\pi}, \tag{15.41}$$

где d_i' выражен числом нейтронов, образующих диаметр атома без учета коэффициента плотнейшей упаковки $k = 1{,}816$. С учетом этого (15.40) примет вид:

$$n_{\lambda i} = \frac{6A_i \cdot n_e}{\sqrt[3]{6A_i/\pi}}, \tag{15.42}$$

а собственный истинный диаметр i-го атома определяется соотношением

$$d_i = d_n \cdot \sqrt[3]{6A_i/k \cdot \pi}\ , \text{ м}, \tag{15.42а}$$

которое для золота дает $d_{Au} = d_n \cdot 5{,}9172137 = 4{,}1486832 \cdot 10^{-13}$ м, при этом соотношение между диаметром глобулы и собственным диаметром у атома составляет $K_1 = d_g/d_{Au} = 457{,}11181$.

Для атома золота, обладающего $197 \cdot 3 = 591$ электронным лучом, число лучей реально взаимодействующих с полями окружения составит

$$n_\lambda\,(\text{Au}) = \frac{3546}{7{,}219204} = 491{,}18988 \tag{15.43}$$

Омечу, что (15.42) справедливо для элементов, атомный вес которых $A_i > 113$, т. е. от индия до урана. Для остальных элементов значение индекса i больше единицы и он не входит в (15.40). Теперь мы имеем все необходимое для проведения полного анализа энергии и напряжения элементарной ячейки золота.

$$Q_\lambda = n_\lambda \cdot q_\lambda = -\,1{,}9289747 \cdot 10^{-18}\ \text{Кл} \tag{15.44}$$

—суммарный заряд электронных полей атома золота;

$$Q_{Au} = Q_\lambda + q_{Au} = -\,2{,}1050599 \cdot 10^{-18}\ \text{Кл} \tag{15.45}$$

—полный заряд отрицательных полей атома золота;

$$E_1 = \alpha \cdot Q_{Au} = -\ 4{,}6268254 \cdot 10^{-22}\ \text{Дж} \qquad (15.46)$$

—электростатическая энергия сближения атома;

$$Z_{Au} = n_\lambda \cdot Z_\lambda = 1{,}0376431 \cdot 10^{-21}\ \text{Кл} \qquad (15.47)$$

—полный заряд положительных полей атома золота;

$$E_2 = \alpha \cdot Z_{Au} \cdot Z_\lambda = n_\lambda \cdot \alpha \cdot Z_\lambda^2 = 2{,}2806923 \cdot 10^{-25}\ \text{Дж} \qquad (15.48)$$

—энергия электростатического отталкивания атома золота;

$$E_3 = k_{Au} \cdot T_1 = m_{Au} \cdot v_1 \cdot u_1 = 1{,}2464727 \cdot 10^{-20}\ \text{Дж} \qquad (15.49)$$

—известная уже нам механическая энергия атома

E_1, E_2 и E_3 — это три составляющие полной энергии осциллятора твердого тела. На их основе уже нетрудно составить уравнение состояния кристаллической структуры, приняв за ее механическую прочность модуль Юнга P_i:

$$P_i = n_i \cdot \left(\frac{E_{1i}}{V_{pi}} + \frac{E_{2i}}{V_{pi}} \right) + \frac{E_{3i}}{S_i \cdot r_i} = \frac{n_i (E_{1i} + E_{2i})}{V_{pi}} + \frac{E_{3i}}{S_i \cdot r_i},\ \text{Па} \qquad (15.50)$$

где n_i — координационное число дальнего порядка, число осцилляторов окружения, взаимодействующих с пробным осциллятором. Величина $S_i \cdot r_i$ в общем случае имеет три составляющих вдоль координатных осей:

$$\left.\begin{aligned} A_s &= bc\, r_x,\ \text{м}^3, \\ B_s &= ac\, r_y,\ \text{м}^3 \\ C_s &= 2ab\, r_z \sin(\gamma/2) \cos(\gamma/2),\ \text{м}^3 \end{aligned}\right\} \qquad (15.51)$$

где r_i — ширина межглобулярного канала решетки; a, b и c — трансляции решетки. С помощью трех величин (15.51) определяется механическое напряжение решетки по трем главным направлениям. Но сейчас мы не будем входить в такие тонкости структуры золота, а воспользуемся средними значениями, т. е. усредненным значением трех трансляций:

$$K_{Au} = \sqrt[3]{abc} = \sqrt[3]{17{,}711865 \cdot 10^{-30}} = 2{,}6066823 \cdot 10^{-10}\ \text{м} \qquad (15.52)$$

$$S_{Au} = K_{Au}^2 = 6{,}7947926 \cdot 10^{-20}\ \text{м}^2 \qquad (15.53)$$

— площадь грани элементарной ячейки.

А в качестве среднего значения ширины канала по всем трем направлениям возьмем среднее из двух (по осям X и Y) значений,

установленных по измерениям на фотографии Х. Хасимото $r = 6{,}0358795 \cdot 10^{-11}$ м (15.17). Теперь из (15.50) определяется единственное неизвестное

$$n_i : n_i = \frac{P_i \cdot V_{\rho_i} \cdot S_i \cdot r_i - E_{3i} \cdot V_{\rho i}}{S_i r_i (E_{1i} + E_{2i})} \tag{15.54}$$

$$n_{Au} =$$

$$= \frac{-7{,}9 \cdot 10^{10} \cdot 1{,}69382 \cdot 10^{-29} \cdot 4{,}1012549 \cdot 10^{-30} - 2{,}11130003 \cdot 10^{-49}}{-1{,}8966436 \cdot 10^{-51}} =$$

$$= 3{,}0048302 \cdot 10^{3} \tag{15.55}$$

Как следует понимать физическую суть n, как при таком регулярном пространственном расположении элементарных ячеек каждому из них удается быть в электродинамическом взаимодействии одновременно с тремя тысячами других? Чтобы понять это явление допустим, что колебание осцилляторов прекратилось и амплитуда стала равной нулю. В такой структуре, например, пробный атом золота мог бы взаимодействовать только с атомами прямого видения, число которых равно координационному числу системы. Поля всех остальных атомов экранировались бы ими. В реальной кристаллической структуре амлитуда колебания осцилляторов составляет 38% периода решетки, что и позволяет каждому из них держать в поле своего зрения n_i осцилляторов окружения в гиперчастотном режиме. По своей физической сути n_i есть координационное число дальнего порядка в кристаллической структуре твердого тела. При раздельном рассмотрении составляющих модуля Юнга применительно к ячейке золота получим:

$$P_1 = \frac{n \cdot E_1}{V_\rho} = \frac{n_{Au} \cdot \alpha \cdot Q_{Au} \cdot Z}{2abc \cdot \sin(\gamma/2) \cdot \cos(\gamma/2)} =$$

$$= \frac{-13{,}9028824 \cdot 10^{-19}}{1{,}69382 \cdot 10^{-29}} = -8{,}2079701 \cdot 10^{10} \text{ Па} \tag{15.56}$$

$$P_2 = \frac{n_{Au} \cdot E_2}{V_\rho} = \frac{n_{Au} \cdot n_\lambda \cdot \alpha \cdot Z^2}{2adc \cdot \sin(\gamma/2) \cdot \cos(\gamma/2)} =$$

$$= \frac{6{,}853093 \cdot 10^{-22}}{1{,}69382 \cdot 10^{-29}} = 4{,}0459393 \cdot 10^{7} \text{ Па;} \tag{15.57}$$

$$P_3 = \frac{k_{Au} \cdot T_1}{S \cdot r} = \frac{12{,}464727 \cdot 10^{-21}}{4{,}1012549 \cdot 10^{-30}} = 3{,}039247 \cdot 10^{9} \text{ Па;} \tag{15.58}$$

$$P_{Au} = P_1 + P_2 + P_3 = -7{,}9 \cdot 10^{10} \text{ Па} \tag{15.59}$$

$$n_p = P_1/(P_2 + P_3) = -26{,}651795, \tag{15.60}$$

где n_p — коэффициент полярных напряжений в элементарной ячейке. Отрицательный знак перед значением модуля Юнга по золоту в (15.59) означает, что прочность кристаллической структуры обусловливается силами взаимного притяжения атомов, превышающими силы взаимного отталкивания.

Таким образом мы получили полную сходимость теоретических результатов с экспериментальным значением прочности структуры золота. Необходимо только подчеркнуть, что энергия электродинамического взаимодействия между осцилляторами не зависит от температуры системы, а объем элементарной ячейки изменяется пропорционально температурному коэффициенту.

4. Гиперчастотные параметры золота в точке плавления и природа плавления. Анализ гиперчастотных параметров твердого тела в точке плавления, равной T_2, удобнее начинать с рассмотрения физической сути плавления. Выше мы уже отметили, что два электродинамических составляющих модуля Юнга мало зависят от температуры системы. Но зато механическая составляющая $P_3 = f(T)$. Если P_1 и P_2 можно назвать консервативными составляющими, то P_3 есть напряжение быстрого реагирования на изменение энергетического состояния фоновой системы. Именно поэтому механическому составляющему напряжения P_3 принадлежит ведущая роль деструкции кристаллической системы, именуемой плавлением. Исходя из этих общих позиций можно вывести уравнение состояния твердого тела в точке плавления:

$$P_{1i}' + P_{2i}' + P_{3i}' = 0 \tag{15.61}$$

из которого следует, что в точке плавления i-го твердого тела модуль Юнга обращается в нуль. Зная температурный коэффициент линейного расширения i-го тела, α_i, можно легко определить параметры при T_2 из известных при T_1:

$$P_{1i}' = \frac{n_i \cdot E_{1i}}{V_{\mu i} \cdot (1 + \alpha_i \cdot \Delta t)^3} = \frac{P_{1i}}{(1 + \alpha_i \cdot \Delta t)^3}, \tag{15.62}$$

где $\Delta t = (T_2 - T_1)$; для золота получим ($\alpha = 1{,}42 \cdot 10^{-5}$ K^{-1}):

$$P_1' = \frac{-8{,}2079701 \cdot 10^{10}}{1{,}0451542} = -7{,}853358 \cdot 10^{10} \text{ Па}; \tag{15.63}$$

$$P_2' = \frac{4{,}0459393 \cdot 10^7}{1{,}0451542} = 3{,}871141 \cdot 10^7 \text{ Па}; \tag{15.64}$$

$$P_3' = -(P_1' + P_2') = 7{,}8494869 \cdot 10^{10} \text{ Па}; \quad (15.65)$$

$$S_2 = S_1 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta t)^2 = 6{,}895562 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2; \quad (15.66)$$

$$r_2 = \frac{k \cdot T_2}{S_2 P_3'} = \frac{5{,}6872579 \cdot 10^{-20}}{5{,}4126623 \cdot 10^{-9}} = 1{,}0509168 \cdot 10^{-11} \text{ м}, \quad (15.67)$$

где S_2 и r_2 — средние значения площади грани элементарной ячейки и межглобулярного канала золота в момент начала плавления, при достижении T_2

$$a_2 = b_2 = c_2 = \sqrt{S_2} = 2{,}6259402 \cdot 10^{-10} \text{ м} \quad (15.68)$$

— усредненное ребро элементарной ячейки при T_2

$$A_2 = (a_2 - r_2) = 2{,}5208486 \cdot 10^{-10} \text{ м} \quad (15.69)$$

— амплитуда колебания атома золота при T_2

$$A_1 = (a_1 - r_1) = 1{,}8964121 \cdot 10^{-11} \text{ м} \quad (15.70)$$

— амплитуда колебания атомов золота при T_1, для сравнения с A_2

$$n_p' = P_1'/(P_2' + P_3') = -1 \quad (15.71)$$

— коэффициент полярных напряжений при достижении твердым телом температуры плавления.

Из сравнения n_p' с n_p (15.60) нетрудно видеть, что при достижении температуры плавления модуль положительных напряжений решетки значительно увеличивается и достигает модуля отрицательного напряжения, что и обусловливает деструкцию кристаллической системы и ее фазовый переход в жидкое состояние. При этом необходимо подчеркнуть, что несмотря на обращение модуля Юнга в нуль, коэффициент полярных напряжений в точке плавления не равен нулю, а физическая суть $n_p' = -1$ состоит в утверждении существования в жидкой фазе равновесия состояний

$$\text{жидкость} \rightleftarrows \text{кристалл} \quad (15.72)$$

Выражаясь образно можно сказать, что механическая энергия структурного элемента кристаллической системы, возрастая по мере роста приращения энергии системой (по мере нагревания), изнутри разрывает дальний порядок системы, переводя ее в жидкую фазу.

Гиперчастотные параметры золота при достижении температуры плавления T_2 имеют следующие значения:

$$d_{g2} = A_2 = (a_2 - r_2) = 2{,}5208486 \cdot 10^{-10} \text{ м}, \quad (15.73)$$

$$f_2 = \Psi_b \cdot T_2 = 2{,}7868291 \cdot 10^{13} \text{ с}^{-1}. \quad (15.74)$$

$$\upsilon_2 = 2d_{g2}\cdot f_2 = 2A_2\cdot f_2 = 1{,}4050348\cdot 10^4\ \text{м}\cdot\text{с}^{-1} \qquad (15.75)$$

$$u_2 = C_{Au}\cdot T_2/\upsilon_2 = 12{,}3756\ \text{м}\cdot\text{с}^{-1} = 0{,}0880803\%\ \upsilon_2 \qquad (15.76)$$

$$\text{Sin}\ \alpha_2 = 2u_2/\upsilon_2 = \frac{2C_{Au}T_2}{\upsilon_2^2} = 1{,}7616076\cdot 10^{-3} \qquad (15.77)$$

$$\alpha_2 = 0°6'12'' \qquad (15.78)$$

$$H_2 = d_{g2}\cdot \sin\alpha_2 = 4{,}440746\cdot 10^{-13} \qquad (15.79)$$

$$V_{g2} = \pi\cdot d_{g2}^3/6 = 8{,}3876228\cdot 10^{-30}\ \text{м}^3 \qquad (15.80)$$

$$\varepsilon_2 = m\upsilon_2 u_2 = 5{,}6872575\cdot 10^{-20} \qquad (15.81)$$

$$C_{Au} = \upsilon_2 u_2/T_2 = 130\ \text{м}^2\cdot\text{с}^{-2}\cdot\text{К}^{-2} \qquad (15.82)$$

$$V_{\rho 2} = V_{\rho 1}\cdot(1+\alpha\cdot\Delta t)^3 = 1{,}71894\cdot 10^{-29}\ \text{м}^3 \qquad (15.83)$$

Сравнивая эти результаты с гиперчастотными параметрами золота при $T_1 = 293{,}15$ К мы не можем не отметить существенные количественные сдвиги в них при достижении T_2. Особенно значительны сдвиги в ширине межглобулярного канала, играющего роль критического расстояния между атомами ($n_r = r_2/r_1 = 1{,}7411162\cdot 10^{-1}$; $1/n_r = 5{,}743$), в амплитуде колебания атомов ($n_A = A_2/A_1 = 1{,}32927$), в линейной скорости осциллятора ($n_\upsilon = \upsilon_2/\upsilon_1 = 6{,}065$), в угловом и линейном шагах осциллятора ($n_H = H_2/H_1 = 1{,}648\cdot 10^{-1}$; $1/n_H = 6{,}06796$; $n_\alpha = \alpha_2/\alpha_1 = 0{,}1265306$; $1/n_\alpha = 7{,}90323$) и т. д. При этом очень незначительно возрастает объем элементарной ячейки $V_{\rho 2}$ и неизменна энергия взаимодействия полей осцилляторов. Объем глобулы атома при T_2 возрастает в $n_{vg} = V_{g2}/V_{g1} = 2{,}348779$ раза и составляет 13,664% от объема ячейки $V_{\rho 2}$. Совершенно очевидно, что все эти сдвиги в гиперчастотных параметрах золота к моменту плавления обусловлены приращением механической энергии осциллятора $\Delta\varepsilon = \varepsilon_2 - \varepsilon_1 = m_{Au}(\upsilon_2 u_2 - \upsilon_1 u_1) = k_{Au}(T_2 - T_1)$, при $n_\varepsilon = T_2/T_1 = 4{,}5626812$.

Таковы важнейшие аспекты физики твердого тела в рамках единой теории.

ГЛАВА III.

СТРУКТУРА ЖИДКОСТЕЙ И ПАРОВ

§ 16. Пар — второе состояние воды.

1. Предварительные замечания. Как известно, все встречающиеся в природе тела образуют три класса веществ: газообразные, жидкие и твердые. При этом подразумевается, что они таковы в обычных земных условиях. С другой стороны, в лабораторных условиях любое вещество способно к фазовым переходам первого рода и может поперемснно находиться в одном из трех состояний — газообразном, жидком или твердом.

В рамках единой теории физики удалось установить еще два состояния вещества — это состояние пара и состояние нейтронного тела. О сути нейтронного тела будем говорить ниже, в главе УП, а сейчас необходимо сделать несколько уточнений относительно общности и различия между истинным газом и паром. Во-первых, подчеркнем, что в классической физике не делалось различия между газом и паром. Так, во всех справочных водяной пар ошибочно считается газообразным состоянием воды. Во-вторых, классическая физика и не могла выделить пар в самостоятельное состояние вещества в силу отсутствия необходимой информации. Лишь развитие гиперчастотной механики привело к полному раскрытию *строения вещества во всех пяти состояниях и к глубокому пониманию* того, чем характеризуется каждое из них.

Совершенно очевидно, что все состояния вещества, за исключением нейтронного, являются функцией кинетической энергии его структурных элементов — осцилляторов. А *энергия эта* воплощается в различные формы движения осциллятора, осуществляемые с различной интенсивностью в каждом состоянии, что и является основой фазовых переходов первого рода. Сравним в этой плоскости два близких состояния — газообразование и парообразное, для чего обратимся к формам движения осцилляторов истинного газа и водяного пара. Характерной особенностью строения осциллятора истинных газов является его монолитность, ибо он состоит либо из одного атома (инертные газы), либо из одной молекулы, образованной несколькими атомами, но соединненых между собой контактно электростатическими силами, лишающими их всякой подвижности в координатах молекулы. Осциллятору истинного газа свойственны три формы движения: частотное, вращательное и блуждающее в координатах занимаемого газом пространства. *Вся кинетическая энергия* осциллятора истинного газа, за исключением энергии вращения, описывается основным уравнением гиперчастотной механики $E_i = h \cdot f_i = k \cdot T_i = m_i \cdot v_i \mu_i \cdot a$, ибо осциллятор истинного газа лишен внутренней кинетической энергии, которую

ему ошибочно приписывала классическая термодинамика. Необходимо подчеркнуть, что энергия вращения осциллятора $\varepsilon_{ш} = m_i\tau = m_i \cdot v_c^2$, где τ — постоянная Томсона, v_c — постоянная линейной скорости вращения центра массы, есть величина инвариантная, не зависящая от энергии системы осцилляторов. Поэтому доля этой энергии уменьшается с увеличением частотной энергии, составляя от нее 10^{-3}—10^{-5}, и возрастает при ее уменьшении, достигая 50—70% от полной кинетической энергии осциллятора истинного газа. Однако, как мы убедились в первой главе, не существует ни одного абсолютного газа, ибо все истинные газы обладают способностью к конденсации в пар и в нормальных условиях существует динамическое равновесие между газообразной и парообразной компонентами газа. При этом доля парообразного состояния i-го газа выразится формулой:

$$K_i^{п} = (1 - \gamma_i), \tag{16.1}$$

где γ_i — коэффициент конденсации i-го газа в нормальных условиях (см. приложение I). Так в чем же состоит принципиальное отличие осциллятора пара от осциллятора истинного газа? А в том, что осциллятору пара свойственны четвертая форма движения и внутренняя кинетическая энергия, которые обусловлены тем, что осциллятор пара не есть молекула и его составные элементы соединены между собой не контактно, как атомы в молекуле, а дистанционно, что позволяет им сохранять высокую подвижность относительно друг друга. Именно поэтому элементы осциллятора пара обладают собственным колебательным движением, частота которого равна частоте осциллятора пара. Если колебание осциллятора пара или жидкости принять за колебание первого порядка, то собственное колебание их элементов следует признать колебанием второго порядка или нулевым колебанием. Именно этим, вторым названием, я буду пользоваться в последующем изложении материала, как наиболее удачным. Нулевое колебание элементов осциллятора пара базируется на двух формах движения, аналогичных движениям атома золота в составе кристаллической решетки, а именно: линейной скорости элемента осциллятора v_{0i}:

$$v_{0i} = f_i \cdot 2A_{0i}, \tag{16.2}$$

где f_i — частота колебания осцилляторов пара в системе, A_{0i} — амплитуда нулевого колебания элемента пара и его шаговой скорости u_{0i}:

$$u_{0i} = f_i \cdot H_{0i} = f_i \cdot A_{0i} \cdot \sin \alpha_0, \tag{16.3}$$

где α_0 — угловой шаг одного периода колебания, H_{0i} — линейный шаг элемента осциллятора за один период. При этом кинетическая энергия нулевого колебания не описывается постоянной Планка,

ибо взаимодействие между элементами осциллятора осуществляется не электродинамически, как между парой осцилляторов газа или пара, а электростатически, без участия электрино-посредника:

$$\varepsilon_{0i} = m_0 v_{0i} u_{0i} \neq h \cdot f_{0i}, \qquad (16.4)$$

где ε_{0i} — энергия нулевого колебания элемента осциллятора пара, m_0 — его масса.

Если двигаться от простого к сложному, то из сказанного следует, что состояние пара есть первая ступень на пути усложнения структуры вещества, ибо осциллятор пара состоит из двух и более осцилляторов истинно газообразного состояния данного вещества. В сущности осциллятор пара, и еще в большей степени осциллятор жидкости, представляет собой кусочек твердого тела, кристаллик данного вещества со всеми параметрами, характеризующими кристаллическую решетку твердого тела. Вот почему состояние пара не может быть приравнено к состоянию истинного газа. В свою очередь осциллятор пара очень близок по своей структуре к осциллятору жидкого состояния, а различие между ними — только количественное, Так, осциллятор пара воды имеет форму $(H_2O)_3$, тогда как осциллятор жидкой фазы, именуемый в дальнейшем суперосциллятором, ввиду его очень сложной структуры — $(H_2O)_{3761}$. Как теперь нетрудно догадаться, и суперосцилляторы жидкой фазы всех веществ также обладают внутренней кинетической энергией, а их элементы — нулевым колебанием. Необходимо отметить, что элементы осцилляторов пара и суперосцилляторов жидкого состояния обладают только двумя формами движения, как и осцилляторы твердого состояния, и лишены вращательного движения, ибо сохраняют определённую пространственную ориентацию в координатах осциллятора пара и суперосциллятора жидкой фазы. Постоянство пространственной ориентации структурных элементов — это кардинальное свойство, без которого не могло бы быть ни парообразного, ни жидкого, ни твердого состояний вещества. В свою очередь это важное свойство структурных элементов вещества обусловливается неравномерным распределением избыточных зарядов в координатах атомов и молекул. Если состояние пара есть первая ступень усложнения структуры вещества, то жидкое состояние — это вторая ступень на этом пути. Как мы убедимся ниже, суперосциллятор воды является настоящим микромонокристаллом гексагональной сингонии, ребро которого образовано пятнадцатью молекулыми H_2O. Парообразное и жидкое состояния, как и состояние истинного газа, лишены дального порядка, но обладают одинаковой глобулярной структурой, с координационным числом $K = 12$. Осцилляторам всех трех состояний свойственны вращательное движение и скорость блуждания глобулы в координатах занимаемого системой пространства. Монокристалл воды ведет себя одновременно

как осциллятор истинного газа и как кристаллическое тело, что обусловливает наибольшую сложность физики жидкого состояния вещества. По своей сути жидкость одновременно является и газом и твердым телом, поэтому можно говорить, что жидкость — это газ, образованный микромонокристаллами данного вещества.

Таковы мои предварительные замечания, призванные подготовить читателя к восприятию неожиданных положений и непривычных представлений, которые будут излагаться в данном параграфе, посвященном парообразному и отчасти жидкому состоянию вещества.

2. Насыщенный водяной пар и строение его осциллятора.

Исходные экспериментальные данные для анализа:

$T_0 = 273,15$ K

— температура термодинамического нуля, единая для воздуха, водяного пара и воды.

$P_0^{\text{п}} = 4{,}5810623$ ммHg $= 6{,}1075801 \cdot 10^2$ Па

— давление насыщения пара в равновесной системе воздух—пар—вода в нормальных условиях.

$(\rho_0^{\text{п}\prime}) = 4{,}85 \cdot 10^{-3}$ кг·м$^{-3}$

— плотность пара насыщения в нормальных условиях [23].

$m_0 = m_{H_2O} = (m_0 + 2m_H) = 2{,}9915523 \cdot 10^{-26}$ кг

— масса молекулы воды, ее элементарной структурной единицы.

$(C_p^{\text{п}})' = 33{,}58$ Дж·моль$^{-1}$·K^{-1} $= 1{,}8639751 \cdot 10^3$ Дж·кг$^{-1}$·K^{-1}

— удельная изобарная теплоемкость пара.

$(C_V^{\text{п}})' = C_p^{\text{п}}/1{,}324 = 1{,}4078361 \cdot 10^3$ Дж·кг$^{-1}$·K^{-1}

— удельная изохорная теплоемкость пара, где 1,324 — переходный коэффициент между $C_p^{\text{п}}$ и $C_V^{\text{п}}$ [14, стр. 764].

Начиная анализ вопроса следует подчеркнуть два обстоятельства. Во-первых, в классической термодинамике все расчеты и определения по водяному пару построены из посылки, что осциллятор пара состоит из одной молекулы воды. Во-вторых, в рамках гиперчастотной механики установлено, что во всех состояниях воды её элементарная структурная единица, молекула H_2O, сохраняет роль ведущего активного начала.

Водяной пар может быть получен двумя способами: из воды — испарением или кипением и конденсацией газообразного состояния. Ниже, в главе IX, мы убедимся, что на первом этапе догеологической истории Земли вода находилась только в состоянии истинного газа ввиду высокой температуры ее атмосферы. Лишь на втором этапе

эволюции атмосферы, по мере остывания Земли, впервые в ее составе синтезируется водяной пар, как результат конденсации газообразной воды, т. е. пар есть конденсированная среда. Стало быть, мы можем написать простое уравнение конденсации.

$$m^{\text{п}} = \gamma^{\text{п}} \cdot m_0, \tag{16.5}$$

где $m^{\text{п}}$ — масса осциллятора пара, $\gamma^{\text{п}}$ — коэффициент конденсации пара, равный числу молекул H_2O, объединенных в осциллятор пара.

$$\gamma^{\text{п}} = m^{\text{п}}/m_0. \tag{16.6}$$

Основываясь на законах гиперчастотной механики, соотношение (16.6) можно подвергнуть ряду преобразований, приводящему к замене неизвестной величины $m^{\text{п}}$ известными экспериментальными величинами:

$$(\gamma^{\text{п}})' = \frac{m^{\text{п}}}{m_0} = \frac{(\rho_0)'\, v^{\text{п}}_{\text{ф}0}}{m_0} = \frac{(\rho_0^{\text{п}})' \cdot \dfrac{k \cdot \mathrm{T}_0}{P_0}}{m_0} = \frac{(\rho_0)' \cdot (k_v^{\text{п}})' \cdot \mathrm{T}_0}{m_0 \cdot P_0^{\text{п}}}, \tag{16.7}$$

где $(k_v^{\text{п}})' = (C_v^{\text{п}})' \cdot m_0 = 4{,}2116153 \cdot 10^{-23}$ Дж $\cdot$ К$^{-1}$ — удельная по температуре теплоемкость осциллятора пара (16.8).

Введя это значение $(k_v^{\text{п}})'$ в (16.7) получим:

$$(\gamma^{\text{п}})' = \frac{(\rho_0)' \cdot (C_v^{\text{п}}) \cdot \mathrm{T}_0}{P_0^{\text{п}}}. \tag{16.9}$$

В правой части полученного уравнения нет неизвестных величин и, если расчет даст $\gamma^{\text{п}} = 1$, то права классическая термодинамика, считавшая парообразное состояние идентичным газообразному. Если $\gamma^{\text{п}} \geq 2$, то нам откроется важная истина, неизвестная до сих пор.

$$(\gamma^{\text{п}})' = \frac{4{,}85 \cdot 10^{-3} \cdot 1{,}4078361 \cdot 10^3 \cdot 273{,}15}{6{,}1075801 \cdot 10^2} = 3{,}0536963 \tag{16.10}$$

Поскольку в данном случае $\gamma^{\text{п}}$ непременно должна быть целочисленной величиной, то встает вопрос о некоторой неточности величин, входящих в (16.9). Несомненно эта неточность заключена в значении $C_v^{\text{п}}$ и $\rho_0^{\text{п}}$, ибо $P_0^{\text{п}}$ и T_0 определяются с достаточной точностью. Как известно, плотность водяного пара никогда и никем экспериментально не измерялась. Общепринятое же значение $\rho_0^{\text{п}} = 4{,}85 \cdot 10^{-3}$, определено расчетным методом из допущения, что пар подчиняется законам идеального газа. Поэтому мы вправе считать корректным

$$\gamma^{\text{п}} = \frac{\rho_1^{\text{п}} \cdot C_1^{\text{п}} \cdot \mathrm{T}_0}{P_0^{\text{п}}} = 3, \tag{16.11}$$

где $\rho_1^{\text{п}}$, $C_1^{\text{п}}$ и $\gamma^{\text{п}}$ — уточненные значения пара $(\rho_0^{\text{п}})'$; $(C_v^{\text{п}})'$ и $(\gamma^{\text{п}})'$, а клас-

классическую термодинамику — некорректной в этом вопросе, ибо мы убедились, что $\gamma^n \neq 1$.

Примем, что вклад в ошибку значения $(\gamma^n)'$ в равной мере обусловлен ошибками в определении $(\rho_0^n)'$ и $(C_v^n)'$. Тогда каждая из них может быть уточнена поправочным коэффициентом Δn:

$$\Delta n = \sqrt{3{,}0536963/3} = 1{,}0089097 \qquad (16.12)$$

$$\rho_1^n = (\rho_0^n)'/\Delta n = 4{,}8071695 \cdot 10^{-3}\ \text{кг}\cdot\text{м}^{-3} \qquad (16.13)$$

— уточненное значение плотности пара,

$$C_1^n = (C_v^n)'/\Delta n = 1{,}3954034 \cdot 10^3\ \text{Дж}\cdot\text{кг}^{-1}\cdot\text{К}^{-1} \qquad (16.14)$$

уточненное значение изохорной теплоемкости пара.

Вторым доказательством сложного строения осциллятора пара является неравенство удельной (по температуре) теплоемкости среднего осциллятора истинного газа постоянной Больцмана для пара:

$$k_{v1} > k_i, \qquad (16.15)$$

где k_i — постоянная Больцмана i-го газа (приложение 1). Возьмем наиболее трудно конденсируемый в пар и трудно ожижаемый газ гелий-4, для которого постоянная Больцмана составляет $k_{He} = 1{,}3801351 \cdot 10^{-23}$ Дж·К$^{-1}$

$$k_v(\text{He}) = C_v(\text{He}) \cdot m_{He} = 2{,}0972817 \cdot 10^{-23}\ \text{Дж}\cdot\text{К}^{-1}, \qquad (16.16)$$

где $C_v(\text{He}) = 3{,}1554216 \cdot 10^3$ Дж·кг$^{-1}$·К$^{-1}$ — удельная теплоемкость гелия при $V = \text{Const}$. Если бы гелий был абсолютным газом, то имело бы место равенство

$$k_v(\text{He}) = k_{He} + k\omega\,(\text{He}), \text{ где} \qquad (16.17)$$

$$k\omega\,(\text{He}) = \frac{m_{He} \cdot v_c^2}{T_{0He}} = \frac{397{,}8692 \cdot 10^{-27}}{273{,}37342} = 1{,}4554055 \cdot 10^{-27}\ \text{Дж}\cdot\text{К}^{-1} \qquad (16.18)$$

— удельная теплоемкость по вращению осциллятора. Но у реального гелия $k_v \neq (k_{He} + k\omega)$ ввиду того, что в нормальных условиях часть гелия находится в парообразном состоянии, осцилляторы которого имеют состав $(\text{He})_n$, где $n \geq 2$. Поэтому истинную природу удельной теплоемкости среднего осциллятора газообразного гелия выражает уравнение

$$k\,(\text{He}) = k_{He} + k_{He}^n + k_\omega\,(\text{He}), \text{ где} \qquad (16.19)$$

$$k_{He}^n = k_v(\text{He}) - k_{He} - k_\omega\,(\text{He}) = 7{,}170009 \cdot 10^{-24}\ \text{Дж}\cdot\text{К}^{-1} — \qquad (16.20)$$

— удельная теплоемкость нулевого колебания атома гелия в период пребывания его в составе осциллятора парообразной фракции.

Механическое выражение для k^{n}_{He} имеет вид:

$$k^{n}_{He} = \frac{m_{He} \cdot v_0 u_0}{T_{0He}}, \tag{16.21}$$

где v_0, u_0 — линейная и шаговая скорости нулевого колебания атома гелия в составе осциллятора пара $(He)_n$. Но поскольку совершенно отсутствуют экспериментальные данные по парообразному состоянию истинных газов, то сегодня мы не можем установить строение осцилляторов их парообразного состояния. Иное дело с водяным паром, термодинамически хорошо изученным:

$$(k^{n}_{v})' = (C^{n}_{v})' \cdot m_0 = \frac{(C^{n}_{v})'}{N_A} = \frac{25{,}362537\ \text{Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}}{6{,}022045 \cdot 10^{23}} =$$

$$= 4{,}2116153 \cdot 10^{-23}\ \text{Дж} \cdot \text{K}^{-1}, \tag{16.22}$$

где N_A — классическое (приближенное) значение постоянной Авогадро. Если взять отношение $(k^{n}_{v})'$ к постоянной Больцмана $k_в$, единой для воздуха, пара и воды, то опять получим $(\gamma^{n})'$:

$$(\gamma^{n})' = \frac{(k^{n}_{v})'}{k_в} = \frac{(k^{n}_{v})'}{1{,}3802449 \cdot 10^{-23}} = 3{,}0513536 \tag{16.23}$$

Таким образом, у нас имеется достаточное основание утверждать, что осциллятор водяного пара состоит из трех молекул H_2O, образуя триаду $(H_2O)_3$. И теперь мы можем установить все кристаллические и гиперчастотные параметры осциллятора пара, именуемого далее также и триадой. Во-первых, истинное количество вещества в одной моли водяного пара составляет не $N_A \cdot m_0$, как принято в классической термодинамике, а $\gamma^{n} \cdot m_0 N_A = m^{n} \cdot N_A$. Поэтому истинное значение удельной теплоемкости пара составит C^{n}_{v}:

$$C^{n}_{v} = \frac{(C^{n}_{v})'}{m^{n} \cdot N_A \cdot \Delta n} = \frac{25{,}362537\ \text{Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}}{3 \cdot m_0 \cdot N_A \cdot \Delta n} = \frac{(C^{n}_{v})'}{5{,}4527319 \cdot 10^{-2}} =$$

$$= 4{,}6513449 \cdot 10^{2}\ \text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}, \tag{16.24}$$

где $m^{n} = \gamma^{n} \cdot m_0 = 8{,}9746569 \cdot 10^{-26}$ кг (16.25)

— масса осциллятора пара.

А истинная плотность пара ρ^{n}_{0} определяется из уравнения равновесия трех фаз пар-жидкость—воздух (16.9)

$$\rho^{n}_{0} = \frac{\gamma^{n} \cdot P^{n}_{0}}{C_v \cdot T_0} = 1{,}4421508 \cdot 10^{-2}\ \text{кг} \cdot \text{м}^{-3} \tag{16.26}$$

Теперь удельная по температуре теплоемкость осциллятора пара естественным образом определяется через массу триады $m^{п}$:

$$k_{v}^{п} = C_{v}^{п} \cdot m^{п} = 4{,}174225 \cdot 10^{-23}\ \text{Дж} \cdot \text{К}^{-1} \qquad (16.27)$$

Во-вторых, зная истинные значения $m^{п}$ и $\rho_{0}^{п}$ легко определить объем глобулы пара $V_{g0}^{п}$ и все параметры кристаллического строения триады:

$$V_{g0}^{п} = \frac{m^{п}}{\rho_{0}^{п}} = 6{,}2231057 \cdot 10^{-24}\ \text{м}^{3}. \qquad (16.28)$$

Кинетическая энергия осциллятора, обусловливающая давление пара P_{0}, составит величину $E_{0}^{п}$:

$$E_{0}^{п} = (V_{g0}^{п} - V_{то}^{п}) \cdot P_{0}^{п},\ \text{Дж} \cdot \text{м}^{-3} = \text{Па}, \qquad (16.29)$$

где $V_{то}^{п}$ — собственный объем кристалла пара, собственный объем триады.

Как нам уже хорошо известно, кинетическую энергию осциллятора, обусловливающую давление в глобуле и макрообъеме газа или пара, можно выразить и через частоту f_{0}

$$E_{0}^{п} = h \cdot f_{0} = h \cdot \psi_{в} \cdot \text{T}_{0}, \qquad (16.30)$$

где $\psi_{в}$ — частотная постоянная, единая для осцилляторов воздуха, водяного пара и воды.

Приравнивая правые части (16.29) и (16.30) и решая полученное уравнение относительно $V_{то}^{п}$ получим:

$$V_{то}^{п} = \frac{V_{g0}^{п} \cdot P_{0}^{п} - h \cdot f_{0}}{P_{0}^{п}} = \frac{3{,}8008116 \cdot 10^{-21} - 3{,}7701389 \cdot 10^{-21}}{6{,}1075801 \cdot 10^{2}} =$$

$$= 5{,}0220708 \cdot 10^{-26}\ \text{м}^{3}. \qquad (16.31)$$

Несколько забегая вперед, тут я должен сказать, что объективно существуют два вида молекул воды — электроположительная и электроотрицательная. Поэтому три молекулы $H_{2}O$ в осцилляторе пара могут быть соединены только в линейную структуру, образуя также два вида триад:

а) две положительные молекулы — по краям, а отрицательная — посередине,

б) две отрицательные молекулы — по краям, а положительная — между ними.

Имеются все основания допускать, что, амплитуда средней молекулы в обоих видах триад меньше амплитуды краевых молекул, что обусловливает для средней молекулы меньше, чем краевые, индивидуальное пространство. Но не будет принципиальной ошибки, если мы будем исходить из допущения их равенства. Тогда объем элементарной ячейки кристалла пара $V_{0}^{п}$ легко определяется:

$$V_0^п = V_{то}^п/\gamma^п = 1{,}6740236\cdot10^{-26}\ м^3. \qquad (16.32)$$

Если мы представим себе триаду пара в ее гиперчастотной динамике, то увидим цилиндрическое тело с закругленными концами, длина которого $l_0^п$, а радиус $r_0^п = a_0^п/2$, где $a_0^п$ — межмолекулярное расстояние в триаде. Но не будет большой ошибкой и допущение кубической формы для элементарной ячейки, с ребром $a_0^п$, которое в этом случае легко определяется:

$$a_0^п = \sqrt[3]{V_0^п} = \sqrt[3]{16{,}740236\cdot10^{-27}} = 2{,}5581178\cdot10^{-9}\ м \qquad (16.33)$$

$$l_0^п = \frac{V_{то}^п}{(a_0^п)^2} = \frac{50{,}220708\cdot10^{-27}}{6{,}5439666\cdot10^{-18}} = 7{,}6743527\cdot10^{-9}\ м = 3\cdot a_0^п. \qquad (16.34)$$

Такова геометрия монокристалла пара в упрощенном варианте. Анализ прочности триады удобнее провести ниже, после рассмотрения зарядовой структуры молекул воды.

Рассмотрим энергетические аспекты триады. Из полного уравнения удельной теплоемкости осциллятора можно определить удельную по температуре теплосмкость нулевого колебания одной молекулы триады $k_0^п$:

$$k_\upsilon^п = k_в + \gamma^п\cdot k_0^п + k_\omega, \qquad (16.35)$$

$$k_0^п = \frac{k_\upsilon^п - k_в - k_\omega}{\gamma^п} = \frac{C_\upsilon^п\cdot m^п - k_в - m^п\cdot v_c^2/T_0}{\gamma^п} =$$

$$= \frac{4{,}174225\cdot10^{-23} - 1{,}3802449\cdot10^{-23} - 1{,}9667882\cdot10^{-26}}{3} = \qquad (16.36)$$

$$= 9{,}3067113\cdot10^{-24}\ Дж\cdot K^{-1} = Const.$$

Теперь энергия нулевого колебания молекулы воды в составе триады можно определить двумя способами — термодинамическим и механическим:

$$E_0^п = k_0^п\cdot T_0, \qquad (16.37)$$

$$E_0^п = m_0 v_0 u_0. \qquad (16.38)$$

При этом механическая формула имеет ряд полезных преобразований, удобных при расчетах:

$$E_0^п = m_0 v_0 u_o = m_0 v_0 f_0\cdot H_0 = m_0 2A_0^п\cdot f_0\cdot f_0\cdot A_0^п\cdot\sin\alpha_0 =$$

$$= 2m_0\,(A_0^п)^2\cdot f_0^2\cdot\sin\alpha_0 = 2m_0\,(A_0^п)^2\cdot\psi_в^2\cdot T_0^2\cdot\sin\alpha_0,\ Дж \qquad (16.39)$$

где $A_0^п$ — амплитуда нулевого колебания молекулы H_2O; α_0 — угловой шаг молекулы за один период, в радианах; $\psi_в$ — частотная

постоянная воздуха, пара и воды (приложение 1); H_0 — линейный шаг молекулы; f_0 — частота нулевого колебания элемента осциллятора, равная частоте самого осциллятора. Из (16.39) следует заключение, крамольное с точки зрения классической механики, а именно: в триаде, являющейся осциллятором и, стало быть, колеблющейся с амплитудой A_0^n и частотой f_0, каждый ее элемент также колеблется с частотой f_0 и амплитудой A_0^n, т. е. триада пара есть осциллятор первого порядка, состоящий из осцилляторов второго порядка.

Как было показано выше (§ 15), удельная по массе теплоемкость золота полностью была обусловлена нулевым колебанием атомов. В парообразном и жидком состояниях удельная теплоемкость осциллятора обусловлена тремя формами его движения (16.44), но удельная теплоемкость нулевого колебания совершенно аналогична удельной теплоемкости золота:

$$C_0^n = \frac{k_0^n \cdot T_0}{m_0}, \quad \text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1}, \tag{16.40}$$

$$C_0^n = \frac{m_0 v_0 u_0}{m_0} = v_0 u_0, \ \text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1} = \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-2}, \tag{16.41}$$

где C_0^n — удельная теплоемкость нулевого колебания одной молекулы триады. А удельная по массе теплоемкость нулевого колебания триады, равная удельной теплоемкости пара, составит $C_0^r(m)$:

$$C_0^r(m) = \gamma^n \cdot C_0^n = 8{,}4976887 \cdot 10^4 \ \text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1} = 66{,}883822\% \text{ от } C_v^n(m), \tag{16.42}$$

где

$$C_v^n(m) = C_v^n \cdot T_0, \ \text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \tag{16.43}$$

Совершенно очевидно уже из сказанного, что полная удельная теплоемкость пара C_v^n выразится трехчленным уравнением, описывающим три формы движения, постоянно сопровождающие осциллятор:

$$C_v^n = \frac{\gamma^n \cdot k_0^n}{m_0} + \frac{k_в}{m^n} + \frac{k_\omega}{m^n} = \frac{\gamma^n \cdot k_0^n}{m_0} + \frac{h \cdot f_0}{m^n \cdot T_0} + \frac{m^n \cdot v_c^2}{m^n \cdot T_0} =$$

$$= \frac{\gamma^n \cdot k_0^n}{m_0} + \frac{h \cdot \psi_в \cdot T_0}{m^n \cdot T_0} + \frac{v_c^2}{T_0} = \frac{\gamma^n \cdot k_0^n}{m_0} + \frac{h \cdot \psi_в}{m^n} \frac{v_c^2}{T_0} =$$

$$= C_0^r + C_h^r + C_\omega^r, \quad \text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{К}^{-1} = \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{К}^{-1}, \tag{16.44}$$

где C_h^r и C_ω^r — частотная и вращательные теплоемкости триады пара.

На долю $C_h^{\tau} = 1{,}5379361 \cdot 10^2$ Дж·кг$^{-1}$·К$^{-1}$ приходится 33,06433% от C_v^{π}, на долю $C_0^{\tau} = 3{,}1109971 \cdot 10^2$ Дж·кг$^{-1}$·К$^{-1}$ — 66,883817% и на долю $C_{\omega}^{\tau} = 0{,}0024118 \cdot 10^2$ Дж·кг$^{-1}$·К$^{-1}$ — 0,05186%. Таким образом, львиная доля изохорной удельной теплоемкости пара приходится на нулевое колебание элементов триады.

Из (16.40) и (16.41) следует определение шаговой скорости u_0:

$$k_0^{\pi} \cdot T_0 = m_0 v_0 u_0, \tag{16.45}$$

$$u_0 = \frac{k_0^{\pi} \cdot T_0}{m_0 v_0} = \frac{k_0^{\pi} \cdot T_0}{m_0 \cdot 2 f_0 A_0^{\pi}} = \frac{k_0^{\pi}}{2 m_0 A_0^{\pi} \cdot \psi_{\text{в}}}, \ \text{м} \cdot \text{с}^{-1} \tag{16.46}$$

Существует и другое, уже нам известное (15.32), уравнение для шаговой скорости нулевого колебания:

$$u_0 = H_0 \cdot f_0 = A_0^{\pi} \cdot \sin \alpha_0 \cdot \psi_{\text{в}} \cdot T_0, \ \text{где} \tag{16.47}$$

$A_0^{\pi} = \Delta d_{go}$ — амплитуда нулевого колебания элемента триады, равная диаметру области его частотного пребывания. Приравняв правые части двух последних уравнений получим:

$$\frac{k_0^{\pi}}{2 m_0 \cdot A_0^{\pi} \cdot \psi_{\text{в}}} = A_0^{\pi} \cdot \sin \alpha_0 \cdot \psi_{\text{в}} \cdot T_0, \tag{16.48}$$

$$k_0^{\pi} = 2 m_0 (A_0^{\pi})^2 \cdot \psi_{\text{в}}^2 \cdot T_0 \cdot \sin \alpha_0, \tag{16.49}$$

$$\varepsilon_0^{\pi} = k_0^{\pi} \cdot T_0 = 2 m_0 (A_0^{\pi})^2 \cdot \psi_{\text{в}}^2 \cdot T_0^2 \cdot \sin \alpha_0 = 2 m_0 (A_0^{\pi})^2 \cdot f_0^2 \cdot \sin \alpha_0 =$$

$$= m \cdot (2 A_0^{\text{в}} \cdot f_0) \cdot (A_0^{\pi} \cdot f_0 \cdot \sin \alpha_0) = m_0 \cdot V_0 \cdot U_0. \tag{16.50}$$

Умножив обе части (16.47) на коэффициент 2 получим:

$$2 U_0 = 2 A_0 \cdot f_0 \cdot \sin \alpha_0, \tag{16.51}$$

$$\sin \alpha_0 = \frac{2 U_0}{V_0}. \tag{16.52}$$

Важным показателем состояния триады, как мы убедимся ниже, является и объём области частотного пребывания элемента триады ΔV_{go}:

$$\Delta V_{go} = \pi (A_0^{\pi})^3 / 6, \ \text{м}^3 \tag{16.53}$$

Таков основной аналитический аппарат, служащий для исследования самых тонких особенностей не только триады пара, но и суперосциллятора воды. С его помощью, опираясь на экспериментальные данные, можно рассчитать все параметры осцилляторов пара и воды и их структурных элементов.

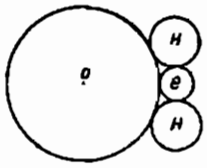


Рис. 23. Положительная молекула воды. Соотношение размеров между элементами молекулы не соблюдено.

3. Зарядовая структура молекул воды. Как я уже отмечал выше, существуют два вида молекул H_2O, обладающих полярными знаками избыточных зарядов. Рассмотрим их.

а) Положительная молекула воды $(H_2O)^+$.

Образована двумя атомами водорода, атомом кислорода и одним электроном связи (рис. 23):

$$(H_2O)^+ = O^+ + 2H^+ + e \tag{16.54}$$

Избыточный заряд этой молекулы составляет Z_{H_2O}:

$$Z_{H_2O} = Z_O + 2Z_H + e = 7{,}62571 \cdot 10^{-21}\ \text{Кл.}, \tag{16.55}$$

где Z_O — избыточный заряд атома кислорода, Z_H — избыточный заряд атома водорода.

б) Отрицательная молекула воды $(H_2O)^-$.

Отличается от положительной молекулы только тем, что содержит два электрона связи (рис. 24):

$$(H_2O)^- = O^+ + 2H^+ + 2e. \tag{16.56}$$

Избыточный заряд этой молекулы составляет q_{H_2O}:

$$q_{H_2O} = Z_O + 2Z_H + 2e = -1{,}5259321 \cdot 10^{-19}\ \text{Кл.} \tag{16.57}$$

Полярные молекулы $(H_2O)^+$ и $(H_2O)^-$ очень быстро конденсируются в пар $(H_2O)_3$ и далее в монокристалл воды $(H_2O)_{3761}$, в чём мы убедимся в следующем параграфе (17.6).

У меня имеются все основания полагать, что количественное соотношение положительных и отрицательных молекул воды равно 1 : 1. В таком же соотношении находятся два сорта триад парообразного состояния воды.

а) Триада, образованная двумя положительными и одной отрицательной молекулами воды (рис. 25), заряд которой составляет q_{Tl}:

$$q_{Tl} = 2Z_{H_2O} + q_{H_2O} = -1{,}3734179 \cdot 10^{-19}\ \text{Кл} \tag{16.58}$$

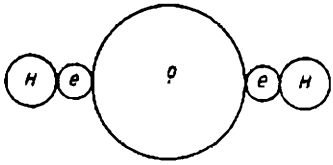


Рис. 24. Отрицательная молекула воды.

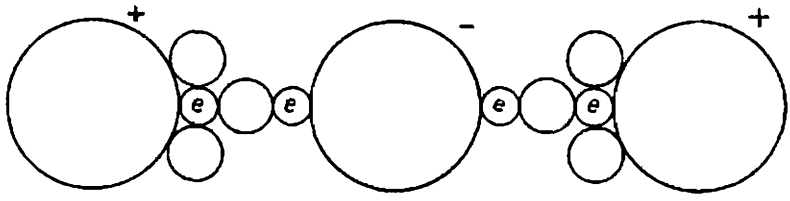


Рис. 25. Триада пара первого вида. В середине отрицательная молекула воды, по краям — положительные.

б) Триада, состоящая из двух отрицательных и одной положительной молекул (рис. 26), с избыточным зарядом q_{T2}:

$$q_{T2} = Z_{H_2O} + 2q_{H_2O} = -2{,}9756071 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \qquad (16.59)$$

В целом, по всей массе воды на Земле, избыточный заряд средней молекулы воды отрицателен и составляет Q_{H_2O}:

$$Q_{H_2O} = \frac{Z_{H_2O} + q_{H_2O}}{2} = -7{,}248375 \cdot 10^{-20} \text{ Кл} \qquad (16.59а)$$

Поскольку оба сорта триад имеют суммарный отрицательный заряд и, стало быть, суперосциллятор воды, состоящий из $\gamma = 1{,}2537028 \cdot 10^3$ триад, в чём убедимся ниже, также имеет избыточный отрицательный заряд, обусловленный электронами связи. И если теперь, забегая вперёд, сказать, что магнитное поле — это поток электрино, то становится понятной физическая суть взаимодействия воды и водяного пара с магнитным полем. А именно: положительные электрино магнитного поля соединяются с электронами связи молекул воды, что ведёт к нейтрализации их избыточного отрицательного заряда и увеличению их массы на величину $\Delta m = n \cdot m_э$, где n — число захваченных электрино молекулой воды. При этом степень омагничения или точнее — степень нейтрализации воды или пара пропорциональны мощности и плотности потока электрино магнитного поля. Процесс может полностью контролироваться количественно.

Таким образом, как молекулы воды, так и осцилляторы пара и суперосцилляторы воды являются носителями избыточных зарядов,

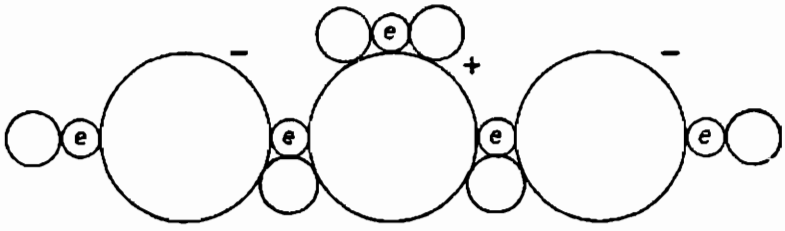


Рис. 26. Триада пара второго вида. В середине положительная молекула, а по краям — отрицательные.

что и обусловливает высокую химическую реактивность воды в этих состояниях.

4. Гиперчастотные параметры осциллятора и его элементов при P_0^n и T_0. Начнём с определения диаметра глобулы пара d_{g0}^n:

$$d_{g0}^n = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot V_{g0}}{\pi}} = \sqrt[3]{6{,}2231057 \cdot 10^{-24}} = 1{,}8393698 \cdot 10^{-8} \text{ м} \tag{16.60}$$

Поскольку триада по своей форме есть прямой параллелепипед, то для неё, как для гиперчастотного осциллятора, следует взять в качестве среднего диаметра d^τ арифметическое среднее её линейных размеров:

$$d_0^\tau = \frac{a_0^n + a_0^n + l_0^n}{3} = \frac{5a_0^n}{3} = 4{,}2635296 \cdot 10^{-9} \text{ м} \tag{16.61}$$

Пренебрегая критическим расстоянием взаимного сближения пары осцилляторов r_0^τ, ввиду его малости, можно определить амплитуду колебания триады A_0^τ и остальные величины:

$$A_0^\tau = d_{g0}^n - d_0^n = 1{,}4130169 \cdot 10^{-8} \text{ м}, \tag{16.62}$$

$$f_0 = \psi_n \cdot T_0 = 5{,}6896867 \cdot 10^{12} \text{ с}^{-1} \tag{16.63}$$

— частота триады,

$$V_0^\tau = 2A_0^\tau \cdot f_0 = 1{,}6079246 \cdot 10^5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \tag{16.64}$$

— линейная скорость триады пара,

$$u_0^\tau = \frac{h \cdot f_0}{m^n \cdot v_0^J \cdot a} = \frac{3{,}7701389 \cdot 10^{-21}}{2{,}3261965 \cdot 10^{-20}} = 0{,}1620731 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \tag{16.65}$$

— скорость блуждания глобулы пара,

$$r_0^\tau = \frac{u_0^\tau}{f_0} = 2{,}8485417 \cdot 10^{-14} \text{ м} \tag{16.66}$$

— расстояние критического сближения пары осцилляторов,

$$r_{k0}^{\tau} = \frac{m^{n} \cdot f_0}{\pi \cdot d_{g0}^{n}} = \frac{51{,}062986 \cdot 10^{-14}}{5{,}7785505 \cdot 10^{-8}} = 8{,}8366426 \cdot 10^{-6}\ \text{Па} \cdot \text{с} \qquad (16.67)$$

— вязкость пара, мера взаимного трения триад пара.

Как мы уже отмечали выше, частота нулевого колебания элементов осциллятора пара равна частоте самого осциллятора. Поэтому для определения характеристик нулевого колебания молекул триады достаточно знать амплитуду их колебания A_0^n, которую без существенной ошибки можно определить из объёма элементарной ячейки триады V_0^n (16.32):

$$A_0^n = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot V_0}{\pi}} = \sqrt[3]{31{,}971494 \cdot 10^{-27}} = 3{,}1738592 \cdot 10^{-9}\ \text{м}. \qquad (16.68)$$

Зная частоту и амплитуду нулевого колебания молекул H_2O можно без труда определить численные значения и всех остальных параметров их динамики:

$$v_0 = 2A_0 \cdot f_0 = 3{,}6116528 \cdot 10^{4}\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1} \qquad (16.69)$$

— линейная скорость нулевого колебания молекулы H_2O,

$$u_0 = \frac{k_0 \cdot T_0}{m_0 v_0} = \frac{2{,}5421281 \cdot 10^{-21}}{1{,}0804448 \cdot 10^{-21}} = 2{,}3528532\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1} \qquad (16.70)$$

— шаговая скорость молекулы H_2O,

$$\sin \alpha_0 = \frac{2u_0}{v_0} = 1{,}3029232 \cdot 10^{-4},$$

$$\alpha_0 = 0°0'26'', 957 \qquad (16.71)$$

— угловой шаг нулевого колебания,

$$H_0 = A_0 \cdot \sin \alpha_0 = 4{,}1352947 \cdot 10^{-13} \qquad (16.72)$$

— линейный шаг молекулы,

$$\eta_0 = \frac{m_0 \cdot f_0}{\pi \cdot A_0} = \frac{17{,}020995 \cdot 10^{-14}}{9{,}9709725 \cdot 10^{-9}} = 1{,}7070546 \cdot 10^{-5} \qquad (16.73)$$

— внутренняя вязкость триады, мера взаимного трения элементов триады

Таковы основные характеристики водяного пара в точке холодного кипения воды (при $t = 0°$ С и $P = 4{,}5810623$ мм Hg). Ниже мы еще вернемся к состоянию пара при других условиях и рассмотрим прочность триады пара. Но уже из сделанного выше анализа можно заключить, что суперосциллятор жидкого состояния воды сравнительно легко разлагается на триады парообразного со-

стояния и что между основным, жидким и парообразным состоянием существует динамическое равновесие. Следует подчеркнуть, что воду в первом, истинно газообразном, состоянии мы еще не знаем. Очевидно, газообразную воду можно получить из парообразного состояния при сочетании значительного разряжения и высокой температуры, либо при нормальном давлении и критической температуре T_c, при которой амплитуда нулевого колебания молекул триады достигает критического значения A_c и триада распадается на молекулы воды.

§ 17. Вода как типичная жидкость.

Исходные экспериментальные данные (условия нормальные):

$T_0 = 273{,}15$ K

— температура таяния льда,

$P_0 = 1{,}01325 \cdot 10^5$ Па

— нормальное давление,

$\rho_0 = 9{,}98841 \cdot 10^2$ кг·м$^{-3}$

— плотность воды,

$P_0^n = 6{,}1075801 \cdot 10^2$ Па

— давление насыщения пара воды,

$\rho_0^n = 1{,}4421508 \cdot 10^{-2}$ кг·м$^{-3}$ (16.16),

— плотность пара насыщения

$\eta_0 = 1{,}7921 \cdot 10^{-3}$ Па·с

— вязкость воды,

$\alpha_0^* = 7{,}562 \cdot 10^{-2}$ Н·м$^{-1}$

— поверхность натяжение воды.

I. Суперосциллятор воды — монокристалл жидкого состояния.

Тщательные исследования равновесной трехкомпонентной системы жидкость—пар—воздух в нормальных условиях привели к установлению уравнения равновесия между водой и паром следующего вида:

$$\gamma^* \cdot \rho_0^n \cdot P_0 = \gamma^n \cdot \rho_0 \cdot P_0^n \qquad (17.1)$$

где γ^* — коэффициент конденсации осцилляторов пара в суперосциллятор воды. Поскольку γ^* единственная неизвестная в (17.1), то она легко определяется:

$$\gamma^* = \frac{\gamma^n \cdot \rho_0 \cdot P_0^n}{\rho_0^n \cdot P_0} = \frac{1{,}8319826 \cdot 10^6}{1{,}4612592 \cdot 10^3} = 1{,}2537013 \cdot 10^3 \qquad (17.2)$$

Совершенно очевидно, если двигаться по пути усложнения структуры вещества, то первичной на нашей планете была газообразная вода, затем, по мере остывания атмосферы Земли, она начала конденсироваться в парообразное состояние с коэффициентом конденсации $\gamma^{\text{п}} = 3$. На следующем этапе остывания атмосферы процесс конденсации продолжился и привел к появлению высокотемпературной жидкой фракции, ибо давление атмосферы в тот период было во много раз выше нынешнего ввиду того, что вся вода Земли находилась в парообразном состоянии. Дальнейшее остывание Земли обусловило переход почти всей массы воды из парообразного в жидкое состояние. Каждый из этих этапов продолжался сотни миллионов лет. И, наконец, в нижнем кайнозое, порядка $40 \cdot 10^6$ лет назад, Земля и ее амтосфера остывают настолько, что в полярных районах начинается кристаллизация воды в четвертое состояние — твердое. Такова общая картина эволюции воды на нашей планете. Ниже мы убедимся, что переход из жидкого в твердое состояние осуществляется не за счет дальнейшей конденсации вещества, что является основой фазовых переходов газ—пар—жидкость, а путем кристаллизации монокристаллов жидкого состояния. Стало быть, процесс конденсации завершается созданием суперосциллятора воды при коэффициенте конденсации $\gamma^{\text{ж}} = 1253{,}7013$. Тут я допускаю, что у читателя может возникнуть сомнение в корректности (17.2). Чтобы добиться полной ясности вопроса проведем еще один анализ. Для этого обратимся к закону фазовых переходов первого рода, установленному в рамках гиперчастотной механики. Он гласит: «При фазовых переходах газ—пар—жидкость отношение коэффициентов конденсации равно отношению масс осцилляторов фаз». Для равновесной системы вода—пар, согласно этому закону, имеем:

$$\frac{\gamma^{\text{ж}}}{\gamma^{\text{п}}} = \frac{m^{\text{ж}}}{m^{\text{п}}}, \tag{17.3}$$

$$\gamma^{\text{ж}} \cdot m^{\text{п}} = \gamma^{\text{п}} \cdot m^{\text{ж}} = \text{Const}. \tag{17.4}$$

Поскольку вода есть конденсированная среда, т. е. она является продуктом конденсации пара, следствием конденсации триад в суперосциллятор жидкой фазы, то совершенно очевидно, что Const (17.4) есть не что иное как суперосциллятор жидкой фазы $m_{\text{ж}}$:

$$m_{\text{ж}} = \gamma^{\text{ж}} \cdot m^{\text{п}} = \gamma^{\text{ж}} \cdot \gamma^{\text{п}} \cdot m_0 = 1{,}1251539 \cdot 10^{-22} \text{ кг}. \tag{17.5}$$

Из этого соотношения мы видим, что вода есть продукт двойной конденсации молекул H_2O: первая конденсация приводит к синтезу осциллятора пара с коэффициентом $\gamma^{\text{п}}$, а вторая — к синтезу суперосциллятора жидкой фазы, с коэффициентом конденсации триад

пара $\gamma^{*} = 1253{,}7013$. При этом общее среднее число молекул H_2O, образующих суперосциллятор, составляет n^{*}:

$$n^{*} = \gamma^{n} \cdot \gamma^{*} = 3{,}7611039 \cdot 10^{3} = \text{Const}. \qquad (17.6)$$

Из этого результата следует, что, в первом приближении, на девять суперосцилляторов с числом молекул $n_1 = 3761$ приходится один суперосциллятор, с числом молекул $n_2 = 3762$.

Из (17.3) имеем:

$$m^{*} = \frac{\gamma^{*} \cdot m^{n}}{\gamma^{n}} = \frac{\gamma^{*} \cdot \gamma^{n} \cdot m_0}{\gamma^{n}} = \gamma^{*} \cdot m_0, \qquad (17.7)$$

$$\gamma^{*} = \frac{\gamma^{n} \cdot m^{*}}{m^{n}} = \frac{m_s}{m^{n}} = \frac{\gamma^{n} \cdot m^{*}}{\gamma^{n} \cdot m_0} = \frac{m^{*}}{m_0}. \qquad (17.8)$$

А теперь вернемся к (17.2) и подвергнем его ряду преобразований в рамках гиперчастотной механики:

$$\gamma^{*} = \frac{\gamma^{n} \cdot \rho_0 \cdot P_0^{n}}{\rho_0^{n} \cdot P_0} = \frac{\gamma^{n} \cdot \frac{m^{*}}{V_{g0}^{*}} \cdot P_0^{n}}{\frac{m^{n}}{V_{g0}^{n}} \cdot P_0} = \frac{m_s \cdot P_0^{n} \cdot V_{g0}^{n}}{m^{n} \cdot V_{g0}^{*} \cdot P_0} = \frac{m_s \cdot P_0^{n} \cdot k_в T_0 / P_0^{n}}{m^{n} \cdot P_0 \cdot k_в T_0 / P_0} = \frac{m_s}{m^{n}}. \qquad (17.9)$$

Этот результат свидетельствует о полной идентичности (17.2) и (17.8), что подтверждает корректность коэффициента конденсации осцилляторов пара в суперосциллятор жидкой фазы $\gamma^{*} = 1{,}2537013 \cdot 10^{3}$, который в дальнейшем, с целью упрощения, будем писать γ без символа «ж».

Уверенное определение массы суперосциллятора воды m_s и числа молекул n^{*}, его составляющих, позволяет также уверенно вывести все его геометрические и энергетические параметры:

$$V_{g0} = \frac{m_s}{\rho_0} = \frac{11{,}251539 \cdot 10^{-23}}{9{,}99841 \cdot 10^{2}} = 1{,}1253328 \cdot 10^{-25}\ \text{м}^3 \qquad (17.10)$$

— объем глобулы суперосциллятора,

$$d_{g0} = \sqrt[3]{\frac{6 V_{g0}}{\pi}} = \sqrt[3]{214{,}92273 \cdot 10^{-27}} = 5{,}9900087 \cdot 10^{-9}\ \text{м} \qquad (17.11)$$

— диаметр глобулы суперосциллятора,

$$P_0 = \frac{h \cdot f_0}{(V_{g0} - V_{s0})} \qquad (17.12)$$

— уравнение давления в тонком слое воды, где капиллярное и гравитационное давления пренебрежимо малы.

Решая это уравнение относительно собственного объема суперосциллятора находим:

$$V_{s0} = \frac{P_0 V_{g0} - h \cdot f_0}{P_0} = \frac{11{,}402434 \cdot 10^{-21} - 3{,}7701389 \cdot 10^{-21}}{1{,}01325 \cdot 10^5} =$$

$$= 7{,}5324905 \cdot 10^{-26} \text{ м}^3 \qquad (17.13)$$

— собственный объем монокристалла воды.

$$V_{\tau 0}^{\text{ж}} = \frac{V_{s0}}{\gamma} = \frac{7{,}5324905 \cdot 10^{-26}}{1{,}2537013 \cdot 10^3} = 6{,}0082018 \cdot 10^{-29} \text{ м}^3 \qquad (17.14)$$

— объем, занимаемый одной триадой в суперосцилляторе воды.

$$V_0 = \frac{V_{\tau 0}^{\text{ж}}}{\gamma^{\text{п}}} = \frac{6{,}0082018 \cdot 10^{-29}}{3} = 2{,}0027339 \cdot 10^{-29} \text{ м}^3 \qquad (17.15)$$

— объем элементарной ячейки в монокристалле воды.

$$V_0 = \frac{V_{s0}}{\gamma \cdot \gamma^{\text{п}}} = \frac{7{,}5324905 \cdot 10^{-26}}{3{,}7611039 \cdot 10^3} = 2{,}0027339 \cdot 10^{-29} \text{ м}^3, \qquad (17.16)$$

$$\rho_{s0} = \frac{m_0}{V_0} = \frac{2{,}9915523 \cdot 10^{-26}}{2{,}0027339 \cdot 10^{-29}} = 1{,}4937342 \cdot 10^3 \qquad (17.17)$$

— собственная плотность монокристалла воды.

Многочисленные исследования льда показали, что он относится к гексогональной сингонии и характеризуется следующими параметрами решетки:

$$\left.\begin{array}{l} a = b \neq c \\ \gamma \approx 120^\circ \\ \alpha = \beta = 90^\circ \end{array}\right\} \qquad (17.18)$$

Поскольку структурной единицей льда является монокристалл воды, то у нас есть все основания относить его также к гексагональной сингонии. Вопрос только в том, как получить точные решения кристаллографических параметров монокристалла воды. В поисках этих решений я пришел к установлению того, что вязкость воды η_0 есть мера внутреннего трения между молекулами H_2O в суперосцилляторе:

$$\eta_0 = \frac{m_0 \cdot f_0}{\pi \cdot A_0}, \text{ Па·с}, \qquad (17.19)$$

где A_0 — амплитуда нулевого колебания молекулы H_2O в составе монокристалла воды в нормальных условиях. Поскольку η_0 есть

экспериментально определенная величина, то в (17.19) A_0 является единственной неизвестной величиной:

$$A_0 = \frac{m_0 \cdot f_0}{\pi \cdot \eta_0} = \frac{17{,}020994 \cdot 10^{-14}}{5{,}630048 \cdot 10^{-3}} = 3{,}0232413 \cdot 10^{-11} \text{ м} \qquad (17.20)$$

— усредненная амплитуда нулевого колебания молекул H_2O в составе суперосциллятора воды.

В свою очередь амплитуда нулевого колебания связана со средним значением ребра элементарной ячейки a_0:

$$A_0 = a_0 - r_0, \qquad (17.21)$$

где r_0 — ширина межглобулярного канала в монокристалле. Среднее значение ребра элементарной ячейки a_0 можно определить из допущения ее формы кубической:

$$a_0 = \sqrt[3]{V_0} = \sqrt[3]{20{,}027339 \cdot 10^{-30}} = 2{,}7156539 \cdot 10^{-10} \text{ м}. \qquad (17.22)$$

Теперь, допуская $\gamma = 120°$ и $\gamma/2 = 60°$, определяем площадь ромбического основания элементарной ячейки S_0 со стороной a_0:

$$S_0 = 2a_0^2 \cdot \sin(\gamma/2) \cdot \cos(\gamma/2) = 6{,}386556 \cdot 10^{-20} \text{ м}^2. \qquad (17.23)$$

Приближенное значение ребра c_0 вдоль оси Z легко определяется из

$$c_0 = \frac{V_0}{S_0} = 3{,}1358589 \cdot 10^{-10} \text{ м}, \qquad (17.24)$$

Среднее значение межглобулярного канала, т. е. ширина между краями сферических областей частотного пребывания молекул, определяется из (17.21):

$$r_0 = a_0 - A_0 = 2{,}4133298 \cdot 10^{-10} \text{ м}. \qquad (17.25)$$

Строго говоря, в монокристалле воды существует анизотропия по всем параметрам, а именно: $A_{0x} = A_{0y} \neq A_{0z}$, $r_{0x} = r_{0y} \neq r_{0z}$ и т. д. Но нас вполне устраивают средние приближенные значения, ибо ошибка не превосходит 4%.

$$\Delta V_0 = \frac{\pi \cdot A_0^3}{6} = \frac{(3{,}0232413 \cdot 10^{-11})^3}{6} = 1{,}4468284 \cdot 10^{-32} \text{ м}^3 = 0{,}0722426\%$$

от V_0 (17.26)

— объем области частотного пребывания молекулы H_2O в составе монокристалла.

Таковы основные параметры элементарной ячейки. Аналогичным путем можно установить параметры и монокристалла воды:

$$a_{s0} = \sqrt[3]{V_{s0}} = \sqrt[3]{75{,}324905 \cdot 10^{-27}} = 4{,}2232443 \cdot 10^{-9}\ \text{м} \qquad (17.27)$$

— среднее значение ребра монокристалла воды, равное $a_{sx} = a_{sy}$.

$$c_{s0} = \frac{V_{s0}}{2a_{s0} \cdot b_{s0} \cdot \sin(\gamma/2) \cdot \cos(\gamma/2)} = \frac{7{,}5324905 \cdot 10^{-26}}{1{,}5445795 \cdot 10^{-17}} =$$

$$= 4{,}8767256 \cdot 10^{-9}\ \text{м} \qquad (17.28)$$

— ребро монокристалла вдоль оси Z при допущении $\gamma = 120°$. Среднее число молекул H_2O вдоль ребра монокристалла определится из отношения ребра монокристалла a_{s0} к ребру элементарной ячейки a_0:

$$n_x = n_y = n_r = \frac{a_{s0}}{a_0} = \frac{c_{s0}}{c_0} = \frac{48{,}767256 \cdot 10^{-10}}{3{,}1358589 \cdot 10^{-10}} = 15{,}551482. \qquad (17.29)$$

Эту же величину можно установить из общего числа молекул H_2O в монокристалле n^*:

$$n_x = n_y = n_z = \sqrt[3]{n^*} = \sqrt[3]{\gamma \cdot \gamma^n} = \sqrt[3]{3{,}7617013 \cdot 10^3} = 15{,}551482. \qquad (17.30)$$

Полное совпадение результатов по (17.29) и (17.30) свидетельствует о корректности найденных решений по монокристаллу воды.

2. Модуль Юнга монокристалла воды. Установлено, что структурными элементами льда являются монокристаллы воды. Суть фазового перехода вода—лед состоит в прекращении вращательного движения суперосциллятора с последующей пространственной фиксацией его, а также в утере скорости блуждания суперосциллятора. Суперосциллятор становится «атомом» льда, но атомом сложным, представляющим собой косоугольный параллелепипед, а потому обусловливающий и сложную, не симметричную структуру льда. Соединяясь дистанционно плоскостями разных граней, монокристаллы формируют нитеобразные структуры, изогнутые и крученые во всех направлениях физического пространства. Такая структура ведет к образованию значительного количества вакуумных полостей в твердой фазе, благодаря которым лед обладает меньшей плотностью, чем вода, а сам фазовый переход вода—лед непременно сопровождается ростом объема твердой фазы.

Совершенно очевидно, что модуль упругости льда, как макросистемы, не может быть больше модуля упругости ее структурных элементов — монокристаллов воды. Поэтому мы с полным основанием можем писать

$$E_л - E_{s0} = 0, \qquad (17.32)$$

где $E_л$ — модуль упругости льда, E_{s0} — модуль упругости суперосциллятора воды. Из обзора натурных измерений упругости

льда, сделанного Р. Эдвардсом [24, с. 73] следует, что модуль упругости льда лежит в некотором интервале значений:

$$E_л = 1{,}212 \cdot 10^9 - 3{,}72 \cdot 10^9 \text{ Па}. \tag{17.33}$$

С целью теоретического решения этой величины обратимся к модулю упругости суперосциллятора E_{s0}:

$$E_{s0} = P_1 + P_2 + P_3, \tag{17.34}$$

где P_1 — напряжение взаимного притяжения молекул H_2O в монокристалле воды, P_2 — напряжение взаимного отталкивания их и P_3 — напряжение нулевого колебания молекулы H_2O. Раскрывая члены (17.34) получим полное уравнение модуля Юнга для монокристалла воды:

$$E_{s0} = \frac{1}{2} \cdot \frac{n^* \cdot \alpha \cdot z \cdot q}{V_{s0}} + \frac{1}{2} \cdot \frac{n^* \cdot \alpha \cdot z \cdot z}{V_{s0}} + \frac{n^* \cdot k_0^* \cdot \mathrm{T}_0}{V_{s0}}, \text{ Па}, \tag{17.35}$$

где α — электродинамическая постоянная; z и q — заряды положительной и отрицательной молекул воды; $n^* = \gamma \cdot \gamma^n$ — полное число молекул в монокристалле; V_{s0} — собственный объем монокристалла; k_0^* — энергетическая постоянная нулевого колебания молекул воды суперосциллятора. Учитывая, что $V_{s0} = n^* \cdot V_0$ и

$$\varphi_{H_2O} = \alpha \cdot Z_{H_2O} = 7{,}9341486 \cdot 10^{-1} \text{ В} = \text{Const} \tag{17.36}$$

— электростатический потенциал положительной молекулы воды.

Уравнение (17.35) можно упростить к виду:

$$E_{s0} = \frac{n^* \cdot \varphi_{H_2O} \cdot (z + q) + 2n^* \cdot k_0^* \cdot \mathrm{T}_0}{2n^* \cdot V_0} = \frac{\varphi_{H_2O} \cdot (z + q) + 2k_0^* \cdot \mathrm{T}_0}{2V_0}, \tag{17.37}$$

где V_0 — объем элементарной ячейки монокристалла воды. Как не трудно видеть, (17.37) отличается от (17.35) тем, что модуль Юнга здесь решается на уровне одной элементарной ячейки, т. е. на самой глубинной основе. Теперь для расчета численного значения E_{s0} нам необходимо определить k_0, которую можно установить из (17.37) при наличии точного экспериментального измерения E_{s0}. Но как следует из (17.33) экспериментальные измерения $E_л$ дают значительный разброс. Попытка принять

$$E_{s0} = E_л = \frac{-(1{,}212 \cdot 10^9 + 3{,}72 \cdot 10^9)}{2} = -2{,}466 \cdot 10^9 \text{ Па} \tag{17.38}$$

и на этом основании определить k_0^* закончилась неудачей ввиду сильного завышения значения k_0^* (на два порядка). Удалось найти

довольно простой путь к точному решению одновременно обеих величин — E_{s0} и k_0^*. Составим систему двух уравнений с четырьмя неизвестными (E_{s0}, k_0^*, V_0, $\sin\alpha_0$):

$$\left.\begin{aligned} k_0^* &= \frac{m_0 v_0 U_0}{T_0} = \frac{m_0 v_0 \cdot v_0 \sin\alpha_0/2}{T_0} = \frac{m_0 v_0^2 \cdot \sin\alpha_0}{2T_0} \\ k_0^* &= \frac{2v_0 \cdot E_{s0} - \varphi_{H_2O} \cdot (z+q)}{2T_0} \end{aligned}\right\} \quad (17.39)$$

где v_0 и u_0 — линейная и шаговая скорости молекулы H_2O в нулевом колебании. Решая эту систему относительно $\sin\alpha_0$ и E_{s0} получаем:

$$\sin\alpha_0 = \frac{2v_0 \cdot E_{s0} - \varphi_{H_2O} \cdot (z+q)}{m_0 v_0^2}, \quad (17.40)$$

$$E_{s0} = \frac{m_0 v_0^2 \cdot \sin\alpha_0 + \varphi_{H_2O} \cdot (z+q)}{2v_0}. \quad (17.41)$$

Оказалось, что система (17.39) имеет корректное решение методом последовательного приближения, в котором (17.40) и (17.41) играют вспомогательную роль и такую же роль играет соотношение $\sin\alpha_0 = 2u_0/v_0$. Установлено, что оба уравнения системы (17.39) дают совпадающее значение k_0^* только при следующих результатах:

$$\sin\alpha_0 = 6{,}998014 \cdot 10^{-2}, \quad (17.42)$$

$$\alpha_0 = 4^\circ\ 36' \quad (17.43)$$

— угловой шаг нулевого колебания молекулы H_2O,

$$v_0 = 3{,}4402589 \cdot 10^2\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1}, \quad (17.44)$$

$$E_{s0} = -2{,}8653729 \cdot 10^9\ \text{Па}. \quad (17.45)$$

Теперь легко рассчитывается точное значение постоянной нулевого колебания элементов суперосциллятора воды k_0^*:

$$k_0^* = \frac{m_0 v_0^2 \cdot \sin\alpha_0}{2T_0} =$$

$$= \frac{2477{,}7282 \cdot 10^{-25}\ \text{Дж}}{546{,}3\ \text{К}} = 4{,}5354718 \cdot 10^{-25}\ \text{Дж} \cdot \text{К}^{-1} = \text{Const} \quad (17.46)$$

Следует подчеркнуть, во-первых, точное значение модуля Юнга монокристалла воды E_{s0} лежит в интервале значений модуля упругости льда $E_л$, установленного натурными измерениями. Во-

вторых, нельзя не прокомментировать появление отрицательного знака перед численным значением модуля Юнга, неизвестного классической механике. Раньше просто никто не знал физической природы модуля упругости твердого тела, хотя экспериментально измерять его научились давно. Два из трех напряжений (P_2 и P_3), составляющих модуль упругости кристаллического тела, являются положительными, стремящимися к разобщению структурных элементов. А одно (P_1) — отрицательное напряжение, напряжение полярных электрических полей, являющееся доминирующим. Именно это напряжение объединяет структурные элементы в одно макротело и создает в нем дальний порядок. Из (17.37) явствует, что первый член числителя $[\varphi_{H_2O} \cdot (z + q)]$ есть энергия взаимного притяжения элементов монокристалла и является инвариантной величиной, характеризующей внутреннюю природу вещества (в данном случае воды). Тогда как второй член числителя и знаменатель — величины переменные. Из (17.37) с очевидностью следует также, что если при $T_0 = Const$ в сосуде с водой создавать разряжение, откачивая воздух и пар, то это непременно должно вести к расширению объема элементарной ячейки монокристалла жидкой фазы V_0 до $V_0' = V_0 + \Delta V$. Это приведет к уменьшению модуля упругости монокристалла воды и при достижении $P_0 = 6{,}10758 \cdot 10^2$ Па модуль упругости принимает значение $E_{s0}' = (E_{s0} - \Delta E_s)$, которое настолько мало, что начнется деструкция монокристалла на триады. Это явление, как явление холодного кипения воды, экспериментально хорошо изучено. И наоборот, если нагнетать в сосуд с водой воздух, повышая давление в системе, объем монокристалла, стало быть, и элементарной его ячейки будет уменьшаться до $V_0'' = (V_0 - \Delta V)$, обусловливая увеличение упругости монокристалла до $E_{s0}'' = (E_{s0} + \Delta E_s)$. Естественно при увеличении прочности монокристалла для его деструкции потребуется больше энергии, что экспериментально также хорошо изучено, как явление роста температуры кипения воды при увеличении давления. Таким образом, кипение воды есть деструкция монокристаллов воды на триады, т. е. на осцилляторы пара. Завершим анализ модуля Юнга монокристалла воды расчетом его по (17.37):

$$E_{s0} = \frac{7{,}9341486 \cdot 10^{-1} \cdot [7{,}62571 \cdot 10^{-21} + (-1{,}5259321 \cdot 10^{-19})]}{2 \cdot 2{,}0027339 \cdot 10^{-29}\ \text{м}^3} +$$

$$+ 2 \cdot 4{,}5354718 \cdot 10^{-25} \cdot 273{,}15 =$$

$$= \frac{-11{,}501936 \cdot 10^{-20} + 10^{-20} + 2{,}4777282 \cdot 10^{-22}}{4{,}0054678 \cdot 10^{-29}} =$$

$$= -2{,}8653729 \cdot 10^9, \text{ Дж} \cdot \text{м}^{-3} = \text{Па}, \qquad (17.47)$$

$$P_1 = \frac{\varphi_{H_2O} \cdot q}{2V_0} = \frac{-12{,}106972 \cdot 10^{-20}}{4{,}0054678 \cdot 10^{-29}} = -3{,}0226112 \cdot 10^9 \quad (17.48)$$

— напряжение взаимного притяжения пары молекул H_2O,

$$P_2 = \frac{\varphi_{H_2O} \cdot z}{2V_0} = \frac{6{,}0503516 \cdot 10^{-21}}{4{,}0054678 \cdot 10^{-29}} = 1{,}510523 \cdot 10^8 \text{ Па} \quad (17.49)$$

— напряжение взаимного отталкивания пары молекул,

$$P_3 = \frac{k_0^* \cdot T_0}{V_0} = \frac{12{,}3888641 \cdot 10^{-23}}{2{,}0027339 \cdot 10^{-29}} = 6{,}1858647 \cdot 10^6 \text{ Па} \quad (17.50)$$

— напряжение нулевого колебания молекулы H_2O,

$$E_{s0} = P_1 + P_2 + P_3 = -2{,}865373 \cdot 10^9 \text{ Па}, \quad (17.51)$$

$$n_{p0} = \frac{P_1}{(P_2 + P_3)} = \frac{-3{,}0226112 \cdot 10^9}{1{,}57238816 \cdot 10^8} = -19{,}22314 \quad (17.52)$$

— коэффициент полярных напряжений монокристалла воды в нормальных условиях. Для сравнения напомню, что у кристаллического золота $n_p = -26{,}65$.

3. Гиперчастотные параметры молекулы H_2O в составе монокристалла воды в нормальных условиях.

$$A_0 = 3{,}0232413 \cdot 10^{-11} \text{ м} \quad (17.20)$$

— амплитуда нулевого колебания

$$v_0 = 2A_0 \cdot f_0 = 2A_0 \cdot \psi_в \cdot T_0 = 3{,}4402589 \cdot 10^2 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}, \quad (17.53)$$

$$u_0 = \frac{k_0^* \cdot T_0}{m_0 v_0} = \frac{1{,}2388641 \cdot 10^{-22}}{1{,}0291714 \cdot 10^{-23}} = 12{,}03749 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}, \quad (17.54)$$

$$\sin \alpha_0 = \frac{2u_0}{v_0} = 6{,}998014 \cdot 10^{-2}, \quad (17.55)$$

$$\alpha_0 = 4^\circ \quad 36',$$

$$H_0 = A_0 \cdot \sin \alpha_0 = 2{,}1156684 \cdot 10^{-12} \text{ м} \quad (17.56)$$

— линейный шаг,

$$u_0 = H_0 \cdot f_0 = A_0 \cdot f_0 \cdot \sin \alpha_0 = 12{,}03749 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}, \quad (17.57)$$

$$r_0 = a_0 - A_0 = 2{,}7156539 \cdot 10^{-10} - 3{,}0232413 \cdot 10^{-11} =$$

$$= 2{,}4133298 \cdot 10^{-10} \text{ м} \quad (17.58)$$

— ширина межглобулярного пространства в монокристалле,

$$\eta_0 = \frac{m_0 \cdot f_0}{\pi \cdot A_0} = \frac{m_0 \cdot \varphi_в \cdot T_0}{\pi \cdot A_0} = 1{,}7921 \cdot 10^{-3}\ \text{Па} \cdot \text{с} \qquad (17.59)$$

— вязкость молекулы H_2O, равная вязкости воды.

4. Гиперчастотные параметры суперосциллятора воды в нормальных условиях. Рассмотрев гиперчастотные параметры элемента суперосциллятора воды, теперь перейдем к анализу параметров монокристалла, как осциллятора жидкой фазы. Его удобнее начать с установления полной энергии суперосциллятора E^{*}_{s0}:

$$E^{*}_{s0} = E_h + E_\omega + E(0) + E_t,\ \text{Дж, где} \qquad (17.60)$$

$$E_h = h \cdot f_0 = h \cdot \psi_в \cdot T_0 \qquad (17.61)$$

— энергия частотного взаимодействия,

$$E_\omega = m_s v_c^2 \qquad (17.62)$$

— энергия вращения монокристалла,

$$E(0) = n^{*} \cdot m_0 v_0 u_0 \qquad (17.63)$$

— энергия нулевого колебания всех молекул монокристалла,

$$E_t = m_s V_s U_s \qquad (17.64)$$

— транспортная энергия, энергия по переносу монокристалла, где v_s и u_s

— линейная и шаговая скорости суперосциллятора.

В (17.60) содержатся две неизвестные величины — это E^{*}_{s0} и E_t, но обе они имеют корректное решение.

$$E^{*}_{s0} = \frac{c^{*} \cdot m_{ед} \cdot T_0}{n_s} = \frac{c^{*} \cdot m_{ед} \cdot T_0}{m_{ед}/m_s} = c^{*} \cdot m_s \cdot T_0 = 1{,}2877369 \cdot 10^{-16}\ \text{Дж}, \qquad (17.65)$$

где $c^{*} = 4{,}19 \cdot 10^3\ \text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}$ — удельная теплоемкость воды [23].

$$E_t = E^{*}_{s0} - E_h - E_\omega - E(0) = 12{,}877369 \cdot 10^{-17} - (3{,}7701389 \cdot 10^{-21} + 6{,}7352368 \cdot 10^{-21} + 4{,}6594965 \cdot 10^{-19}) = 1{,}2829724 \cdot 10^{-16}\ \text{Дж}. \qquad (17.66)$$

В (17.64) пока не установлены линейная и шаговая скорости суперосциллятора, V_s и U_s, которые определяются без особого труда. Для этого прежде всего необходимо определить средний диаметр монокристалла как волчка, учитывая при этом его форму — косоугольный параллелепипед. Геометрические исследования вопроса

привели к следующему уравнению, определяющему радиус монокристалла — волчка R_{s0}:

$$R_{s0} = \frac{\frac{a_{s0}}{2} + \frac{a_{s0}\cdot\sqrt{2}}{2}}{2} = \frac{a_{s0}\cdot(1+\sqrt{2})}{4} = 2{,}5489532\cdot10^{-9}\ \text{м}, \tag{17.67}$$

$$d_{s0} = 2R_{s0} = \frac{a_{s0}\cdot(1+\sqrt{2})}{2} = 5{,}0979064\cdot10^{-9}\ \text{м} \tag{17.68}$$

— диаметр волчка—монокристалла,

$$A_{s0} = (d_{g0} - d_{s0}) = 8{,}921023\cdot10^{-10}\ \text{м} \tag{17.69}$$

— амплитуда суперосциллятора воды,

$$v_{s0} = 2A_{s0}\cdot f_0 = 1{,}0151565\cdot10^{4}\ \text{м}\cdot\text{с}^{-1} \tag{17.70}$$

— линейная скорость суперосциллятора,

$$u_{s0} = \frac{E_l}{m_s v_{s0}} = \frac{1{,}2829724\cdot10^{-16}}{1{,}1422072\cdot10^{-18}} = 1{,}1232396\cdot10^{2}\ \text{м}\cdot\text{с}^{-1} \tag{17.71}$$

— шаговая скорость суперосциллятора,

$$\sin\alpha_s = \frac{2u_{s0}}{v_{s0}} = 2{,}2129387\cdot10^{-2}, \tag{17.72}$$

$$\alpha_{s0} = 1°16' \tag{17.73}$$

— угловой шаг суперосциллятора,

$$H_{s0} = A_{s0}\cdot\sin\alpha_{s0} = 1{,}9741677\cdot10^{-11}\ \text{м} \tag{17.74}$$

— линейный шаг суперосциллятора.

Поскольку монокристалл воды есть истинно твердое тело, то радиус его вращения R_{cs} определяется из известного уже нам соотношения:

$$R_{cs} = \frac{R_{s0}}{\sqrt[3]{2}} = \frac{2{,}5489532\cdot10^{-9}}{1{,}2599211} = 2{,}0231054\cdot10^{-9}\ \text{м}. \tag{17.75}$$

Зная радиус вращения монокристалла, на основе четвертого закона механики, легко установить его угловую скорость ω_s и период вращения t_s:

$$\omega_s = \frac{v_c}{R_{cs}} = \frac{7{,}7369622\ \text{м}\cdot\text{с}^{-1}}{R_{cs}} = 3{,}8243001\cdot10^{9}\ \text{рад}\cdot\text{с}^{-1}, \tag{17.76}$$

$$t_s = \frac{2\pi}{\omega_s} = 1{,}6429634\cdot10^{-9}\ \text{с}, \tag{17.77}$$

$$r_s(h) = \frac{\hbar}{m_s v_{s0}} = \frac{4{,}1106086 \cdot 10^{-34}}{1{,}1422072 \cdot 10^{-18}} = 3{,}5988291 \cdot 10^{-16}\ \text{м} \qquad (17.78)$$

— расстояние критического сближения пары суперосцилляторов,

$$u_s(r) = f_0 \cdot r_s(h) = 2{,}047621 \cdot 10^{-3}\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1} \qquad (17.79)$$

— скорость блуждания суперосциллятора воды. Она очень мала по сравнению со скоростью блуждания осцилляторов газов. Так, средняя молекула воздуха в нормальных условиях имеет $u_{в0} = 1{,}0315\,\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$. Это значит, что диффузия воды происходит медленнее диффузии воздуха примерно в $n = u_s(r)/u_{в0} = 503{,}755$ раза.

5. **Поверхностное натяжение воды и строение монокристалла.** Данное свойство воды хорошо изучено экспериментально, но в классической физике теоретического обоснования не имеет.

Чтобы раскрыть физическую суть явления установим сначала координационное число поверхностного суперосциллятора. Мы уже знаем, что для газов, паров и жидкостей, обладающих глобулярной структурой, координационное число составляет $k = 12$. Для осциллятора же, занимающего поверхностное положение в жидкости, на границе раздела фаз жидкость—пар или жидкость—воздух, координационное число составит $k_1 = 6$ — по горизонтали. Во-вторых, совершенно очевидно теперь, после установления избыточных зарядов молекул воды q и z, что в основе поверхностного натяжения воды лежит электростатическое взаимодействие между монокристаллами, образующими поверхностный слой. В-третьих, величина поверхностного натяжения непременно должна быть обратно пропорциональна среднему расстоянию между центрами суперосцилляторов, а также площади грани элементарной ячейки монокристалла воды. С учетом этих положений мы можем составить уравнение поверхностного натяжения воды для произвольной температуры:

$$\alpha_t^{*} = \frac{k_1 \cdot \gamma \cdot q \cdot z}{a_1^2 \cdot d_{gl}} \cdot n_\alpha',\ \text{Н} \cdot \text{м}^{-1} \qquad (17.80)$$

где n_α' — число электрических полей окружения, с которым взаимодействует каждая молекула H_2O пробного монокристалла поверхностного слоя; $\gamma = 3{,}6473973 \cdot 10^6\ \text{Дж} \cdot \text{м} \cdot \text{Кл}^{-2}$ — уже известная нам электростатическая постоянная; $a_1 = \sqrt[3]{V_{s1}}$ — среднее значение ребра элементарной ячейки монокристалла; d_{gl} — диаметр глобулы суперосциллятора, равный среднему расстоянию между монокристаллами. Поскольку в (17.80) неизвестна только одна вели-

чина (n_α'), то она легко определяется для T_0 по экспериментальному значению $\alpha_0^{\text{эк}} = -7{,}562 \cdot 10^{-2}$ Н·м$^{-1}$:

$$n_\alpha' = \frac{\alpha_0^{\text{эк}} \cdot a_0^2 \cdot a_{g0}}{k_1 \cdot \gamma \cdot q \cdot z} = \frac{-3{,}3405114 \cdot 10^{-29}}{-2{,}5465357 \cdot 10^{-32}} = 1{,}3117865 \cdot 10^3 \qquad (17.81)$$

Объединив две постоянные, k_1 и n_α', в новую постоянную n_α получим:

$$n_\alpha = k_1 \cdot n_\alpha' = 7{,}870719 \cdot 10^3 = \text{Const} \qquad (17.82)$$

$$\alpha_i = \frac{n_\alpha \cdot \gamma \cdot q \cdot z}{a_i^2 \cdot d_{gi}}, \ \text{Н} \cdot \text{м}^{-1}. \qquad (17.83)$$

Это и есть окончательный вид уравнения поверхностного натяжения воды в интервале температур от t_0 до $t_1 = 100°$ С.

$$P_{\alpha i} = \frac{\alpha_i}{n_\alpha \cdot d_{gi}} = \frac{\gamma \cdot q \cdot z}{a_i^2 \cdot d_{gi}^2}, \ \text{Па} \qquad (17.83.1)$$

— избыточное давление жидкости, обусловливаемое поверхностным натяжением.

Из (17.83) явствует, все множители числителя являются постоянными величинами, а множители знаменателя — переменными. При этом с увеличением температуры системы растут и значения a_i и d_{gi}, что ведет к падению значения α_i. Ценность уравнения (17.83) состоит в том, что оно позволяет установить среднее значение периода кристаллической решетки монокристалла воды a_i при любой температуре по экспериментально установленным значениям α_i и ρ_i:

$$a_i = \sqrt{\frac{n_\alpha \cdot \gamma \cdot q \cdot z}{\alpha_i \cdot d_{gi}}} = \sqrt{\frac{n_\alpha \cdot \gamma \cdot q \cdot z}{\alpha_i \cdot \sqrt[3]{6m_s/\pi\rho_i}}}, \ \text{м} \qquad (17.84)$$

Так, для воды при $T_1 = 373{,}15$ К; $\rho_1 = 9{,}5838 \cdot 10^2$ кг·м$^{-3}$; $\alpha_1 = -5{,}884 \cdot 10^{-2}$ Н·м$^{-1}$; $P_1 = P_0$ имеем:

$$a_1 = \sqrt{\frac{-33{,}405112 \cdot 10^{-30}}{-3{,}5746307 \cdot 10^{-10}}} = 3{,}0569678 \cdot 10^{-10} \text{ м}, \qquad (17.85)$$

$V_1 = a_1^3 = 2{,}8567523 \cdot 10^{-29}$ м^3 — объем элементарной ячейки монокристалла в состоянии термического кипения воды. Теперь, зная значения a_0 и a_1, а также V_0 и V_1, легко установить коэффициенты

линейного α_μ и объемного β_μ температурного расширения монокристалла воды в интервале от $t_0 = 0°$ С до $t_1 = 100°$ С:

$$\alpha_\mu = \left(\frac{a_1 - a_0}{a_0}\right)/\Delta t = \left(\frac{a_1}{a_0} - 1\right)/(t_1 - t_0) =$$

$$= \frac{1{,}125678 - 1}{100 \text{ град}} = 1{,}25678 \cdot 10^{-3} \text{ град}^{-1} \qquad (17.86)$$

— коэффициент линейного температурного расширения монокристалла воды.

$$\beta_\mu = \frac{V_. - V_0}{V_0 \cdot \Delta t} = \frac{(V_1/V_0 - 1)}{(t_1 - t_0)} = \frac{1{,}4264041 - 1}{100 \text{ град}} = 4{,}264041 \cdot 10^{-3} \text{ град}^{-1}$$

(17.87)

— коэффициент объемного температурного расширения монокристалла воды. С помощью двух этих коэффициентов легко устанавливается собственный объем монокристалла воды при любой температуре от t_0 до $t_1 = 100°$ С или объем элементарной его ячейки:

$$V_{s1} = V_{s0} + \Delta V = V_{s0} + V_{s0} \cdot \beta_\mu \cdot (t_1 - t_0) = V_{s0} \cdot (1 + \beta_\mu \cdot t_1), \text{ м}^3$$

(17.88)

— объем монокристалла воды в функции от t_1.

$$V_0(t) = V_0 \cdot (1 + \beta_\mu \cdot t_1), \text{ м}^3 \qquad (17.89)$$

— объем элементарной ячейки монокристалла воды в функции от t_1, где V_{s0}, V_0 — объемы монокристалла и его элементарной ячейки в нормальных условиях.

Такова физическая суть и глубинные связи поверхностного натяжения воды и ее ультраструктуры.

6. Вязкость воды и нулевое колебание молекул монокристалла. Выше я уже приводил (17.19) уравнение вязкости воды. Тут рассмотрим некоторые нюансы этого соотношения. Во-первых, если исходить из факта, что структурными элементами всякой жидкости являются суперосцилляторы, то уравнение вязкости воды, по аналогии с газами, должно было бы иметь вид

$$\eta_i' = \frac{m_s \cdot f_i}{\pi \cdot d_{gl}}, \qquad (17.90)$$

где m_s — масса суперосциллятора, d_{gl} — диаметр его глобулы. Но установлено, что истинную вязкость воды и других жидкостей выражает уравнение

$$\eta_i = \frac{m_{0i} \cdot f_i}{\pi \cdot \Delta d_{gl}} = \frac{m_{0i} \cdot \psi_n \cdot T_n}{\pi \cdot A_{0i}}, \text{ Па} \cdot \text{с}, \qquad (17.91)$$

где m_{0i} — масса элемента суперосциллятора i-ой жидкости; $\psi_в$ — частотная постоянная воздуха; $\Delta d_{gi} = A_{0i}$ — диаметр глобулы элемента суперосциллятора, равный амплитуде его нулевого колебания; $T_в$ — термодинамическая температура воздуха.

Во-вторых, возникает вопрос — нет ли противоречия в том, что экспериментально измеряемое значение вязкости совпадает с результатом (17.91), а не (17.90)? Противоречие тут — только кажущееся, ибо верны оба эти уравнения. Но суть дела состоит в том, что на один суперосциллятор в любой жидкости приходится $n_i^ж$ осцилляторов второго порядка, частота которых равна частоте суперосциллятора. Т. е. параллельно и одновременно существуют два вида трения в любой жидкости: первый — это трение между суперосцилляторами, меру которого выражает (17.90) и второй вид — трение между элементами суперосциллятора, трение второго порядка или внутреннее трение суперосциллятора, мера которого описывается уравнением (17.91). У воды, как было показано выше, каждый суперосциллятор состоит из $n^ж = 3{,}7611039 \cdot 10^3$ молекул H_2O, что обусловливает резкий перевес доли внутреннего трения над долей трения между суперосцилляторами. Так, в нормальных условиях значение η_0' составляет:

$$\eta_0' = \frac{m_г \cdot f_0}{\pi \cdot d_{g0}} = \frac{6{,}4017731 \cdot 10^{-10}}{1{,}8818167 \cdot 10^{-8}} = 3{,}401911 \cdot 10^{-2}\ Па \cdot с, \qquad (17.92)$$

что больше $\eta = 1{,}7921 \cdot 10^{-3}$ в $n = 19{,}982819$ раз. Но если взять среднее значение обоих видов вязкости суперосциллятора, то получим $\bar{\eta}_0$:

$$\bar{\eta}_0 = \frac{\eta_0' + n^ж \cdot \eta_0}{(n^ж + 1)} = 1{,}8006661 \cdot 10^{-3}\ Па \cdot с. \qquad (17.93)$$

Если же быть предельно строгим, то необходимо признать, что экспериментально измеренное значение η_0 есть среднее значение внутренней и внешней вязкости суперосциллятора воды. Но учитывая малость расхождения между η_0 и $\bar{\eta}_0$, составляющего 0,48% и с целью упрощения расчетов мною принято равенство $\eta_0 = \bar{\eta}_0$.

Таким образом, если известна масса элемента монокристалла i-ой жидкости m_{0i} и измерена ее вязкость при T_i, то из (17.91) легко определяется амплитуда нулевого колебания элемента монокристалла A_{0i}:

$$A_{0i} = \frac{m_{0i} \cdot \psi_в \cdot T_{вi}}{\pi \cdot \eta_i},\ м \qquad (17.94)$$

Наиболее удачно это соотношение применимо к металлам в жидкой

фазе, ибо у них у всех элементами суперосцилляторов служат атомы и, стало быть, масса их всегда известна.

И, наконец, в-третьих, необходимо ответить на вопрос, почему вязкость истинных газов при росте температуры системы возрастает, а у жидкостей наоборот — уменьшается. Прежде чем ответить на этот вопрос необходимо уточнить, что речь идет о вязкости газов при $V = \text{Const}$. Напомню, что вязкость i-го газа описывается уравнением, аналогичным (17.91):

$$\eta_i = \frac{m_i \cdot \psi_i \cdot T_i}{\pi \cdot d_{gi}}. \qquad (17.95)$$

где m_i — масса осциллятора i-го газа; ψ_i T_i — частотная постоянная и термодинамическая температура этого газа; d_{gi} — диаметр его глобулы.

Из (17.95) легко видеть, что при $T \to \infty$ и вязкость газа также будет расти, поскольку все остальные члены уравнения есть постоянные величины, ибо при $V = \text{Const}$ также и $d_{gi} = \text{Const}$. Другое дело у жидкостей, осциллятор которых представляет сложную структурную единицу — монокристалл. Взгляните еще раз на знаменатель (17.91), куда входит амплитуда нулевого колебания, равная диаметру области частотного пребывания элемента монокристалла. Особенность жидкостей состоит в том, в отличие от газов, что при $V = \text{Const}$ $A_{0i} \neq \text{Const}$. А именно: при $T \to \infty$ имеет место опережающий рост амплитуды нулевого колебания, т. е. A_i растет быстрее T_i, вплоть до температуры фазового перехода жидкость—пар, что и обусловливает падение вязкости при нагревании жидкостей.

7. **Теплоемкость воды.** Как известно, вода обладает высокой удельной теплоемкостью $C^{\text{уд}} = 4{,}19 \cdot 10^3$ Дж $\cdot$ кг$^{-1} \cdot$ К$^{-1}$. Анализ явления необходимо начинать с уравнения полной энергии суперосциллятора воды (17.60—17.66) в нормальных условиях. Совершенно очевидно, что удельная теплоемкость воды есть отношение полной энергии суперосциллятора к его массе и термодинамической температуре T_{s0}:

$$C^{\text{уд}} = \frac{E^{\text{уд}}_{s0}}{m_s \cdot T_{s0}} = \frac{[E_{\text{ш}} + E_h + E(0) + E_i]}{m_s \cdot T_{s0}}. \qquad (17.96)$$

Учитывая, что $E_h = h \cdot f_0 = m_s \cdot v_s u_s(r) \cdot a$ и $E(0) = n^{\text{уд}} \cdot m_0 v_0 u_0 = m_s v_0 u_0$ и развернув все члены в числителе (17.96) получим в общем виде:

$$C^{\text{уд}} = \frac{m_s \cdot [v_c^2 + v_s u_s(r) \cdot a + B_0 u_0 + v_s u_s]}{m_s \cdot T_{s0}} =$$

$$= \frac{[v_c^2 + v_s u_s(r)\, a + v_0 u_0 + v_s u_s]}{T_{s0}}, \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{К}^{-1} \qquad (17.97)$$

Это же уравнение можно записать в виде суммы составляющих полной удельной теплоемкости воды:

$$C^{*} = C_{\omega} + C_{h} + C(0) + C_{t}, \text{ где} \qquad (17.98)$$

$$C_{\omega} = \frac{v_{r}^{2}}{T_{0}} = \frac{59{,}860584\ \text{м}^{2}\cdot\text{с}^{-2}}{273{,}15K} = 2{,}1914912\cdot 10^{-1}$$

$$\text{Дж}\cdot\text{кг}^{-1}\cdot\text{K}^{-1} = \text{м}\cdot\text{с}^{-2}\cdot\text{K}^{-1} = 5{,}23\cdot 10^{-3}\% \qquad (17.99)$$

от C^{*} — вращательная составляющая удельной теплоемкости;

$$C_{h} = \frac{v_{s}u_{s}(r)\cdot a}{T_{0}} = \frac{33{,}507763}{273{,}15} = 1{,}2267165\cdot 10^{-1}$$

$$\text{м}^{2}\cdot\text{с}^{-2}\cdot\text{K}^{-1} = 2{,}9277\cdot 10^{-3}\% \qquad (17.100)$$

от C^{*} — частотная составляющая;

$$C(0) = \frac{v_{0}u_{0}}{T_{0}} = \frac{4141{,}2082\ \text{М}^{2}\cdot\text{с}^{-2}}{273{,}15} = 15{,}16093$$

$$\text{м}^{2}\cdot\text{с}^{-2}\cdot\text{K}^{-1} = 0{,}36183\% \qquad (17.101)$$

от C^{*} — составляющая нулевого колебания;

$$C_{t} = \frac{v_{s}u_{s}}{T_{0}} = \frac{1140{,}2639\cdot 10^{3}}{273{,}15\ \text{K}} = 4{,}1744971\cdot 10^{3}$$

$$\text{м}^{2}\cdot\text{с}^{-2}\cdot\text{K}^{-1} = 99{,}63\% \qquad (17.102)$$

от C^{*} — транспортная составляющая, составляющая массопереноса. Таким образом, мы видим, что почти вся энергия, затрачиваемая на нагрев воды, расходуется как на рост подвижности самого суперосциллятора (C_{t}), так и рост подвижности молекул $H_{2}O$ внутри суперосциллятора.

§ 18. ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ ВОДЫ

1. Фазовый переход вода—лед в нормальных условиях.

$q^{л} = 3{,}337\cdot 10^{5}$ Дж·кг$^{-1}$

— удельная теплота плавления льда [23],

$C^{л} = 2{,}09\cdot 10^{3}$ Дж·кг$^{-1}$·K^{-1}

— удельная теплоемкость льда [23].

Экспериментально установлено, что для перевода $m_{сд}$ воды в твердое состояние (в нормальных условиях) необходимо отнять от этой массы воды энергию фазового перехода E_{q}:

$$E_{q} = m_{сд}\cdot q^{л} = 3{,}337\cdot 10^{5}\ \text{Дж} \qquad (18.1)$$

И наоборот, чтобы перевести $m_{сд}$ льда в жидкое состояние необходимо затратить энергию E_q. Парадокс, состоит в том, что при одной и той же температуре $t_0 = 0°$ С осуществляются фазовые переходы вода—лед и лед—вода отнятием от системы энергии E_q или ее возвращением в нее! Т. е. частота структурных элементов сохраняется неизменной, составляя $f_0 = f_э \cdot T_0$, а состояние вещества и энергетическая насыщенность системы меняются! Это возможно лишь в случае, когда отнятие энергии от системы сопровождается уменьшением амплитуды колебания ее структурных элементов и, стало быть, их линейной и шаговой скоростей. И наоборот, возвращение энергии в систему сопровождается ростом амплитуды, линейной и шаговой скоростей структурных элементов. Чтобы убедиться в справедливости этого заключения сделаем количественный анализ энергетики масс льда и воды в нормальных условиях. Но прежде — несколько слов о качественной стороне фазового перехода вода—лед. Из вышеизложенного мы уже знаем, что пар — это конденсированная среда первого порядка, ибо структурная единица водяного пара образуется конденсацией трех молекул H_2O в триаду. Жидкая фаза воды есть конденсированная среда второго порядка, ибо ее структурная единица — суперосциллятор образуется конденсацией $\gamma = 1{,}2531039 \cdot 10^3$ триад. А что же лед? Оказалось, что фазовый переход вода—лед осуществляется не путем дальнейшей конденсации, а путем кристаллизации суперосцилляторов воды, структура и масса которых сохраняются без изменения. Т. е. «атомами» льда являются суперосцилляторы воды, которые по мере охлаждения системы теряют два вида энергии их четырех, а именно — энергию вращения $E_ш$ и энергию частотного взаимодействия E_h. При этом около 26,5% суперосцилляторов, представляющих собой косоугольные параллелепипеды, срастаются попарно различными гранями, образуя суперосциллятор льда с массой $m_л = 2m_ч$. Таким образом, суть отвердения, суть перехода из жидкого состояния в твердое, для всех веществ един и состоит в утере структурными элементами (суперосцилляторами) двух видов движения из трех в жидком состоянии — вращательного и частотного. Сохраняется же в твердой фазе только нулевое колебание как самих суперосцилляторов, так и их элементов. Напомню, что в нулевом колебании не участвует электрино-посредник, это не электродинамическое колебание с участием постоянной Планка, а электростатическое. Каждый суперосциллятор кристаллического тела, одинарный или сдвоенный, имеет жесткую пространственную фиксацию, а область его колебания ограничена областью частотного пребывания, объем которого $\Delta V_ч$ много меньше объема глобулы суперосциллятора $V_ш$. Эта фиксация возможна лишь при условии

$$E_d \leq E_{si}, \qquad (18.2)$$

где E_d — динамическая энергия суперосциллятора жидкой фазы, E_{st} — его статическая энергия в твердой фазе. Теперь мы можем перейти к анализу количественной стороны явления. Для полной энергии единичной массы воды получим:

$$E_m^{ж} = C^{ж} \cdot m_{ед} \cdot T_0 = 11{,}444985 \cdot 10^5 \text{ Дж}, \tag{18.3}$$

а переходя к динамической энергии одного суперосциллятора воды, найдем:

$$E_d = \frac{E_m^{ж}}{n_s} = \frac{C^{ж} \cdot m_{ед} \cdot T_0}{m_{ед}/m_s} = 1{,}2877369 \cdot 10^{-16} \text{ Дж}. \tag{18.4}$$

Полная энергия единичной массы льда определится аналогично:

$$E_m^{л} = C^{л} \cdot m_{ед} \cdot T_0 = 5{,}708835 \cdot 10^5 \text{ Дж}. \tag{18.5}$$

Допустим, что при фазовом переходе вода—лед число суперосцилляторов в единичной массе не изменяется, т. е. $n_s = m_{ед}/m_s = 8{,}887673 \cdot 10^{21}$ справедливо и для льда. Тогда статическая энергия суперосциллятора льда определяется легко:

$$E_{st}' = \frac{E_m^{л}}{n_s} = C^{л} \cdot m_s \cdot T_0 = 6{,}4233178 \cdot 10^{-17} \text{ Дж}. \tag{18.6}$$

Совершенно очевидно, что динамическая и статическая энергии суперосциллятора связаны посредством энергии фазового перехода, ибо отнятие энергии фазового перехода от единичной массы воды переводит ее в твердую фазу и наоборот. В расчете на один суперосциллятор энергия фазового перехода составляет E_f':

$$E_f' = \frac{E_q}{n_s} = q^{л} \cdot m_s = 3{,}7546385 \cdot 10^{-17} \text{ Дж}. \tag{18.7}$$

Из сказанного следует уравнение энергии фазового перехода вода—лед:

$$E_d = (E_{st} + E_f'). \tag{18.8}$$

Если теперь в (18.8) ввести численные значения величин E_{st}' и E_f', то мы получаем несходимость, свидетельствующую о неверности нашего допущения относительно числа суперосцилляторов в единичной массе льда. Но из (18.8) можно определить точное значение массы среднего суперосциллятора $m_л$, записав его в развернутом виде:

$$C^{ж} \cdot m_s \cdot T_0 = C^{л} \cdot m_л \cdot T_0 + q^{л} \cdot m_л, \tag{18.9}$$

$$m_л = \frac{C^{ж} \cdot m_s \cdot T_0}{(C^{л} \cdot T_0 + q^{л})} = \frac{12{,}877369 \cdot 10^{-17}}{9{,}045835 \cdot 10^5} = 1{,}4235688 \cdot 10^{-22} \text{ Кг}, \tag{18.10}$$

$$n_л = \frac{m_{ед}}{m_л} = 7{,}024599 \cdot 10^{21} \tag{18.11}$$

— число суперосцилляторов льда в единичной его массе,

$$k_л = \frac{n_в}{n_л} = \frac{m_л}{m_в} = 1{,}2652214 \tag{18.12}$$

— коэффициент срастания суперосцилляторов воды при фазовом переходе вода—лед.

Эти результаты свидетельствуют о том, что при фазовом переходе вода—лед число структурных элементов единичной массы уменьшается на 26,5% и на столько же возрастает масса среднего суперосциллятора льда. При этом из 100 суперосцилляторов льда 26—27 представлены сдвоенными монокристаллами воды, а 73—74 — одинарными, т. е. не претерпевшими никаких перестроек. Теперь мы можем получить истинные значения статической энергии и энергии фазового перехода:

$$E_{st} = C^{\gamma} \cdot m_л \cdot T_0 = 8{,}1269192 \cdot 10^{-17} \text{ Дж}, \tag{18.13}$$

$$E_f = q^{\gamma} \cdot m_л \approx 4{,}750449 \cdot 10^{-17} \text{ Дж}. \tag{18.14}$$

Несмотря на то, что лед формируется не путем дальнейшей конденсации молекул H_2O, а методом кристаллизации, нам необходимо ввести в обращение величину γ^{γ}, представляющую собой коэффициент конденсации льда, формально аналогичный γ^{γ} и $\gamma^{\varkappa}$:

$$\gamma^{\gamma} = \frac{m_л}{m_0} = \frac{14{,}235688 \cdot 10^{-23}}{2{,}9915523 \cdot 10^{-26}} = 4{,}7586291 \cdot 10^{3} \tag{18.15}$$

Теперь не составляет труда вывести составляющие статической энергии суперосциллятора льда:

$$E_{st} = E\,(0)_л + E_{tл} = \gamma^{\gamma} \cdot k_0^{\varkappa} \cdot T_0 + m_л v_л u_л, \tag{18.16}$$

где $E\,(0)_л$ — энергия нулевого колебания элементов суперосциллятора льда, а E_t — его транспортная энергия, энергия по переносу массы в координатах пространства частотного пребывания суперосциллятора $\Delta v_{gл}$; $v_л$ и $u_л$ — линейная и шаговая скорости в нулевом колебании суперосциллятора льда. Поскольку переход в твердое состояние сопровождается уменьшением энергии структурного элемента системы, то согласно (17.40) $\sin \alpha_л > \sin \alpha_в$ и корректно равенство между жидкой и твердой фазами следующего вида:

$$\frac{\varepsilon_t}{\varepsilon_{tл}} = \frac{\sin \alpha_л}{\sin \alpha_в}, \tag{18.17}$$

где ε_t — транспортная энергия суперосциллятора жидкой фазы

(17.66). Из (18.17) следует постоянная масс переноса для суперосциллятров воды и льда $W_{\text{л}0}$ для нормальных условий:

$$W_{\text{л}0} = \varepsilon_{\text{л}} \cdot \sin \alpha_{\text{в}} = \varepsilon_{\text{ул}} \cdot \sin \alpha_{\text{л}} = 2{,}8391392 \cdot 10^{-18} \text{ Дж} = \text{Const}. \quad (18.18)$$

Из этого соотношения следует:

$$\varepsilon_{\text{л}} = \frac{W_{\text{л}0}}{\sin \alpha_{\text{в}}}, \quad (18.19)$$

$$\varepsilon_{\text{ул}} = \frac{W_{\text{л}0}}{\sin \alpha_{\text{л}}}, \quad (18.20)$$

Определяя из (18.16) транспортную энергию суперосциллятора льда получим:

$$\varepsilon_{\text{ул}} = E_{\text{в}} - \varepsilon\,(0)_{\text{л}} = C^{\text{л}} \cdot m_{\text{л}} \cdot \text{T}_0 - \gamma^{\text{л}} \cdot k_0^{*} \cdot \text{T}_0 = \text{T}_0 \cdot (C^{\text{л}} \cdot m_{\text{л}} - \gamma^{\text{л}} \cdot k_0^{*}). \quad (18.21)$$

Приравняв правые части (18.20) и (18.21) и решая полученное уравнение относительно единственной неизвестной $\sin \alpha_{\text{л}}$:

$$\sin \alpha_{\text{л}} = \frac{W_{\text{л}0}}{\text{T}_0 \cdot (C^{\text{л}} \cdot m_{\text{л}} - \gamma^{\text{л}} \cdot k_0^{*})}. \quad (18.22)$$

Если теперь развернуть основное уравнение транспортной энергии суперосциллятора льда, то получим:

$$\varepsilon_{\text{ул}} = m_{\text{л}} v_{\text{л}} u_{\text{л}} = m_{\text{л}} v_{\text{л}} \cdot \frac{v_{\text{л}} \cdot \sin \alpha_{\text{л}}}{2} = \frac{m_{\text{л}} v_{\text{л}}^2 \cdot \sin \alpha_{\text{л}}}{2}, \quad (18.23)$$

а вводя в это уравнение вместо $\sin \alpha_{\text{л}}$ его значение из (18.22) и вместо $\varepsilon_{\text{ул}}$ его значение из (18.21) получаем корректное решение линейной скорости суперосциллятора льда в нормальных условиях:

$$v_{\text{л}0} = \sqrt{\frac{2 \cdot \text{T}_0^2 \cdot (C^{\text{л}} \cdot m_{\text{л}} - \gamma^{\text{л}} \cdot k_0^{*})^2}{m_{\text{л}} \cdot W_{\text{л}0}}}, \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}. \quad (18.24)$$

При переходе к общему решению в условиях, когда $T \to -\infty$ будем иметь:

$$v_{\text{л}} = \sqrt{\frac{\text{T}_i^2}{W_{\text{л}}} \cdot \frac{2\,(c^{\text{л}} \cdot m_{\text{л}} - \gamma^{\text{л}} \cdot k_0^{*})^2}{m_{\text{л}}}}, \quad (18.25)$$

где первый сомножитель под корнем величина переменная, тогда как второй является Const. Поскóльку при $T \to -\infty$ $v_{\text{л}} \to 0$, то из (18.25) следует, что числитель переменного множителя непременно уменьшается с опережением знаменателя. Рассчитаем численные

значения гиперчастотных величин суперосциллятора льда и сравним их с таковыми жидкой фазы

$$\varepsilon_{tл} = 273{,}15\cdot(2{,}9752587\cdot10^{-19}-2{,}1582628\cdot10^{-21}) =$$

$$= 8{,}0679662\cdot10^{-17}\text{Дж} \qquad (18.26)$$

$$\left.\begin{aligned} \varepsilon\,(0)_л &= E_{st} - \varepsilon_{tл} = 5{,}8953\cdot10^{-19}\ \text{Дж} \\ \varepsilon\,(0)_л &= \gamma^л\cdot k_0^ж\cdot T_0 = 5{,}8952947\cdot10^{-19}\ \text{Дж} \end{aligned}\right\}, \qquad (18.27)$$

$$\sin\alpha_л = \frac{W_{t0}}{T_0\,(C^л m_л - \gamma^л\cdot k_0^ж)} = \frac{2{,}8391392\cdot10^{-18}}{8{,}0679662\cdot10^{-17}} = 3{,}5190271\cdot10^{-2}, \qquad (18.28)$$

$\alpha_л = 2°\ 1'$ — угловой шаг суперосциллятора льда, (18.29)

$$v_л = \sqrt{\frac{2\varepsilon_{tл}}{m_л\cdot\sin\alpha_л}} = \sqrt{\frac{16{,}135932\cdot10^{-17}}{5{,}0095771\cdot10^{-24}}} = 5{,}6754002\cdot10^3\ \text{м}\cdot\text{с}^{-1}, \qquad (18.30)$$

$$u_л = \frac{v_л\cdot\sin\alpha_л}{2} = 99{,}859435\ \text{м}\cdot\text{с}^{-1}, \qquad (18.31)$$

$$A_л = \frac{V_л}{2f_0} = \frac{5{,}6754002\cdot10^3}{1{,}1379373\cdot10^{13}} = 4{,}9874454\cdot10^{-10}\ \text{М} — \qquad (18.32)$$

амплитуда нулевого колебания суперосциллятора льда,

$$H_л = A_л\cdot\sin\alpha_л = 1{,}7550955\cdot10^{-11}\ \text{м} — \qquad (18.33)$$

линейный шаг суперосциллятора льда,

$$V_{gл} = \frac{m_л}{\rho_л} = \frac{1{,}4235688\cdot10^{-22}}{917\ \text{кг}\cdot\text{м}^{-3}} = 1{,}5524196\cdot10^{-25}\ \text{м}^3 \qquad (18.34)$$

— объем глобулы среднего суперосциллятора льда,
где $\rho_л = 917$ кг·м$^{-3}$ — плотность льда при $t = 0°$ С [24, с. 203].

$$V_{sл} = k_л\cdot V_{s0} = 9{,}5302683\cdot10^{-26}\ \text{м}^3 — \qquad (18.35)$$

собственный объем среднего суперосциллятора льда,

$$\Delta V_{gл} = \frac{\pi\cdot A_л^3}{6} = 6{,}495806\cdot10^{-29}\ \text{м}^3 — \qquad (18.36)$$

объем пространства частотного пребывания вокруг суперосциллятора льда,

$$V(h) = (V_{\text{эл}} + \Delta V_{\text{эл}}) = 9{,}5367641 \cdot 10^{-26}\ \text{м}^3 = 61{,}431613\%\, V_{\text{эл}} — \tag{18.37}$$

полный объем области частотного пребывания суперосциллятора льда. Сравнивая полученные результаты по суперосциллятору льда с таковыми по жидкой фазе (17.69—17.74) мы найдем, что действительно, по важнейшим динамическим показателям наблюдается значительное сокращение при фазовом переходе вода—лед. Так, $n_A = A_s/A_л = 1{,}7886958$; $n_v = v_s/v_л = 2f_0A_s/2f_0A_л = n_A$; $n_u = u_s/u_л = H_s/H_л = 1{,}12482$; $n_{ш} = v_s u_s / v_л u_л = 2{,}01196$ и т. д.

Лишь у одного параметра при этом повышается значение — это угловой шаг суперосциллятора льда:

А теперь пора вернуться к детальному рассмотрению статической энергии суперосциллятора льда. Дело в том, что в (18.16) она выражена чисто динамически, хотя в основе нулевого колебания как молекул H_2O, так и суперосцилляторов, лежит электростатическая энергия полярных молекул воды. Для энергии нулевого колебания молекулы H_2O в составе монокристалла мы имеем систему:

$$\left.\begin{aligned} \varepsilon_0 &= k_0^{\text{ж}} \cdot T_0 \\ \varepsilon_0 &= \frac{\gamma \cdot q \cdot z}{a_0} \cdot n_0 \end{aligned}\right\}, \tag{18.38}$$

где a_0 — среднее межмолекулярное расстояние в монокристалле (17.22); n_0 — число молекул, взаимодействующих с пробной молекулой H_2O. Решая эту систему относительно n_0 найдем:

$$n_0 = \frac{k_0^{\text{ж}} \cdot T_0 \cdot a_0}{\gamma \cdot q \cdot z} = \frac{33{,}643261 \cdot 10^{-33}}{4{,}2442264 \cdot 10^{-33}} = 7{,}9268299 \tag{18.39}$$

Таким образом мы видим, что энергия нулевого колебания пробной молекулы в составе монокристалла воды обусловливается электростатическим взаимодействием ее с n_0 молекулами ближайшего окружения. Аналогично можно обосновать и транспортную энергию суперосциллятора льда.

Рассмотрим для простоты анализа не средний суперосциллятор льда, а одинарный монокристалл воды в твердом состоянии. Как нам уже известно, монокристалл воды есть косоугольный параллелепипед, обладающий шестью гранями и что каждая его грань образована молекулами H_2O, число которых N_i определяется соотношением:

$$N_i = n_x n_y = n_x \cdot n_z = n_y n_z, \tag{18.40}$$

где $n_x = n_y = n_z = 15{,}551482$ — число молекул вдоль каждого ребра монокристалла (17.30). Общее минимальное число внешних молекул монокристалла составит величину N_s:

$$N_s = 6N_i = 6n_x n_y = 1{,}4510915 \cdot 10^3. \tag{18.41}$$

Поскольку по своей структуре лед относится к гексагональной сингонии, то координационное число его структурного элемента можно принять равным двадцати, т. е.

$$k_{зл} = 20. \tag{18.42}$$

Очевидно поля внешних N_z молекул пробного монокристалла взаимодействуют с полями внешних молекул восьми граней монокристаллов ближайшего окружения. При этом общее число внешних молекул восьми монокристаллов окружения, взаимодействующих с полями пробного монокристалла составит N_2:

$$N_2 = k_{зл} \cdot n_x^2 = 4{,}8369718 \cdot 10^3 \tag{18.43}$$

Но в силу фактора мелькания, обусловливаемого нулевым колебанием структурных элементов льда, число электростатически взаимодействующих монокристаллов с пробным может превосходить $k_{зл}$. С учетом этих особенностей можно составить систему из двух уравнений для транспортной энергии среднего суперосциллятора льда:

$$\left.\begin{aligned} \varepsilon_{тл} &= m_л \cdot v_л \cdot u_л \\ \varepsilon_{тл} &= N_z N_2 \cdot \frac{\gamma q z}{a_л} \cdot N_3 \end{aligned}\right\} \tag{18.44}$$

где N_3 — число граней, взаимодействующих с пробным монокристаллом и расположенных за пределами координационного числа; $a_л$ — среднее расстояние между суперосцилляторами льда:

$$a_л = \sqrt[3]{V_{зл}} = \sqrt[3]{m_л / \rho_л} = 5{,}952542 \cdot 10^{-9} \text{ м}. \tag{18.45}$$

Решая систему (18.44) относительно N_3 найдем:

$$N_3 = \frac{m_л v_л u_л \cdot a_л}{N_z N_2 \cdot \gamma q \cdot z} = \frac{-4{,}8024905 \cdot 10^{-25}}{-2{,}9789751 \cdot 10^{-26}} = 16{,}121284. \tag{18.46}$$

Из этого результата следует, что реальное число суперосцилляторов, электростатически взаимодействующих с пробным, охватывает две трансляции по всем направлениям. Во-вторых, отсюда также следует, что транспортная энергия суперосциллятора льда или энергия нулевого колебания суперосциллятора льда по своей физической сути есть часть энергии взаимного сближения структурных элементов льда, обусловливаемой взаимодействием полярных молекул воды. Именно поэтому в числитель (18.46) мы вынуждены ввести отрицательный знак, хотя он в предыдущих расчетах никоим образом еще не проявлялся. Ана-

лизируя далее энергию масспереноса суперосциллятора $\varepsilon_{сл}$ можно показать, что она же обусловливает и модуль Юнга льда $E_{л0}$:

$$E_{л0} = \frac{\varepsilon_{сл}}{(V_{вл} - V_{сл})} = \frac{N_s N_2 N_3 \gamma q \cdot Z}{a_л \cdot (V_{вл} - V_s сл)}, \qquad (18.47)$$

где $V_{сл}$ — собственный объём среднего суперосциллятора льда (18.35). Выше я приводил из обзора Р. Эдвардса [24, с. 73], что натурные измерения льда дают для модуля Юнга $1{,}212 \cdot 10^9 - 3{,}72 \cdot 10^9$ Па (17.33). Рассчитываем теоретическое значение по (18.47):

$$E_{л0} = \frac{-4{,}8024905 \cdot 10^{-25} \text{ Дж. м}}{5{,}952542 \cdot 10^9 \text{ м} \cdot 5{,}993928 \cdot 10^{-26} \text{ м}^3} =$$

$$= -1{,}3460231 \cdot 10^9, \text{ Дж} \cdot \text{м}^{-3} = \text{Н} \cdot \text{м}^{-2}. \qquad (18.48)$$

Как видим, во-первых, теоретическое значение модуля Юнга лежит в интервале значений натурных измерений. Во-вторых, модуль упругости льда $E_{л0}$ много меньше модуля упругости монокристалла воды $E_{s0} = -2{,}8653729 \cdot 10^9$ Па (17.37 и 17.47), что имеет важное значение для понимания прочностной характеристики льда, важного природного материала. Совершенно очевидно, что всякое внешнее напряжение, приложенное к некоторой массе льда, есть положительное напряжение, стремящееся к разрыву электростатических связей между суперосцилляторами. Поэтому общая прочность льда $P_л$ является функцией как внутреннего, отрицательного $E_{л0}$, так и внешнего, положительного P_i напряжений:

$$P_{ли} = E_{л0} + P_i. \qquad (18.49)$$

Из этого уравнения следует, что деструкция льда, вплоть до фазового перехода лёд—вода, может происходить и при температурах, много ниже температуры плавления льда. Нет сомнения в том, что на прочность льда влияют очень многие факторы как химические примеси, температура и давление кристаллизации при фазовом переходе вода—лёд и т. д. Поэтому измерения прочности на изгиб и сжатие дают сильный разброс результатов. Так, по [24, с. 64—81] прочность на изгиб $\sigma_f = 2 \cdot 10^5 - 10 \cdot 10^5$ Па; прочность на сжатие $\sigma_{ис} = 2 \cdot 10^6 - 2 \cdot 10^7$ Па; давление проникания индентора $\sigma_p = 1{,}2 \cdot 10^6 - 3 \cdot 10^6$ Па. Соотношение между модулем упругости на изгиб и прочностью на изгиб $k_f = E_f / \sigma_f = 1000 - 5000$. Возникает резонный вопрос — почему столь велик разрыв между модулями упругости и прочности льда? Суть этого расхождения состоит в том, что внешнее напряжение воспринимает внешний слой суперосцилляторов льда, прочность которых меньше суперосцилляторов толщи льда на 4—5 порядков. Дело в том, что как мы видели

выше, что пробный суперосциллятор в толще льда имеет электростатическое взаимодействие с ближайшим окружением вдоль сферически замкнутой плоскости. А у внешнего суперосциллятора электростатическая связь сохраняется лишь вдоль полусферы, и потому модуль упругости внешнего слоя льда составит $E_{л1}$:

$$E_{л1} = -\sqrt{E_{л0}} = -\sqrt{\frac{N_1 N_2 N_3 \gamma \cdot g \cdot z}{a_л (V_{ел} \cdot V_{ел})}} = -3{,}6688187 \cdot 10^4 \text{ Па}. \quad (18.50)$$

Можем ли мы проверить этот результат экспериментально? Безусловно, да. Обратимся к табл. 3 из работы Р. Эдвардса [24, с. 79] и возьмем для расчета, например, экспериментальные данные по второй строчке. Они следующие: $d = 3{,}81 \cdot 10^{-2}$ м — диаметр цилиндрического индентора; $F = 19{,}6$ Н — приложенная сила, при которой наблюдалось вдавливание индентора, свидетельствующее о достижении предела прочности. Проведем несложные расчеты на уровне суперосциллятора внешнего слоя.

$$S_i = \pi d^2/4 = 1{,}1400918 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \text{ — площадь индентора,} \quad (18.51)$$

$$S_2 = a_л^2 = 3{,}54327656 \cdot 10^{-17} \text{ м}^2 \quad (18.52)$$

— площадь, занимаемая одним внешним суперосциллятором льда,

$$n = S_i / S_2 = 3.217621 \cdot 10^{13} \quad (18.53)$$

— число внешних суперосцилляторов, воспринимающих силу индентора,

$$S_3 = \pi \Delta d^2/4 = 2{,}5236247 \cdot 10^{-17} \text{ м}^2 \quad (18.54)$$

— площадь сечения области частотного пребывания суперосциллятора в толще льда,
где

$$\Delta d = \sqrt[3]{\frac{6V(h)}{\pi}} = 5{,}668491 \cdot 10^{-9} \text{ м} \quad (18.55)$$

— диаметр этой области.
Именно сечение S_3 и воспринимает силу индентора, приходящую на долю одного суперосциллятора. Но нам необходимо учесть, что диаметр области частотного пребывания внешнего суперосциллятора должен быть меньше такового в толще льда ввиду дисбаланса сил. Без большой ошибки можно допустить, что он меньше в $\sqrt{2}$ раз:

$$S_4 = S_3/\sqrt{2} = \frac{\pi \cdot \Delta d^2}{4\sqrt{2}} = 1{,}7844722 \cdot 10^{-17} \text{ м}^2 \quad (18.56)$$

— сечение области частотного пребывания внешнего суперосциллятора льда (приближенное значение).

Зная силу индентора, приходящую на один суперосциллятор, $\Delta F = F/n$, и активное сечение внешнего суперосциллятора S_4 легко можем определить предел прочности внешнего суперосциллятора σ_F (приближенное значение):

$$\sigma_F = \frac{F}{n \cdot S_4} = \frac{19{,}6H}{5{,}7417552 \cdot 10^{-4}\ \text{м}^2} = 3{,}4135903 \cdot 10^4\ \text{Па}. \qquad (18.57)$$

Этот результат, основанный на экспериментальном измерении прочности льда вдавливанием индентора, отличается от теоретического (18.50) лишь на 7,4768%, что лежит в пределах погрешности опыта. Если же считать наиболее точным теоретический результат, то по нему из (18.57) можно определить точное значение сечения области частотного пребывания внешнего суперосциллятора ΔS_1:

$$\Delta S_1 = \frac{F}{n \cdot E_{\text{дл}}} = \frac{19{,}6}{1{,}1804868 \cdot 10^{18}} = 1{,}6603319 \cdot 10^{-17}\ \text{м}^2, \qquad (18.58)$$

$$4d_1 = \sqrt{\frac{4S_3}{\pi}} = 4{,}5978257 \cdot 10^{-9}\ \text{м} \qquad (18.59)$$

— истинный диаметр сечения области частотного пребывания внешнего суперосциллятора льда.

Теперь мы имеем полное совпадение давления проникания индентора с модулем упругости внешнего слоя суперосцилляторов льда $E_{\text{дл}}$:

$$\sigma_p = F/n \cdot \Delta S_1 = -E_{\text{дл}}, \text{ или} \qquad (18.60)$$

$$\sigma_p + E_{\text{дл}} = 0 \qquad (18.61)$$

— уравнение предела прочности внешнего слоя суперосцилляторов льда в нормальных условиях.

Развернув члены (18.61) получим в общем виде:

$$\frac{16a_{\text{л}}^2 \cdot F_i}{\pi^2 \cdot d_i^2 \cdot \Delta d_i^2} + \left[-\sqrt{\frac{N_1 N_2 N_3 \gamma q \cdot z}{a_{\text{л}} \cdot (V_{\text{дл}} - V_{\text{зл}})}} \right] = 0, \qquad (18.62)$$

где F_i и d_i — приложенная к индентору сила и диаметр цилиндрического индентора при достижении давления проникания в i-ом эксперименте.

Таким образом прочность реального льда, в самых разных механических ситуациях, прежде всего определяется прочностью внешнего слоя суперосцилляторов, ибо деструкция начинается именно от него. Большой разрыв между модулем упругости и прочностью

сжатие определяется отношением модуля Юнга для льда к модулю упругости его внешнего слоя:

$$k_{\text{Б}} = \frac{E_{\text{л0}}}{E_{\text{л1}}} = \frac{-13{,}460231 \cdot 10^{8}}{-3{,}6688187 \cdot 10^{4}} = 3{,}6688187 \cdot 10^{4}. \qquad (18.63)$$

Во-вторых, большое значение в определении прочности реального льда играет форм-фактор. Если основная нагрузка приходится на внешние слои — прочность низка, если же основное напряжение приложено к толще льда — прочность велика. Так, измерение давления проникания индентора на поверхности образца и измерение этого же давления вмороженным в толщу льда индентором покажут существенно разные значения при прочих равных условиях.

Наблюдательным подтверждением верности полученных мною выше результатов по физике льда является тот факт, что и в самые суровые зимы, когда температура воздуха падает до $t = -30°$ С из под ледников, расположенных выше снеговой линии, в горах Памира, Тянь-Шаня, Кавказа и Альп, не переставая текут ручьи талой ледниковой воды, дающие начало всем горным рекам. Тают же ледники не потому, что высока температура скал под ледниками, а в силу высокого гравитационного напряжения на дне ледника, превосходящего предел прочности поверхностного слоя суперосцилляторов.

2. Фазовый переход вода — пар при термическом кипении.

Исходные экспериментальные данные для анализа:

$p_1 = P_0 = 1{,}01325 \cdot 10^{5}$ Па

$T_1 = 373{,}15$ К

$\rho_1 = 9{,}5838 \cdot 10^{2}$ кг·м$^{-3}$

$\left.\begin{array}{l} \eta_{\text{ll}} = 2{,}838 \cdot 10^{-4} \text{ Па·с} \\ \alpha_1 = 5{,}884 \cdot 10^{-2} \text{ Н·м}^{-1} \end{array}\right\}$ по [14]

$C^{\text{ж}} = 4{,}19 \cdot 10^{3}$ Дж·кг$^{-1}$·К$^{-1}$ [23]

$q^{\text{п}} = 2{,}256 \cdot 10^{6}$ Дж·кг$^{-1}$

— удельная теплота парообразования [23].

Разобраться в фазовом переходе вода—пар можно только исследовав гиперчастотную картину монокристалла в точке 1, точке кипения воды при нормальном давлении. Поэтому начнем с установления гиперчастотных параметров монокристалла в этой точке.

$$f_1 = \Psi_{\text{в}} \cdot T_1 = 7{,}772676 \cdot 10^{12} \text{ с}^{-1} \qquad (18.64)$$

— частота колебания молекул H_2O

$$A_1 = \frac{m_0 f_1}{\pi \cdot \eta_{\text{ll}}} = 2{,}6079838 \cdot 10^{-10} \text{ м} \qquad (18.65)$$

— амплитуда колебания молекул,

$$v_1 = 2A_1 \cdot v_1 = 4{,}0542026 \cdot 10^3 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \quad (18.66)$$

— линейная скорость молекул,

$$E_1 = C^{*} \cdot m_s \cdot T_1 = 1{,}7591764 \cdot 10^{-16} \text{ Дж} \quad (18.67)$$

— полная энергия монокристалла,

$$\varepsilon_{A1} = h \cdot f_1 = 5{,}1503834 \cdot 10^{-21} \text{ Дж} \quad (18.68)$$

— частотная энергия суперосциллятора,

$$\varepsilon_{\omega 1} = \varepsilon_{\omega 0} = m_s v_c^2 = 6{,}7352368 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}; \quad (18.69)$$

— энергия вращения,

$$\varepsilon(0)_1 = \gamma^n \cdot \gamma \cdot k_0^{*} \cdot T_1 = 6{,}365334 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} \quad (18.70)$$

— суммарная энергия нулевого колебания всех молекул монокристалла,

$$\varepsilon_{n1} = E_1 - \varepsilon_{A1} - \varepsilon_{\omega 1} - \varepsilon(0)_1 = 1{,}7526923 \cdot 10^{-16} \text{ Дж} \quad (18.71)$$

— энергия масспереноса суперосциллятора,

$$u_1 = \frac{k_0^{*} \cdot T_1}{m_0 v_1} = \frac{1{,}6924113 \cdot 10^{-22}}{1{,}2128359 \cdot 10^{-22}} = 1{,}3954165 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \quad (18.72)$$

— шаговая скорость молекулы H_2O,

$$\sin \alpha_1 = 2u_1 / v_1 = 6{,}8838025 \cdot 10^{-4} \quad (18.73)$$

$$\alpha_1 = 0°2'30'' \quad (18.74)$$

— угловой шаг молекулы,

$$H_1 = A_1 \cdot \sin \alpha_1 = 1{,}7952845 \cdot 10^{-13} \text{ м} \quad (18.75)$$

— линейный ее шаг,

$$\Delta V_1 = \pi A_1^3 / 6 = 9{,}287809 \cdot 10^{-30} \text{ м}^3 \quad (18.76)$$

— объем области частотного пребывания молекулы, объем глобулы молекулы,

$$a_1 = 3{,}056967 \cdot 10^{-10} \quad (18.77)$$

— период решетки монокристалла в точке 1 (см. 17.84—17.85),

$$r_1 = a_1 - A_1 = 4{,}489841 \cdot 10^{-11} \text{ м} \quad (18.78)$$

— ширина межглобулярного канала в монокристалле,

$$V_1 = a_1^3 = 2{,}8567526 \cdot 10^{-29} \text{ м}^3 \quad (18.79)$$

— объем элементарной ячейки монокристалла,

$$V_{s1} = \gamma^4 \cdot \gamma \cdot V_1 = 1{,}0744543 \cdot 10^{-25} \text{ м}^3 \quad (18.80)$$

— собственный объем монокристалла,

$$a_{Q_{s1}} = \sqrt[3]{V_{s1}} = \sqrt[3]{107{,}44543 \cdot 10^{-27}} = 4{,}7540381 \cdot 10^{-9} \text{ м} \quad (18.81)$$

— среднее значение ребра монокристалла,

$$R_{s1} = a_{s1}(1 + \sqrt{2})/4 = 2{,}8693153 \cdot 10^{-9} \text{ м} \quad (18.82)$$

— радиус монокристалла — волчка в точке кипения,

$$R_{cs} = R_{s1}/\sqrt[3]{2} = 2{,}2772504 \cdot 10^{-9} \text{ м} \quad (18.83)$$

— радиус вращения монокристалла,

$$\omega_{s1} = v_c/R_{cs1} = 3{,}3975017 \cdot 10^9 \text{ с}^{-1} \quad (18.84)$$

— угловая скорость монокристалла,

$$t_{s1} = 2\pi/\omega_{s1} = 1{,}8493545 \cdot 10^{-9} \text{ с} \quad (18.85)$$

— период его вращения,

$$V_{gs1} = m_s/\rho_1 = 1{,}1740164 \cdot 10^{-25} \text{ м}^3 \quad (18.86)$$

— объем глобулы суперосциллятора,

$$d_{gs1} = \sqrt[3]{6V_{gs1}/\pi} = 6{,}0751712 \cdot 10^{-9} \text{ м} \quad (18.87)$$

— ее диаметр,

$$A_{s1} = d_{gs1} - a_{s1} = 1{,}3211331 \cdot 10^{-9} \text{ м} \quad (18.88)$$

— амплитуда суперосциллятора,

$$v_{s1} = 2A_{s1} \cdot f_1 = 2{,}0537479 \cdot 10^4 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \quad (18.89)$$

— линейная скорость суперосциллятора,

$$u_{s1} = \frac{\varepsilon_{f1}}{m_s \cdot V_{s1}} = \frac{17{,}526923 \cdot 10^{-49}}{2{,}3107824 \cdot 10^{-18}} = 75{,}848435 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \quad (18.90)$$

— шаговая скорость суперосциллятора,

$$\sin \alpha_{st} = 2u_{s1}\, v_{s1} = 7{,}3863432 \cdot 10^{-3}, \quad (18.91)$$

$$\alpha_{s1} = 0°25'30'' \quad (18.92)$$

— угловой шаг одного периода суперосциллятора,

$$H_{s1} = A_{s1} \cdot \sin \alpha_{s1} = 9{,}7583424 \cdot 10^{-12} \text{ м} \quad (18.93)$$

— линейный шаг одного периода суперосциллятора,

$$r(h)_1 = \frac{\hbar}{m_s \cdot v_{s1}} = \frac{4{,}1106086 \cdot 10^{-34}}{2.3107824 \cdot 10^{-18}} = 1{,}7788817 \cdot 10^{-16} \text{ м} \qquad (18.94)$$

— расстояние критического сближения суперосциллятора,

$$u(r)_1 = r(h)_1 \cdot f_1 = 1{,}382667 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \qquad (18.95)$$

— скорость блуждания суперосциллятора,

Теперь, имея под рукой этот арсенал данных, можно сравнить состояние монокристалла в точках 1 и 0 (т. е. в нормальных условиях). Во-первых, собственный объем монокристалла в точке 1 возрос в 1,4264 раза, что явилось следствием резкого возрастания амплитуды нулевого колебания молекул монокристалла, достигшего $n_A = A_1/A_0 = 8{,}62645$. Во-вторых, значительное расширение объема элементарной ячейки в точке 1 повлекло за собой уменьшение модуля Юнга монокристалла. В-третьих, положительная энергия нулевого колебания молекул монокристалла достигает того критического значения, когда полярные напряжения выравниваются и начинается деструкция монокристалла изнутри, наблюдаемая как кипение, как интенсивное превращение воды в пар. Совершенно очевидно, что процесс кипения осуществляется при выполнении условия $n_p = -1$. Но в массе кипящей воды данное условие выполняется не сразу для всех суперосцилляторов, что означало бы взрывной переход воды в пар, а последовательно, с определенной скоростью, зависящей от площади активной стенки и ее теплопередачи. Основная масса суперосцилляторов находится в состоянии 1 долгое время, участвуя в интенсивной конвективной циркуляции, в то время как слой монокристаллов у активной поверхности подвергается деструкции лишь при достижении молекулами воды критической энергии нулевого колебания $\varepsilon(0)_c$. Исследуем энергетику этого процесса и определим модуль Юнга монокристалла E_{s1}, согласно (17.37):

$$E_{s1} = \frac{\varphi_{H_2O} \cdot (q+z) + 2k_0^{*} \cdot T_1}{2V_1} = \frac{-11{,}501936 \cdot 10^{-20} + 3{,}3848226 \cdot 10^{-22}}{5{,}7135052 \cdot 10^{-29} \text{ м}^3} =$$

$$= -2{,}0071895 \cdot 10^{9} \text{ Па} = 70{,}049852\% E_{s0}, \qquad (18.96)$$

$$P_1 = \frac{\varphi_{H_2O} \cdot q}{2V_1} = \frac{-12{,}106972 \cdot 10^{-20}}{5{,}7135052 \cdot 10^{-29}} = -2{,}1190095 \cdot 10^{9} \text{ Па} \qquad (18.97)$$

— отрицательное напряжение молекулы в монокристалле в состоянии 1,

$$P_2 = \frac{\varphi_{H_2O} \cdot z}{2V_1} = \frac{6{,}0503516 \cdot 10^{-21}}{2V_1} = 1{,}0589561 \cdot 10^8 \text{ Па} \qquad (18.98)$$

— положительное напряжение молекулы,

$$P_3' = \frac{k_0^* \cdot T_1}{V_1} = \frac{16{,}924113 \cdot 10^{-23}}{2{,}8567526 \cdot 10^{-29}} = 5{,}9242487 \cdot 10^6 \text{ Па} \qquad (18.99)$$

— механическое напряжение молекулы в точке 1,

$$n_{p1}' = \frac{P_1}{(P_2 + P_3')} = \frac{-2{,}1190095 \cdot 10^9}{1{,}1181984 \cdot 10^8} = -18{,}95021 \text{ против} \qquad (18.100)$$

—19,22314 (17.52) в нормальных условиях.
Механическое напряжение молекулы в точке 1 меньше такового в нормальных условиях, равного $6{,}186 \cdot 10^6$ Па (17.50). Если исходить из (18.99—18.100), то может возникнуть недоумение относительно природы деструкции монокристалла. Но это лишь на первый взгляд, ибо механическое напряжение является очень динамической величиной, сильно зависящей от амплитуды колебания:

$$P_3 = \frac{k_0^* \cdot T_1}{a_1^2 \cdot r_1} = \frac{k_0^* \cdot T_1}{a_1^2 (a_1 - A_1)} = \frac{k_0^* \cdot T_1}{V_1 - a_1^2 A_1}. \qquad (18.101)$$

Поскольку при росте температуры системы от T_0 до T_1, период кристаллической решетки монокристалла увеличился в $n_a = a_1/a_0 = 1{,}1256839$, а амплитуда нулевого колебания при этом возросла в $n_A = 8{,}62645$ раз, то совершенно очевидно, что в (18.101) при $T \to \infty$ множитель $(a_1 - A_1) \to r_d$, при достижении которой достигается и $n_{Pd} = -1$. Для монокристаллов, циркулирующих в кипящей воде в ожидании фазового перехода в пар, реальное механическое напряжение молекул достигает величины P_3, а коэффициент полярных напряжений $-n_{P1}$:

$$P_3 = \frac{k_0^* \cdot T_1}{a_1^2 \cdot r_1} = \frac{16{,}924113 \cdot 10^{-23}}{4{,}19578 \cdot 10^{-30}} = 4{,}0336035 \cdot 10^7 \text{ Па}, \qquad (18.102)$$

$$n_{p1} = \frac{P_1}{(P_2 + P_3)} = \frac{-21{,}190095 \cdot 10^8}{1{,}4623164 \cdot 10^8} = -14{,}490772. \qquad (18.103)$$

Очевидно, что деструкция монокристалла у активной поверхности происходит при достижении условия

$$n_{pd} = P_1/(P_2 + P_{3d}) = -1, \qquad (18.104)$$

где P_{3d} — механическое напряжение молекулы в момент деструкции

монокристалла; n_{pd} — коэффициент полярных напряжений на тот же момент. Определяя из этого условия величину P_{3d} имеем:

$$P_{3d} = \frac{P_1 - n_{pd} \cdot P_2}{n_{pd}} = \frac{-2{,}0131139 \cdot 10^9}{-1} = 2{,}0131139 \cdot 10^9 \text{ Па}. \quad (18.105)$$

С другой стороны для деструктивного напряжения мы можем записать, согласно (18.102):

$$P_{3d} = \frac{k_0^* \cdot T_{1c}}{a_1^2 \cdot r_d}, \quad (18.106)$$

где T_{1c} — температура активной стенки.

Для механической энергии молекулы в момент деструкции монокристалла можем записать систему из трех уравнений:

$$\left.\begin{aligned} \varepsilon_d &= m_0 v_d u_d \\ \varepsilon_d &= P_{3d} \cdot a_1^2 \cdot r_d = P_{3d} \cdot a_1^2 (a_1 - A_d) \\ \varepsilon_d &= k_0^* \cdot T_{1c} \end{aligned}\right\}, \quad (18.107)$$

первое из которых можно преобразовать к виду:

$$\varepsilon_d = m_0 v_d u_d = m_0 v_d \cdot \frac{v_d \cdot \sin \alpha_d}{2} = \frac{m_0 v_d^2 \cdot \sin \alpha_d}{2} =$$

$$= \frac{m_0 (2A_d \cdot f_{1c})^2 \cdot \sin \alpha_d}{2} = 2m_0 A_d^2 \psi_u^2 \cdot T_{1c}^2 \cdot \sin \alpha_d. \quad (18.108)$$

Без большой ошибки можно допустить $\sin \alpha_d = \sin \alpha_1$, тогда из системы (18.107) вычленяется неполное уравнение третьей степени относительно A_d:

$$P_{3d} \cdot V_1 \cdot 2m_0 \psi_u^2 \sin \alpha_1 \cdot A_d^2 - P_{3d} \cdot a_1^2 \cdot 2m_0 \psi_u^2 \cdot \sin \alpha_1 \cdot A_d^3 = (k_0^*)^2. \quad (18.109)$$

Решение этого уравнения приводит к численному значению амплитуды нулевого колебания в момент деструкции монокристалла у активной стенки:

$$A_d = 3{,}0503918 \cdot 10^{-10} \text{ м} \quad (18.110)$$

Казалось бы установление этой величины позволяет точно определить Δt_{min} активной стенки, T_{1c}, ε_d и r_d, но результат оказывается совершенно неожиданным:

$$r_d' = (a_1 - A_d) = 6{,}5761 \cdot 10^{-13} \text{ м}, \quad (18.111)$$

$$\varepsilon_d' = P_{3d} \cdot a_1^2 \cdot r_d' = 1{,}237139 \cdot 10^{-22} \text{ Дж}, \quad (18.112)$$

$$T_{1c}' = \varepsilon_d' / k_0^* = 272{,}76963 \text{ K} < T_0. \quad (18.113)$$

Почему это так? Потому что, как выясняется разносторонним анализом, к моменту деструкции монокристалла возрастает не только амплитуда нулевого колебания молекул H_2O до A_d, но и трансляция (от a_1 до a_d), объем элементарной ячейки (от V_1 до V_d) и собственный объем монокристалла (от V_{s1} до V_{sd}). Оказалось возможным без существенной ошибки принять

$$\Delta t_{min} = (T'_{lc} - T_l) = 0{,}38037 \text{ K} \tag{18.114}$$

как минимальную разность между температурой активной стенки и кипящей водой, достаточную для поддержания кипения. Это позволило установить температуру активной стенки в период спокойно кипения воды T_{lc} при нормальном давлении:

$$T_{lc} = (T_l + \Delta t_{min}) = 373{,}53037 \text{ K} \tag{18.115}$$

и установить все остальные параметры монокристалла на момент деструкции:

$$\varepsilon_d = k_0^* \cdot T_{lc} = 1{,}6941364 \cdot 10^{-22} \text{ Дж.}, \tag{18.116}$$

$$P_{3d} = \varepsilon_d / a_d^2 \cdot r_d = \varepsilon_d / \Delta V_d, \tag{18.117}$$

$$\Delta V_d = \varepsilon_d / P_{3d} = 8{,}415502 \cdot 10^{-32} \text{ м}^3 \tag{18.118}$$

— объем элементарной ячейки в момент максимального сближения пары молекул H_2O,

$$\Delta V_d = a_d^2 \cdot r_d = a_d^2 (a_d - A_d) = a_d^3 - a_d^2 \cdot A_d. \tag{18.119}$$

Решая это неполное кубическое уравнение относительно трансляции решетки монокристалла, находим:

$$\left.\begin{aligned} a_d &= 3{,}0593829 \cdot 10^{-10} \text{ м}, \\ r_d &= a_d - A_d = 8{,}9911 \cdot 10^{-13} \text{ м}, \\ V_d &= a_d^3 = 2{,}8635284 \cdot 10^{-29} \text{ м}^3, \end{aligned}\right\} \tag{18.120}$$

$$E_{sd} = \frac{\varphi_{H_2O}(q+z) + 2k_0^* \cdot T_{lc}}{2V_d} = \frac{-11{,}501936 \cdot 10^{-20} + 3{,}3882728 \cdot 10^{-22}}{5{,}7270568 \cdot 10^{-29}} =$$

$$= \frac{-11{,}468054 \cdot 10^{-20}}{2} = -2{,}0024341 \cdot 10^9 \text{ Па} \tag{18.121}$$

— модуль Юнга на момент деструкции монокристалла,

$$P_{ld} = \frac{\varphi_{H_2O} \cdot q}{2V_d} = -2{,}1139954 \cdot 10^9 \text{ Па}, \tag{18.122}$$

$$P_{2d} = \frac{\varphi_{H_2O} \cdot z}{2V_d} = 1{,}0564504 \cdot 10^8 \text{ Па}, \tag{18.123}$$

$$P_{3d} = \frac{k_0^{*} \cdot T_{1c}}{\Delta V_d} = \frac{k_0^{*} \cdot T_{1c}}{a_d^2 \cdot r_d} = 2{,}0131138 \cdot 10^9 \text{ Па}, \tag{18.126}$$

$$n_{pd}' = \frac{P_{1d}}{(P_{2d} + P_{3d})} = \frac{-2{,}1139954 \cdot 10^9}{2{,}1187588 \cdot 10^9} = -0{,}99775. \tag{18.127}$$

Этот результат свидетельствует о том, что все полученные нами числа о состоянии монокристалла на момент наступления деструкции (18.114--18.127) есть величины приближенные, ибо при точном решении всех задач мы должны были иметь $n_{pd} = -1$. Однако отклонения полученных результатов от истинных значений невелики и составляют

$$\sigma = \frac{n_{pd} - n_{pd}'}{n_{pd}} \cdot 100\% = 0{,}22483\%, \tag{18.128}$$

что вполне удовлетворительно для столь сложного и многофакторного процесса как кипение воды.

Остается выяснить, на что расходуется теплота парообразования в процессе кипения воды, в процессе фазового перехода вода—пар m_{ed} воды. Выше мы установили (18.67—18.71), что в кипящей воде полная энергия суперосциллятора составляет величину $E_1 = 1{,}7591764 \cdot 10^{-16}$ Дж. В процессе фазового перехода, или точнее фазовый переход вода—пар осуществляется введением в систему дополнительной энергии, составляющей на один суперосциллятор величину E_{q1}:

$$E_{q1} = m_s \cdot q^{n} = 2{,}5383471 \cdot 10^{-16} \text{ Дж} = 1{,}4429178 \cdot E_1. \tag{18.129}$$

В момент распада монокристалла воды на триады пара у активной стенки, каждая триада обладает внутренней энергией E_{T1}:

$$E_{T1} = \gamma^{n} \cdot k_0^{*} \cdot T_{1c} = 5{,}0824092 \cdot 10^{-22} \text{ Дж}. \tag{18.130}$$

Выход триады из состава монокристалла сопровождается увеличением межмолекулярного расстояния и ростом амплитуды нулевого колебания молекул H_2O, что обусловливает активный забор ею энергии от стенки и насыщение внутренней энергии до $E^{n}(0)_1$:

$$E^{n}(0)_1 = \gamma^{n} \cdot k_0^{n} \cdot T_{1c} = 1{,}0429017 \cdot 10^{-20} \text{ Дж}. \tag{18.131}$$

Чистый расход энергии на этот процесс составляет ΔE_1:

$$\Delta E_1 = E^{n}(0)_1 - E_{T1} = \gamma^{n} \cdot T_{1c} (k_0^{n} - k_0^{*}) = 1{,}243679 \cdot 10^{-17} \text{ Дж}. \tag{18.132}$$

Поскольку один суперосциллятор воды в процессе фазового перехода обращается в $\gamma = 1{,}2537013 \cdot 10^3$ осцилляторов пара, то на этот процесс также затрачивается энергия, равная ΔE_2:

$$\Delta E_2 = \gamma h f_{1c} - h f_{1c} = h\psi_* T_{1c} (\gamma - 1) = 6{,}4518919 \cdot 10^{-18} \text{ Дж.} \quad (18.133)$$

Третья доля энергии затрачивается на вращение триад пара и составляет ΔE_3:

$$\Delta E_3 = \gamma \cdot m^n \cdot v_c^2 = 6{,}7352369 \cdot 10^{-21} \text{ Дж.} \quad (18.134)$$

Оставшаяся, четвертая, часть энергии E_{q1} обращается в транспортную энергию осцилляторов пара и составляет ΔE_4:

$$\Delta E_4 = E_{q1} - (\Delta E_1 + \Delta E_2 + \Delta E_3) = 2{,}3493841 \cdot 10^{-16} \text{ Дж.} \quad (18.135)$$

Из этой энергии на долю одной триады приходится ε^n_{T1}:

$$\varepsilon^n_{T1} = \Delta E_4 / \gamma = 1{,}8739584 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.} \quad (18.136)$$

В состоянии 1 плотность пара составляет

$$\rho^n_1 = 0{,}5977 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3} \text{ [14, с. 880].} \quad (18.137)$$

$$V^n_{g1} = \frac{m^n}{\rho^n_1} = \frac{8{,}9746569 \cdot 10^{-26}}{0{,}5977} = 1{,}501532 \cdot 10^{-25} \text{ м}^3 \quad (18.138)$$

— объем глобулы в состоянии 1,

$$d^n_{g1} = \sqrt[3]{6 V^n_{g1} / \pi} = \sqrt[3]{286{,}77149 \cdot 10^{-27}} = 6{,}5944513 \cdot 10^{-9} \text{ м} \quad (18.139)$$

— диаметр глобулы пара,

$$V^n_{T1} = \frac{P_0 \cdot V^n_{g1} - h f_1}{P_0} = 9{,}9322862 \cdot 10^{-26} \text{ м}^3 \quad (18.140)$$

— собственный объем триады пара в состоянии 1,

$$a^n_{T1} = \sqrt[3]{V^n_{T1}} = \sqrt[3]{99{,}322862 \cdot 10^{-27}} = 4{,}6310885 \cdot 10^{-9} \text{ м} \quad (18.141)$$

— среднее ее значение ребра монокристалла пара, принимаемый за средний его собственный диаметр,

$$v^n_1 = 2A^n_1 \cdot f_1 = 2 f_1 (d^n_{g1} - a^n_{T1}) = 3{,}0521165 \cdot 10^4 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \quad (18.142)$$

— линейная скорость осциллятора пара,

$$u^n_1 = \frac{\varepsilon^n_{11}}{m^n \cdot v^n_1} = \frac{1{,}8739584 \cdot 10^{-19}}{2{,}7391698 \cdot 10^{-21}} = 68{,}413371 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \quad (18.143)$$

— шаговая скорость осциллятора пара.

Такова истинная раскладка энергии парообразования воды на уровне

осцилляторов пара и воды, в котором имеется полная сходимость новой теории с экспериментом.

Представляется интересным рассмотреть еще один вопрос из физики пара — это зависимость собственного объема триады и ее прочности от давления системы. Поскольку $V^{\text{п}}_{\text{T0}}$ нами уже определен (16.31) при $P^{\text{п}}_0 = 6{,}10758 \cdot 10^2$ Па, то сравнительный анализ не представляет сложности.

$$n_V = \frac{V^{\text{п}}_{\text{T1}}}{V^{\text{п}}_{\text{T0}}} = \frac{9{,}9322862 \cdot 10^{-26}}{5{,}0220708 \cdot 10^{-26}} = 1{,}9777272, \tag{18.144}$$

$$n_p = \frac{P_0}{P^{\text{п}}_0} = \frac{10{,}1325 \cdot 10^4}{6{,}1075801 \cdot 10^2} = 165{,}9004. \tag{18.145}$$

Если бы три молекулы в триаде пара соединялись между собой пассивно, то при росте давления системы собственный объем монокристалла пара должен был уменьшаться. Но полученные коэффициенты свидетельствуют как раз об обратном: при росте давления в 165,9 раз собственный объем монокристалла не уменьшился, а увеличился в n_V раз.

$$E^{\text{п}}_0 = \frac{\varphi_{H_2O}(q+z) + 2k^{\text{п}}_0 \cdot T_0}{2V^{\text{п}}_0} = \frac{-11{,}501936 \cdot 10^{-20} + 5{,}0842562}{2.1{,}6740236 \cdot 10^{-26}\ \text{м}^3} =$$

$$= \frac{-10{,}993511 \cdot 10^{-20}}{3{,}3480472 \cdot 10^{-26}} = -3{,}2835591 \cdot 10^6\ \text{Па} \tag{18.146}$$

— модуль Юнга при $t \approx 0°$ С и $P \approx P^{\text{п}}_0$.

$$E^{\text{п}}_1 = \frac{\varphi_{H_2O}(q+z) + 2k^{\text{п}}_0 \cdot T_1}{2V^{\text{п}}_1} = \frac{-11{,}501936 \cdot 10^{-20} + 6{,}9455986 \cdot 10^{-21}}{2V^{\text{п}}_{\text{T1}}/\gamma^{\text{п}}} =$$

$$= \frac{-10{,}807377 \cdot 10^{-20}}{6{,}621524 \cdot 10^{-26}} = -1{,}63211585 \cdot 10^6\ \text{Па} \tag{18.147}$$

— модуль Юнга триады в состоянии 1.

Как мы видим, в состоянии термического кипения воды прочность монокристалла пара меньше таковой при $t = 0°$ С и $P \approx P^{\text{п}}_0$ более чем в 2 раза.

3. Холодное кипение воды. Как уже отмечалось выше, если из сосуда, наполовину наполненного водой при $t = 0°$ С, интенсивно откачивать пар, поддерживая $P = P^{\text{п}}_0 = 6{,}1075801 \cdot 10^2$ Па, то наблюдается интенсивный фазовый переход вода—пар, т. е. холодная вода с кипением обращается в пар. Это явление отличается от термического кипения тем, что в нем не участвует теплота парообразования. Рассмотрим физическую суть процесса. Ну, во-

первых, совершенно ясно, что в основе холодного кипения лежит тот же принцип, что и в основе термического кипения. А именно — резкое возрастание третьего напряжения P_3 до деструктивного значения P_{3d}. Обозначим состояние холодного кипения воды точкой 2 и тогда имеем:

$$n_{p2} = \frac{P_1(2)}{P_2(2) + P_{3d}(2)} = -1 \qquad (18.148)$$

— коэффициент полярных напряжений в монокристалле воды в момент холодной деструкции,

$$P_{3d}(2) = \frac{P_1(2) - n_{p2} \cdot P_2(2)}{n_{p2}} = \frac{P_1(0) - n_{p2} \cdot P_2(0)}{n_{p2}} =$$

$$= \frac{-3{,}0226112 \cdot 10^9 + 1{,}510523 \cdot 10^8}{-1} = 2{,}8715575 \cdot 10^9 \text{ Па}$$

— деструктивное напряжение в монокристалле воды при холодном кипении ($P_1(0)$, $P_2(0)$ см. 17.49—17.50).

Для деструктивного напряжения молекулы в точке 2 мы можем записать еще одно выражение, уже хорошо нам известное:

$$P_{3d}(2) = \frac{k_0^* \cdot T_0}{a_0^2 (a_0 - A_{2d})}. \qquad (18.150)$$

Приравняв правые части (18.149) и (18.150), и решая полученное уравнение относительно деструктивной амплитуды в точке 2 найдем:

$$A_{2d} = \frac{V_0 [P_2(0) - n_{p2} \cdot P_2(0)] - n_{p2} \cdot k_0^* \cdot T_0}{a_0^2 [P_1(0) - n_{p2} \cdot P_2(0)]} =$$

$$= \frac{2{,}0027339 \cdot 10^{-29} \cdot (-2{,}8715575 \cdot 10^9) - (-1, 1{,}2388641 \cdot 10^{-22})}{7{,}3747761 \cdot 10^{-20} \cdot (-2{,}8715575 \cdot 10^9)} =$$

$$= \frac{-5{,}7385769 \cdot 10^{-20}}{-2{,}1177093 \cdot 10^{-10}} = 2{,}70988038 \cdot 10^{-10} \text{ м}. \qquad (18.151)$$

Как было показано выше, (17.20) в нормальных условиях саплитуда нулевого колебания молекул в монокристалле составляет $A_0 = 3{,}0232413 \cdot 10^{-11}$ м, т. е. меньше в $n_A = 8{,}96324$ раза. Почему происходит столь резкий скачок? Он связан с особым положением поверхностного слоя монокристаллов воды, являющегося граничным между жидкой и разреженной паровой фазами системы. Нулевое колебание молекул в граничном монокристалле воды приобретает резкую анизотропию из-за дисбаланса плотности осцилляторов между фазами системы. Амплитуда наружных молекул монокристалла в направлении паровой фазы резко возрастает, достигая деструктивного значения A_{2d}. Поэтому физическая суть действия

низкого давления паровой фазы системы на деструкцию пограничных монокристаллов состоит в создании низкой плотности вещества в паровой фазе системы.

$$r_{2d} = a_0 - A_{2d} = 2{,}7156539 \cdot 10^{-10} - A_{2d} = 5{,}853201 \cdot 10^{-13} \text{ м}, \tag{18.152}$$

$$\Delta V_{2d} = a_0^2 \cdot r_{2d} = 4{,}3143177 \cdot 10^{-31} \text{ м}^3 \tag{18.153}$$

— деструктивный объем элементарной ячейки монокристалла воды,

$$\varepsilon_{2d} = \Delta V_{2d} \cdot P_{3d}(2) = 1{,}2388811 \cdot 10^{-22} \text{ Дж} \tag{18.154}$$

— деструктивная энергия нулевого колебания молекулы в точке 2,

$$v_{2d} = 2A_{2d} \cdot f_0 = 3{,}0835869 \cdot 10^3 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}, \tag{18.155}$$

$$u_{2d} = \frac{\varepsilon_{2d}}{m_0 \cdot v_{2d}} = \frac{12{,}388811 \cdot 10^{-23}}{9{,}2247114 \cdot 10^{-23}} = 1{,}3430025 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}, \tag{18.156}$$

$$\sin \alpha_{2d} = 2u_{2d}/v_{2d} = 8{,}7106512 \cdot 10^{-4}, \tag{18.157}$$

$$\alpha_{2d} = 0°3' \tag{18.158}$$

При сравнении гиперчастотных параметров монокристалла в точке 2 с таковыми в нормальных условиях (17.53—17.59) выявляется значительное расхождение между ними по динамическим показателям, ибо они связаны с увеличением амплитуды нулевого колебания от A_0 до A_{2d}. Об этой основе особенно красноречиво свидетельствует резкое сокращение углового шага молекул на момент распада монокристалла (от $\alpha_0 = 4°36'$ до $\alpha_{2d} = 0°3'$), что является количественным доказательством узкой направленности нулевого колебания внешних молекул граничных монокристаллов воды, в направлении нормали к границе раздела фаз.

4. Вода в критическом состоянии.

Исходные экспериментальные данные:

$$\left.\begin{array}{l} t_c = 374{,}2° \text{ C}, \\ T_c = 674{,}35 \text{ K}, \\ P_c = 2{,}2119247 \cdot 10^7 \text{ Па}, \\ \rho_c = 320 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3} \end{array}\right\} \text{ [14, с. 730]}$$

Наиболее броской характеристикой воды в критическом состоянии является отсутствие разделения системы на жидкую и парообразную фазы. Система однофазна, но никому неизвестна ее структурная единица, которую мы и попытаемся установить.

$$f_c = \psi_в \cdot T_c = 1{,}3484234 \cdot 10^{13} \text{ с}^{-1}, \tag{18.159}$$

$$\varepsilon_c = hf_c = 8{,}935015 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}, \tag{18.160}$$

$$P_c = \varepsilon_c/(V_{gc} - V_{sc}), \tag{18.161}$$

где V_{gc} – объем глобулы осциллятора в критическом состоянии воды, а V_{sc} – собственный объем осциллятора. Обе величины неизвестны. Решая (18.161) относительно V_{sc} получим:

$$V_{sc} = \frac{P_c \cdot V_{gc} - \varepsilon_c}{P_c}. \tag{18.162}$$

Допустим, что система образована молекулами H_2O, т. е. осциллятор системы имеет массу m_0. Тогда V'_{gc} легко определяется

$$V'_{gc} = \frac{m_0}{\rho_c} = \frac{2{,}9915523 \cdot 10^{-26}}{320} = 9{,}3486009 \cdot 10^{-29} \text{ м}^3 \tag{18.163}$$

Введем это значение в (18.162) и рассчитаем V'_{sc}:

$$V_{sc} = \frac{2{,}0678401 \cdot 10^{-21} - 8{,}935015 \cdot 10^{-21}}{2{,}21192447 \cdot 10^{7}} = -3{,}1046151 \cdot 10^{-28} \text{ м}^2 \tag{18.164}$$

Мы получили абсурдный результат, ибо объем монокристалла осциллятора, даже если он состоит из одного только нейтрона, не может иметь отрицательное значение. Отсюда совершенно очевидно, что наше допущение неверно и что в (18.163) масса осциллятора исследуемой системы $m_c > m_0$. И даже если вместо m_0 в (18.163) взять $m^n \approx 3m_0$ и тогда V'_{sc} по (18.164) сохраняет отрицательный знак. И лишь при условии

$$m_c = 2m^n = 6m_0 \triangleq 1{,}7949313 \cdot 10^{-25} \text{ кг} \tag{18.165}$$

наступает гармония в гиперчастотных параметрах критического состояния воды:

$$V_{gc} = 2m^n/\rho_c = m_c/\rho_c = 5{,}6091604 \cdot 10^{-28} \text{ м}^3, \tag{18.166}$$

$$a_{gc} = \sqrt[3]{6V_{gc}/\pi} = \sqrt[3]{1071{,}2707 \cdot 10^{-30}} = 1{,}0232139 \cdot 10^{-9} \text{ м}, \tag{18.167}$$

$$V_{sc} = \frac{12{,}40704 \cdot 10^{-21} - 8{,}935015 \cdot 10^{-21}}{2{,}2110247 \cdot 10^{7}} = 1{,}5696849 \cdot 10^{-28} \text{ м}^3, \tag{18.168}$$

$$\Delta V_{gc} = (V_{gc} - V_{sc}) = 4{,}0394755 \cdot 10^{-28} \text{ м}^3, \tag{18.169}$$

$$\Delta V_{gc} = \frac{\varepsilon_c}{P_c} = \frac{8{,}935015 \cdot 10^{-21}}{2{,}2119247 \cdot 10^{7}} = 4{,}0394753 \cdot 10^{-28} \text{ м}^3, \tag{18.170}$$

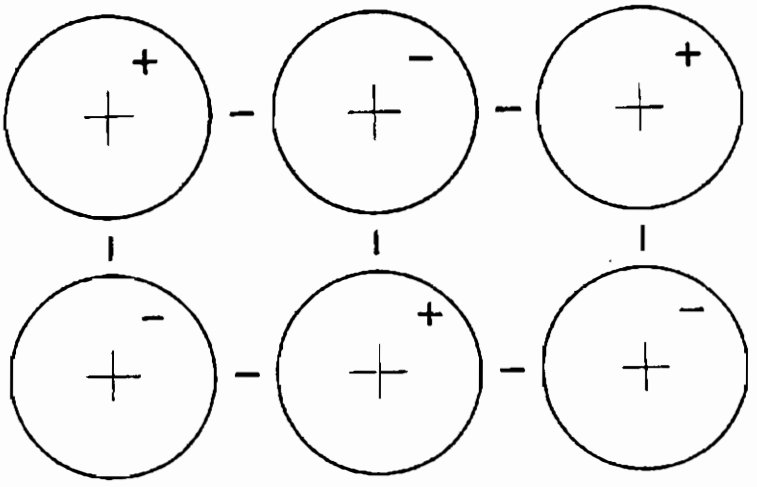


Рис. 27. Дитриада — структурная единица воды в критическом состоянии. Каждая окружность — молекула воды с положительным или отрицательным избыточным зарядом.

$$V_c = V_{sc}/6 = 2{,}6161415 \cdot 10^{-29} \text{ м}^3 \qquad (18.171)$$

— объем элементарной ячейки осциллятора критического состоянии воды.

Вот и дошли мы до физической сути критического состояния воды. Осциллятор воды в этом состоянии есть дитриада (рис. 27), образованная соединением двух триад пара, но объем элементарной ячейки V_c при этом меньше объема элементарной ячейки триады пара в состоянии 1 $V_1^n = 3{,}310762 \cdot 10^{-26}$ м^3 в $n_V = 1265{,}5133$ раза и даже меньше объема элементарной ячейки монокристалла воды в состоянии 1 $V_1 = 2{,}8567526 \cdot 10^{-29}$ м^3. Т. е. вода в критических условиях находится в состоянии пара, сжатого до плотности жидкой фазы. По сути — это ожиженный пар. Дитриада образована качественно разными триадами. Первая состоит из двух отрицательных и одной положительной молекул, вторая — из двух положительных и одной отрицательной молекул H_2O.

Дитриада представляет собой плоский кристалл шириной $a = 2a_c$, длиной $b = 3a_c$ и толщиной $c = a_c$, где

$$a_c = \sqrt[3]{V_c} = \sqrt[3]{26{,}161415 \cdot 10^{-30}} = 2{,}9686141 \cdot 10^{-10} \text{ м} \qquad (18.172)$$

Рассчитаем модуль Юнга дитриады, для энергии нулевого колебания которой применима постоянная $k_0^{\text{ж}} = 4{,}5354718 \cdot 10^{-25}$ Дж$\cdot$К$^{-1}$

$$E_c = \frac{\varphi_{H_2O}\cdot(q+z)+2k_0^*\cdot T_c}{2V_c} = \frac{-11{,}501936\cdot10^{-20}+5{,}8720752\cdot10^{-22}}{5{,}232283\cdot10^{-29}} =$$

$$= -1{,}0759855\cdot10^{9}\ \text{Па}. \qquad (18.173)$$

Как видим, модуль Юнга дитриады на три порядка превосходит таковой триады пара и составляет половину прочности монокристалла воды в состоянии 1, $E_{s1} = 2{,}007\cdot10^9$ Па.

$$P_{1c} = \frac{\varphi_{H_2O}\cdot q}{2V_c} = \frac{-12{,}106972\cdot10^{-20}}{2V_c} = -2{,}3138985\cdot10^{9} \qquad (18.174)$$

$$P_{2c} = \frac{\varphi_{H_2O}\cdot z}{2V_c} = \frac{6{,}0503516\cdot10^{-21}}{2V_c} = 1{,}1563502\cdot10^{8}\ \text{Па} \qquad (18.175)$$

$$P_{3c} = \frac{k_0^*\cdot T_c}{V_c} = \frac{2{,}9360376\cdot10^{-22}}{V_c} = 1{,}1222778\cdot10^{7}\ \text{Па} \qquad (18.176)$$

$$n_{pc} = \frac{P_{1c}}{(P_{2c}+P_{sc})} = \frac{-23{,}138985\cdot10^{8}}{1{,}2685779\cdot10^{8}} = -18{,}240097 \qquad (18.177)$$

Не все гиперчастотные параметры диатриады мы можем установить ввиду отсутствия экспериментального определения удельной теплоемкости воды в критическом состоянии. Поскольку кристалл дитриады одновременно является волчком с тремя возможными осями вращения, то динамический диаметр его имеет три значения:

$$d_{max} = \sqrt{a^2+b^2} = \sqrt{4a_c^2+9a_c^2} = a_c\cdot\sqrt{13}, \qquad (18.178)$$

$$d_{min} = a = 2a_c, \qquad (18.179)$$

$$d_{med} = b = 3a_c. \qquad (18.180)$$

Средний диаметр дитриады—волчка составит d_c:

$$d_c = \sqrt[3]{d_{max}\cdot d_{min}\cdot d_{med}} = \sqrt[3]{64{,}22094\cdot10^{-30}} = 4{,}0045977\cdot10^{-10}\ \text{м}, \qquad (18.181)$$

$$A_c = d_{gc} - d_c = 6{,}227542\cdot10^{-10}\ \text{м} — \qquad (18.182)$$

собственная амплитуда дитриады — осциллятора,

$$v_c = 2A_c\cdot f_c = 1{,}6794726\cdot10^{4}\ \text{м}\cdot\text{с}^{-1} — \qquad (18.183)$$

линейная скорость дитриады,

$$r(n)_c = \hbar / m_c v_c = \frac{4{,}1106086 \cdot 10^{-34}}{3{,}0145379 \cdot 10^{-21}} = 1{,}3635949 \cdot 10^{-13} \text{ м} —$$

(18.184)

расстояние критического сближения пары дитриад,

$$u(r)_c = r(h)_c \cdot f_c = 1{,}8387032 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} —$$ (18.185)

скорость блуждания глобулы дитриады,

$$\eta_c = \frac{m_c \cdot f_c}{\pi \cdot d_{gc}} = \frac{24{,}203273 \cdot 10^{-13}}{3{,}2145212 \cdot 10^{-9}} = 7{,}5293555 \cdot 10^{-4} \text{ Па} \cdot \text{с},$$ (18.186)

$$R_{cc} = \frac{R_c}{\sqrt[3]{2}} = \frac{d_c}{2\sqrt[3]{2}} = \frac{4{,}0045977 \cdot 10^{-10} \text{ м}}{2{,}5198422} = 1{,}5892255 \cdot 10^{-10} \text{ м} —$$

(18.187)

— радиус вращения дитриады,

$$\omega_c = v_c / R_{cc} = \frac{7{,}7369622 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}}{R_{cc}} = 4{,}8683853 \cdot 10^{10} \text{ рад} \cdot \text{с}^{-1} —$$

(18.188)

— угловая скорость дитриады — волчка,

$$t_c = 2\pi / \omega_c = 1{,}2906096 \cdot 10^{-10} \text{ с} —$$ (18.189)

— период вращения волчка.

4. Уравнение состояния воды. Уравнение состояния жидкостей отличается от уравнения состояния газов тем, что в газах, как индикатор состояния выступает давление системы P_i, тогда как к жидкостям оно не применимо в этом качестве. Как следует из вышеизложенного, главным фактором, определяющим состояние воды, является ее энергонасыщенность. Индикатором же энергонасыщенности является термодинамическая температура воды. Поэтому роль уравнений состояния воды сводится к установлению функциональной зависимости параметров суперосциллятора и его элементов от температуры системы T_i, чем мы и занимались в этой главе. Совершенно очевидно, что одним уравнением выразить состояние воды практически невозможно ввиду многосложности ее структуры. Это под силу лишь системе уравнений, расположенных в определенной последовательности. Эту систему, состоящую из двух частей, я и привожу ниже.

а) Система уравнений состояния суперосциллятора:

1. $V_{gi} = m_s / \rho_i$ —

— объем глобулы суперосциллятора,

2. $d_{gi} = \sqrt[3]{6 m_s / \pi \cdot \rho_i}$ —

— диаметр глобулы суперосциллятора,

3. $a_i = \sqrt{n_\alpha \gamma \cdot q \cdot z / \alpha_i d_{gi}}$ –

— среднее значение периода кристаллической решетки монокристалла,

4. $V_i = a_i^3$ –

— объем элементарной ячейки суперосциллятора,

5. $V_{si} = \gamma^n \cdot \gamma \cdot V_i$ –

— собственный объем суперосциллятора,

6. $a_{si} = \sqrt[3]{V_{si}}$ –

— среднее значение ребра монокристалла,

7. $d_{si} = a_{si}(1 + \sqrt{2})/2$ –

— диаметр суперосциллятора — волчка,

8. $A_{si} = d_{gi} - d_{si}$ –

— амплитуда суперосциллятора,

9. $f_i = \psi_в \cdot T_i$ –

— частота монокристалла, где $\psi_в$ — частотная постоянная воздуха,

10. $v_{si} = 2A_{si} f_i = 2A_{si} \cdot \psi_в \cdot T_i$ –

— линейная скорость суперосциллятора,

11. $u(r)_{si} = h / m_s v_s a$ –

— скорость блуждания суперосциллятора,

12. $r(h)_{si} = \dfrac{u(r)_{si}}{f_i} = \dfrac{u(r)_{si}}{\psi_в \cdot T_i}$ –

— расстояние критического сближения пары суперосцилляторов,

13. $R_{csi} = d_{si} / 2\sqrt[3]{2}$ –

— радиус вращения суперосциллятора,

14. $\omega_{si} = v_c / R_{csi}$ –

— угловая скорость суперосциллятора,

15. $t_{si} = 2\pi / \omega_{si}$ –

— период вращения суперосциллятора,

16. $E_i = C^* \cdot m_s \cdot T_i$ –

— полная энергия суперосциллятора,

17. $\varepsilon_\omega = m_s v_c^2 = 6{,}7352369 \cdot 10^{-21}$ Дж = Const –

— энергия вращения суперосциллятора,

— частотная энергия суперосциллятора,

19. $\varepsilon\,(0)_i = \gamma^n \cdot \gamma \cdot k_0^{*} \cdot \mathrm{T}_i -$

— суммарная энергия нулевого колебания молекул суперосциллятора,

20. $\varepsilon_{ii} = E_i - \varepsilon_{ui} - \varepsilon_{ni} - \varepsilon\,(0)_i -$

— энергия масспереноса суперосциллятора, ее транспортная составляющая,

21. $u_{si} = \varepsilon_{ii}/m_s v_{si} -$

— шаговая скорость суперосциллятора,

22. $\sin \alpha_{si} = 2u_{si}/v_{si} -$

— угловой шаг одного периода суперосциллятора,

23. $H_{si} = A_{si} \cdot \sin \alpha_{si} -$

— линейный шаг одного периода суперосциллятора,

24. $E_{si} = \dfrac{\varphi_{\mathrm{H_2O}} \cdot (q + z) + 2k_0^{*} \cdot \mathrm{T_i}}{2V_i} -$

— модуль Юнга монокристалла.

б) Система уравнений состояния элементов монокристалла:

1. $A_i = \dfrac{m_0 f_i}{\pi \cdot \eta_i} = \dfrac{m_0 \psi_{\mathrm{B}} \cdot \mathrm{T_i}}{\pi \cdot \eta_i} -$

— амплитуда нулевого колебания молекул суперосциллятора,

2. $v_i = 2A_i \cdot f_i -$

— линейная скорость молекулы воды при нулевом колебании,

3. $\varepsilon_{0i} = k_0^{*} \cdot \mathrm{T}_i -$

— энергия нулевого колебания молекулы $\mathrm{H_2O}$,

4. $u_i = k_0^{*} \cdot \mathrm{T}_i / m_0 v_i -$

— шаговая скорость молекулы

5. $\sin \alpha_i = 2u_i/v_i$, где $\alpha_i -$

— шаговый угол одного периода молекулы,

6. $H_i = A_i \cdot \sin \alpha_i -$

— линейный шаг одного периода молекулы $\mathrm{H_2O}$,

— объем области частотного пребывания молекулы в координатах элементарной ячейки.

Итак, мы подошли к концу данной главы, рассмотрев основные положения физики воды. Мы убедились, что этот прозрачный жидкий минерал нашей планеты имеет сложнейшее строение, сочетая в себе одновременно свойства газов и свойства твердых тел. Ценность результатов, полученных в данной главе, состоит еще и в том, что они открывают путь к изучению и всех остальных жидкостей и твердых тел в жидком состоянии, ибо структура их аналогична структуре воды, главной жидкости Земли.

Глава IV.

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Краткое предисловие к главе. В 1864 году вышла в свет статья Джеймса Максвелла «Динамическая теория электромагнитного поля», в которой была сделана попытка обобщить результаты экспериментального изучения электрических и магнитных явлений, накопленных к тому времени. За прошедшие с тех пор 128 лет электродинамика Максвелла не претерпела никаких изменений и дополнений за исключением открытия Дж. Дж. Томсоном электрона (1897 г.), которому тут же придали статус носителя электрического тока. Поскольку попытка создания теории была предпринята Максвеллом в период, когда науке еще не был известен истинный носитель электричества и магнетизма, то она априори была обречена на неудачу. Но как это ни парадоксально, классическую физику электродинамика Максвелла устраивает и по сей день, ибо, как говорится, на безрыбье и рак рыба.

В данной главе мы рассмотрим основные законы истинной, не максвелловой электродинамики, установленные мною в рамках единой теории физики, после открытия электрино — истинного носителя электрического тока, заряд которого и являет собой элементарный квант электричества.

§ 19. Электрический ток и его проводник.

1. Вводные замечания. Начнем с рассмотрения принятого в классической физике определения электрического тока: «Полный электрический ток — явление направленного движения носителей зарядов и явление изменения электрического поля во времени, сопровождаемое магнитным полем» [25, с. 116]. Поскольку классической физике известен только один носитель заряда — электрон, то выходит, что ток — это движение неких свободных электронов по межатомным каналам проводника. При этом общепринято, что собственная скорость движения электронов составляет $v = 5 \cdot 10^{-3}$ м·с$^{-1}$, а скорость распространения электрического тока по проводнику равна скорости света. Эта несуразица аналогична той, когда популяции черепах с острова в Средиземном море решает пригласить в гости популяцию черепах с острова в Карибском море и поручает одной из черепах сгонять туда и передать приглашение. Только оттолкнулась эта черепаха от родного берега с таким поручением, как вдруг перед ней явилась приглашенная популяция с острова в Карибском море. Естественно при этом возникают две неразрешимые загадки: как было доставлено приглашение карибской популяции и как за краткий миг она перенесена в Атлантический океан. Во-вторых, всем хорошо известно, что электрический ток, вырабатываемый генератором, расходуется потребителями безвозвратно согласно закону сохранения энергии. Выходит, что

потребители расходуют электроны, ибо они являются носителями тока. Но еще ни один экспериментатор за весь период эксплуатации электрического тока не обнаружил, чтобы потребители тока рассеивали свободные электроны как отработанное рабочее тело. В-третьих, в классической физике никому неведома суть магнитного поля, хотя его практическое применение хорошо освоено и т. д. и т. п. Перечень таких нестыкующихся фактов с теоретическими положениями в классической электродинамике очень много и нет смысла его продолжать. Достаточно подчеркнуть, что вышеприведенное определение тока расплывчато и неточно. Правильное определение гласит: «Электрический ток есть упорядоченное вихревое движение электрино вокруг проводника, в котором траектория каждого электрино представлена винтовой линией с заходом в тело проводника или без захода (в случае сверхпроводимости) в него». Справедливость этого определения мы попытаемся подтвердить всем ходом последующего анализа электрических явлений в рамках единой теории физики.

Проводник с током представляет собой сложную электродинамическую систему, в которой роль материального носителя тока и магнитного поля одновременно выполняет электрино, обладающее следующими основными свойствами:

$$э = 1{,}9876643 \cdot 10^{-27}\ \text{Кл} = \text{Const} -$$

— заряд электрино,

$$m_э = 6{,}8557572 \cdot 10^{-36}\ \text{кг} = \text{Const} - \qquad (19.1)$$

— масса электрино,

$$d_э = 1{,}1067247 \cdot 10^{-16}\ \text{м} = \text{Const} -$$

— диаметр электрино,

$$g_э = э/m_э = 2{,}8992629 \cdot 10^{8}\ \text{Кл} \cdot \text{кг}^{-1} = \text{Const} -$$

— гиромагнитная постоянная электрино.

Движение электрино вдоль проводника двухвекторно, ибо его траектория есть винтовая линия переменного радиуса и шага h_i. Первый вектор практически перпендикулярен оси проводника и характеризует орбитальное движение электрино в электрическом поле проводника со скоростью u_i. Второй вектор параллелен оси проводника и представляет собой шаговое движение электрино вдоль проводника со скоростью v_i. Траектория реального i-го электрино вихря являет собой периодически нисходящую к проводнику и восходящую от него спираль. Проекция единичного отрезка винтовой траектории электрино на плоскость, перпендикулярную оси проводника, есть незамкнутая спиральная линия, радиус которой за один оборот уменьшается от r_0 до r_1. Если же взять проекцию

семейства траекторий одного электрино, от момента вылета электрино из межатомного канала проводника, до возвращения в проводник, то мы увидим спираль, которая начинается на максимальном удалении от поверхности проводника R_i и, постепенно приближаясь, либо входит в проводник и проходит некоторое расстояние по межатомному каналу, перпендикулярно оси проводника, либо завершается у поверхности проводника, если электрино получило рассеяние от положительного поля поверхностного атома проводника. Если же взять совокупность траекторий всех электрино на единичном участке проводника $l_{сд}$, то их проекция на перпендикулярную оси проводника плоскость даст нам замкнутый круг, радиус которого от поверхности проводника есть радиус вихря.

Т. е. если бы ансамбль электрино, одномоментно находящихся в вихревом движении вокруг проводника единичной длины, был бы зримо наблюдаем, то мы бы увидели, что вихрь имеет цилиндрическую форму. Совершенно очевидно, что если положительно заряженные электрино совершает орбитальное движение вокруг проводника, то это возможно только в том случае, когда атомы проводника обладают избыточным отрицательным зарядом, обусловливающим им отрицательный электрический потенциал φ_i. Поэтому всякая попытка рассмотреть электромагнитные явления в отрыве от свойств проводника, на атомном и субатомном уровнях, заранее обречена на провал. Из сказанного следует, что вихревое движение ансамбля электрино создает вокруг проводника положительное поле, которое и принято называть круговым магнитным полем проводника. А шаговое перемещение этого положительного поля вдоль проводника есть его электрический ток I_i:

$$I_i = э \cdot V_i, \text{ Кл} \cdot \text{с}^{-1}, \tag{19.2}$$

где V_i — частота прохождения электрино через сечение i-го проводника с током. Иными словами, элементарным материальным носителем как магнитного поля, так и электрического тока является одна и та же частица — электрино и с этого момента электродинамика переворачивается и с головы становится на ноги, впрочем, как и все остальные разделы классической физики. Такова краткая картина принципиально нового подхода к освещению законов электродинамики, позволяющая перейти к рассмотрению ее количественных аспектов.

2. Фундаментальные постоянные электродинамики. Никто не производил прецезионного измерения скорости распространения электрического тока по проводнику. Все априори считают ее равной скорости света, что является заблуждением. Также ошибочно принимать за электродинамическую постоянную скорость света c.

Нетрудно показать, что истинная электродинамическая постоянная v_0 есть функция гиромагнитной постоянной электрино $g_э$ и не равна c, хотя и близка к ней по модулю.

$$v_0 = \frac{э}{m_э} \cdot E_{сд} \cdot \nu_{сд}^{-1} = g_э \cdot E_{сд} \cdot \tau_{сд} = 2{,}8992629 \cdot 10^8 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} = \text{Const}, \tag{19.3}$$

где $E_{сд} = 1 \text{ В} \cdot \text{м}^{-1}$ – единичная напряженность электрического поля проводника. По модулю v_0 составляет 96,59701% от $c = 2{,}9979246 \cdot 10^8 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$. Для экспериментальной техники второй половины прошлого столетия это различие было трудно уловимым, что и способствовало утверждению c в качестве электродинамической постоянной. Однако, в 1868 году, спустя лишь четыре года после публикации своей знаменитой статьи по электродинамике, Дж. Максвелл усомнился в логичности вхождения скорости света в уравнения по электродинамике и решил экспериментально проверить значение этой величины. Результат первого опыта его не удовлетворил и после тщательного анализа всех аспектов опыта, приняв ряд уточняющих корректировок, он, с участием ассистента Хоукина, ставит второй опыт, который дал значение $c' = 2{,}88 \cdot 10^8 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$. Этот выдающийся результат, который меньше истинного значения электродинамической постоянной v_0 только на 0,66885%, но отличается от скорости света на 4,0946%, остался никем не понятым, в том числе и самим автором опыта и отцом классической электродинамики.

По своей физической сути v_0 есть скорость распространения вихря вдоль проводника или, что то же самое, шаговая скорость пробного электрино вихря. Поэтому v_0 можно выразить через шаг орбиты h_i и частоту обращения электрино вокруг проводника ω_i:

$$v_0 = h_i \cdot \omega_i = \text{Const}. \tag{19.4}$$

Приравняв правые части (19.3) и (19.4) мы раскроем физическую суть единичной напряженности поля $E_{сд}$:

$$E_{сд} = \frac{h_i \cdot \omega_i \cdot \nu_{сд}}{g_э} = \frac{m_э \cdot v_0 \cdot \nu_{сд}}{э} \text{ В} \cdot \text{м}^{-1} = \text{Н} \cdot \text{Кл}^{-1} = \text{Const}. \tag{19.5}$$

Как явствует из этого соотношения, квант напряженности электрического поля проводника, на уровне элементарного носителя тока, есть отношение продольной силы электрино к его заряду. В рамках новой электродинамики для электрической постоянной можно составить систему из двух уравнений:

$$\left.\begin{aligned}\varepsilon_0 &= \frac{э}{h_i \cdot V_и} \\ \varepsilon_0 &= \frac{1}{\mu_0 \cdot v_0^2}\end{aligned}\right\}, \tag{19.6}$$

решение которой приводит к новой фундаментальной постоянной w_0 — кванту продольного смещения напряжения:

$$w_0 = h_i V_и = э/\varepsilon_0 = 2{,}244886 \cdot 10^{-16}\ \text{В}\cdot\text{м} = \text{Const}, \tag{19.7}$$

где $V_и = f(b_i, r_i)$ — напряжение, развиваемое одним электрино вихря (b_i — радиус проводника, r_i — мгновенный радиус орбиты электрино); $\varepsilon_0 = 8{,}8541878 \cdot 10^{-12}\ \Phi\cdot\text{м}^{-1}$ — электрическая постоянная, которая сохраняет прежнее численное значение. Элементарным участком или элементарным отрезком пути продольного смещения вихря является его шаг h_i, который тесно связан с общим напряжением линии V_i и вихревым пакетом n_i:

$$n_i w_0 = h_i V_i. \tag{19.8}$$

Введя в это уравнение вместо w_0 его значение из (19.7), получим:

$$V_i = n_i \cdot V_и,\ \text{В}, \tag{19.9}$$

из которого с очевидностью следует, что напряжение линии есть продольное смещение вихревого пакета на один шаг.

Вихревой пакет является неотъемлемым свойством вихревого магнитного поля проводника. Удивительной особенностью вихря является то, что его внутренние и внешние электрино, удаленные от поверхности проводника на расстоянии r_m и R_m, имеют одинаковую продольную скорость, равную v_0. Это значит, что если сделать мгновенные поперечные срезы вихря, толщиной, равной шагу h_i, то в каждом таком срезе будет содержаться n_i электрино, обращающихся вокруг проводника в одном направлении и в одной плоскости. Их орбиты располагаются одна над другой, а радиус i-го электрино в пакете составит величину r_i:

$$r_i = (r_{mi} + i \cdot h_i),\ \text{м}, \tag{19.10}$$

где $i = 2, 3, 4 \ldots n$ — порядковый номер орбиты, считая от поверхности проводника. При этом внешний радиус компактного вихря R_{mi} определит соотношение

$$R_{mi} = r_{mi} + h_i (n_i - 1), \tag{19.11}$$

где r_{mi} — внутренний радиус надпроводниковой части вихря, средний радиус первого слоя вихря. Очевидно R_{mi} есть не что иное как толщина вихревого магнитного поля l_{mi}. Если перейти от

рассмотрения одного пакета к рассмотрению единичного участка линии, то мы увидим компактный вихрь цилиндрической формы, образованный n_i слоем движущихся по винтовой траектории электрино. Таким образом, вихревое поле проводника многослойно, а число слоев равно числу орбит электрино в пакете n_i. Шаг вихря h_i является важнейшим линейным параметром магнитного поля проводника, ибо он определяет расстояние между пакетами вихря и расстояние между орбитами в пакете, т. е. h_i есть межэлектринное расстояние в магнитном потоке. При этом сечение орбиты каждого электрино в магнитном потоке составит S_{mi}:

$$S_{mi} = h_i^2. \tag{19.12}$$

Из (19.8) для шага орбиты следует:

$$h_i = n_i w_0 / V_i, \tag{19.13}$$

а из (19.4) для него же имеем:

$$h_i = v_0 / \omega_i. \tag{19.14}$$

Приравняв правые части (19.13) и (19.14) и решая полученное уравнение относительно числа орбит электрино в вихревом пакете, найдем:

$$n_i = \frac{v_0 \cdot V_i}{w_0 \cdot \omega_i}. \tag{19.15}$$

Поскольку в этом соотношении V_i всегда известная величина, а v_0 и w_0 есть фундаментальные константы, то для решения n_i необходимо определить частоту обращения ω_i, которая является функцией как радиуса проводника b_i, так и среднего радиуса вихревого пакета r_i:

$$\omega_i = u_i / 2\pi b_i, \text{ с}^{-1}, \tag{19.16}$$

где u_i — орбитальная скорость среднего электрино вихревого пакета, зависящая от секториальной скорости проводника v_{si}, постоянной для каждого электропроводящего материала, которую мы рассмотрим ниже.

$$u_i = v_{si} / r_i. \tag{19.17}$$

Введя это значение средней орбитальной скорости вихревого пакета в (19.16) получим:

$$\omega_i = V_{si} / 2\pi b_i \cdot r_i. \tag{19.18}$$

В свою очередь средний радиус вихревого пакета определяется

нижним и верхним радиусами компактного, надпроводникового вихря:

$$r_i = \sqrt{r_{mi} \cdot R_{mi}} \tag{19.19}$$

Определяя шаг вихря из первого уравнения системы (19.6), получим:

$$h_i = э/\varepsilon_0 \cdot V_n, \tag{19.20}$$

а введя это значение шага в (19.4), придем к установлению кванта магнитного потока Φ_0:

$$v_0 = h_i \cdot \omega_i = \frac{э \cdot \omega_i}{\varepsilon_0 \cdot V_n} = \frac{э}{\varepsilon_0} \cdot \frac{\omega_i}{V_n} = w_0 \cdot \frac{\omega_i}{V_n}. \tag{19.21}$$

Поскольку в этом соотношении v_0 и w_0 есть фундаментальные константы, то и отношение ω_i/V_n также есть фундаментальная постоянная:

$$\frac{\omega_i}{V_n} = \frac{v_0}{w_0} = 1{,}2914967 \cdot 10^{24}\ \text{В}^{-1} \cdot \text{с}^{-1} = \text{Const}. \tag{19.22}$$

Размерность этой константы свидетельствует, что она есть величина, обратная магнитному потоку, т. е. она равна $1/\Phi_0$. Поэтому имеем:

$$\Phi_0 = \frac{V_n}{\omega_i} = \frac{w_0}{v_0} = 7{,}7429542 \cdot 10^{-25}\ \text{В} \cdot \text{с} = \text{Const}. \tag{19.23}$$

Отсюда с очевидностью следует, что квант магнитного потока есть отношение напряжения одного электрино вихря к его круговой частоте. Теперь легко и естественно связываются напряжение линии V_i и квант магнитного потока, если ввести в (19.9) вместо V_n его значение из (19.23):

$$V_i = n_i \cdot V_n = n_i \Phi_0 \cdot \omega_i. \tag{19.24}$$

Это уравнение более информативно, чем (19.9), поскольку в него входит круговая частота вихревого пакета, свидетельствующая о том, что напряжение линии формируется орбитальным движением электрино вокруг проводника. Из (19.24) для средней частоты пакета имеем:

$$\omega_i = V_i/n_i\Phi_0 \tag{19.25}$$

Полный магнитный поток проводника с током Φ_i связан с квантом магнитного потока через вихревой пакет и имеет вид:

$$\Phi_i = \frac{V_i}{\omega_i} = \frac{n_i \cdot V_n}{\omega_i} = n_i \Phi_0 \tag{19.26}$$

Если вы обратили внимание, уважаемый читатель, я не меняю классические термины как, например, магнитное поле, магнитный

поток и др., но полагаю, что вы ясно представляете себе их новое содержание, ибо было бы точнее и абсолютно правильно говорить об электринном поле и электринном потоке.

Располагая квантом магнитного потока, мы можем определить верхний предел магнитной индукции B_0:

$$B_0 = \frac{\Phi_0}{d_э^2} = \frac{7{,}7429542 \cdot 10^{-25}}{1{,}2248395 \cdot 10^{-32}} = 6{,}3216071 \cdot 10^7 \text{ Тл} = \text{Const}, \tag{19.27}$$

где $d_э$ — диаметр электрино. Численное значение B_0 технически недостижимо, но сама величина представляет большую познавательную и определенную практическую ценность. B_0 отражает индукцию магнитного потока предельной плотности, сжатого до соприкосновения электрино своими поверхностями, когда расстояние между центрами электрино в потоке становится равным диаметру электрино $d_э$. В реальном магнитном потоке проводника с током, как уже отмечалось выше, межэлектринное расстояние много больше диаметра электрино и составляет h_i, поэтому реальная индукция B_i определится из соотношения:

$$B_i = \Phi_0 / S_{mi} = \Phi_0 / h_i^2, \text{ В} \cdot \text{с} \cdot \text{м}^{-2} = \text{Тл}. \tag{19.28}$$

Поскольку индукция магнитного поля проводника может определяться приборно, то из (19.28) можно установить S_{mi}:

$$S_{mi} = \Phi_0 / B_i \tag{19.29}$$

Как нетрудно видеть, индукция магнитного поля есть плотность магнитного потока, а коли так, величина обратная сечению элементарной траектории вихря определяет плотность электрино в магнитном потоке ρ_{mi}:

$$\rho_{mi} = 1/S_{mi} = 1/h_i^2, \text{ м}^{-2} \tag{19.30}$$

Теперь легко убедиться в справедливости утверждения технической недосягаемости B_0 расчетным путем. Сила взаимного отталкивания между парой соседних электрино в потоке составит F_{mi}:

$$F_{mi} = \alpha \cdot э \cdot э / h_i = \alpha \cdot э^2 / h_i, \text{ Н} \tag{19.31}$$

При этом положительное напряжение в магнитном потоке составит P_{mi}:

$$P_{mi} = F_{mi} / S_{mi} = \alpha \cdot э^2 / h_i^3, \text{ Дж} \cdot \text{м}^{-3} = \text{Па} \tag{19.32}$$

Поскольку $B_i \to B_0$ при условии $h_i \to d_э$, то имеем:

$$P_m(B_0) = \frac{\alpha \cdot Э^2}{d_э^3} = \frac{4{,}1106086 \cdot 10^{-34}}{1{,}3555576 \cdot 10^{-48}} = 3{,}0324 \cdot 10^{14} \text{ Па} \approx 3 \cdot 10^9 \text{ атм}. \tag{19.33}$$

Сжать магнитный поток до $3 \cdot 10^9$ атмосфер нынешней технике конечно же не под силу. Отметим, что, как следует из (19.32), механическое напряжение в потоке растет обратно пропорционально кубу межэлектринного расстояния.

Численное значение магнитной постоянной μ_0 в рамках новой электродинамики изменилось и отличается от ранее принятого значения в той степени, в которой v_0^2 отличается от c^2:

$$\mu_0 = \frac{1}{\varepsilon_0 \cdot v_0^2} = \frac{1}{7{,}442587 \cdot 10^5} = 1{,}3436188 \cdot 10^{-6}\ \text{Гн} \cdot \text{м}^{-1} = \text{Const} \tag{19.34}$$

Если в это соотношение вместо ε_0 ввести его значение из первого уравнения системы (19.6), то через ряд преобразований получим новую фундаментальную постоянную I_0 — квант продольного смещения электричества:

$$\mu_0 = \frac{h_i \cdot V_n}{э \cdot v_0^2} = \frac{h_i \Phi_0 \cdot \omega_i}{э \cdot v_0^2} = \frac{\Phi_0 \cdot v_0}{э \cdot v_0^2} = \frac{\Phi_0}{э \cdot v_0} = \frac{\Phi_0}{I_0}, \tag{19.35}$$

откуда следует:

$$I_0 = э \cdot v_0 = 5{,}7627613 \cdot 10^{-19}\ \text{А} \cdot \text{м} = \text{Const}. \tag{19.36}$$

Зная величину тока на линии I_i теперь легко установить линейную плотность элементарных носителей тока N_{Ii}:

$$N_{Ii} = I_i / I_0,\ \text{м}^{-1}. \tag{19.37}$$

Из (19.35) следует, что магнитная постоянная есть отношение кванта магнитного потока к кванту продольного смещения электричества. При этом необходимо отметить, что вектора Φ_0 и I_0 взаимно перпендикулярны. Вектор Φ_0 един с вектором B_i, а вектор I_0 совпадает с вектором напряженности магнитного поля H_i и направлен параллельно оси проводника. Напряженность магнитного поля проводника связана с квантом продольного переноса тока через сечение элементарной траектории S_{mi}:

$$H_i = I_0 / S_{mi} = I_0 / h_i^2,\ \text{А} \cdot \text{м}^{-1} \tag{19.38}$$

Поскольку H_i есть приборно определяемая величина, то из (19.38) также определяется сечение орбиты S_{mi}:

$$S_{mi} = I_0 / H_i \tag{19.39}$$

Кроме того напряженность магнитного поля определяется и через индукцию B_i, согласно классической формуле:

$$H_i = \frac{B_i}{\mu_0} = \frac{\Phi_0}{\mu_0 \cdot h_i^2} = \frac{\Phi_0 \cdot \omega_i^2}{\mu_0 \cdot v_0^2} = \frac{V_{\pi} \cdot \omega_i}{\mu_0 \cdot v_0^2} = V_{\pi} \cdot \varepsilon_0 \cdot \omega_i. \tag{19.40}$$

Чтобы глубже раскрыть суть H_i произведем ряд преобразований с (19.38)

$$H_i = \frac{I_0}{h_i^2} = \frac{э \cdot v_0}{h_i^2} = \frac{э \cdot h_i \cdot \omega_i}{h_i^2} = \frac{э \cdot \omega_i}{h_i} = \frac{I_{mi}}{h_i}, \tag{19.41}$$

где $I_{mi} = э \cdot \omega_i$ — кольцевой ток, обусловливаемый орбитальным движением заряда э с частотой ω_i. Это соотношение более информативно, чем исходное и оно совершенно ясно показывает, что напряженность магнитного поля есть отношение кольцевого тока к межорбитальному расстоянию в пакете.

Как хорошо известно, все существующие материалы характеризуются определенным значением диэлектрической и магнитной проницаемости, которые существенно отличаются от ε_0 и μ_0, но связаны с ними соотношениями:

$$\varepsilon_i = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_i', \tag{19.42}$$

$$\mu_i = \mu_0 \cdot \mu_i', \tag{19.43}$$

где ε_i' и μ_i' — относительные диэлектрическая и магнитная проницаемость i-го материала, установленные экспериментально; ε_i и μ_i — диэлектрическая и магнитная проницаемость i-го материала. Вышеприведенные уравнения с участием ε_0 и μ_0, даются безотносительно к свойствам материала, но при работе с реальными материалами в эти уравнения непременно должны входить вместо ε_0 и μ_0 истинные свойства этих материалов ε_i и μ_i. Так, напряженность магнитного поля и индукция при неизменных значениях тока и напряжения линии зависят от свойств электропроводящих материалов и (19.40) должно иметь вид:

$$H_i = \frac{\Phi_0}{\mu_i \cdot S_{mi}} = \frac{\Phi_0}{\mu_0 \mu_i' \cdot h_i^2} = \frac{V_{\pi} \cdot \varepsilon_0 \cdot \omega_i}{\mu_i'}. \tag{19.44}$$

Умножив числитель и знаменатель (19.44) на вихревой пакет n_i легко связать H_i и B_i с напряжением линии V_i:

$$H_i = \frac{V_{\pi} \cdot \omega_i \cdot \varepsilon_0 \cdot n_i}{\mu_i' \cdot n_i} = \frac{V_i \cdot \varepsilon_0}{\mu_i' \cdot n_i}, \tag{19.45}$$

$$B_i = H_i \mu_i = H_i \mu_0 \mu_i' = \frac{V_i \cdot \varepsilon_0 \cdot \mu_0}{n_i}. \tag{19.46}$$

Поскольку H_i и B_i приборно определяемые величины, то из (19.45—19.46) легко определяется вихревой пакет n_i:

$$n_i = \frac{\varepsilon_0 \cdot V_i}{H_i \cdot \mu_i'}, \tag{19.47}$$

$$n_i = \frac{\varepsilon_0 \cdot \mu_0 \cdot V_i}{B_i}. \tag{19.48}$$

Сделаем анализ хорошо известного явления — роста относительной магнитной проницаемости пермаллоя в функции от напряженности магнитного поля, достигающего максимума при $H \approx 6\text{А} \cdot \text{м}^{-1}$. Объяснить для ферромагнетиков $\mu_i' = f(H)$ в рамках классической электродинамики не представляется возможным. Если же воспользоваться (19.44), то получим для i-го ферромагнетика:

$$\mu_i' = \frac{\Phi_0}{\mu_0 \cdot H_i \cdot S_{mi}} = \frac{\Phi_0}{\mu_0 \cdot H_i h_i^2} \tag{19.49}$$

По результатам экспериментального изучения пермаллоя, при росте напряженности от $H_1 = 1\text{А} \cdot \text{м}^{-1}$ до $H_2 = 6\text{А} \cdot \text{м}^{-1}$ относительная магнитная проницаемость растет по экспоненте от $\mu_1' = 1{,}4 \cdot 10^4$ до $\mu_{max}' = 8 \cdot 10^4$. Однако, за этим начинается спад, происходящий более плавно, и относительная проницаемость возвращается к начальному значению μ_1' при достижении $H_3 \approx 44\text{А} \cdot \text{м}^{-1}$. Физическая суть явления состоит в том, что на первом этапе увеличения напряженности (от H_1 до H_2) происходит интенсивное сжатие магнитного потока, ведущее к сокращению межэлектринного расстояния h_i. В результате этого произведение знаменателя $H_i h_i^2$ в (19.49) стремительно уменьшается, обусловливая рост относительной магнитной проницаемости от μ_1' до μ_{max}'. При достижении H_2 степень сжатия потока достигает такого уровня, что дальнейшее увеличение напряженности поля уже не вызывает адекватного сокращения межэлектринного расстояния в потоке, поэтому на втором этапе (от H_2 до H_3) произведение $H_i h_i^2$, достигшее минимума при H_2, начинает расти, обусловливая падение относительной проницаемости до начального значения μ_1'. Рассчитаем для трех указанных значений напряженности магнитного поля межэлектринное расстояние в магнитном потоке пермаллоя:

$$h_1 = \sqrt{\Phi_0 / \mu_0 \cdot H_1 \cdot \mu_1'} = 6{,}4158073 \cdot 10^{-12}\ \text{м}, \tag{19.50}$$

$$h_2 = \sqrt{\Phi_0 / \mu_0 \cdot H_2 \cdot \mu_{max}'} = 1{,}0957076 \cdot 10^{-12}\ \text{м}, \tag{19.51}$$

$$h_3 = \sqrt{\Phi_0 / \mu_0 \cdot H_3 \cdot \mu_1'} = 9{,}6721935 \cdot 10^{-13}\ \text{м}. \tag{19.52}$$

Эти расчеты подтверждают вышесказанное, ибо при росте напряженности от H_1 до H_2 межэлектринное расстояние интенсивно сокращается и почти достигает минимального значения, а далее, при росте напряженности от 6А·м$^{-1}$ до 44 А·м$^{-1}$, оно почти не изменяется.

Анализ амперной характеристики тока полезно начать с установления новой фундаментальной константы ν_0:

$$I_{ед} = э \cdot \nu_0 = 1А, \tag{19.53}$$

$$\nu_0 = \frac{I_{ед}}{э} = \frac{Q_{ед}}{э \cdot \tau_{ед}} = 5{,}0310306 \cdot 10^{26} с^{-1} = Const, \tag{19.54}$$

где $Q_{ед} = 1$ Кл, ν_0 — частота прохождения электрино вдоль проводника через данное сечение при токе $I_{ед}$. Совершенно очевидно, что ток произвольного значения I_i является функцией частоты ν_i:

$$I_i = э \cdot \nu_i = э \cdot \nu_0 \cdot n_i, \tag{19.55}$$

где $n_i = I_i / I_{ед}$ — модуль тока на линии. Заряд Q_i, переносимый током I_i за время τ_i определяется соотношением:

$$Q_i = I_i \cdot \tau_i = э \cdot \nu_0 \cdot \tau_i \cdot n_I. \tag{19.56}$$

Очевидно произведение постоянной ν_0 на единицу времени $\tau_{ед}$ дает постоянное число перенесенных электрино N_F. Я предлагаю константам ν_0 и N_F присвоить названия «постоянная Франклина», и «число Франклина» в честь выдающегося сына Америки, Бенджамена Франклина, глубже других понимавшего суть электрического тока.

$$N_F = \nu_0 \cdot \tau_{ед} = 5{,}0310306 \cdot 10^{26} = Const. \tag{19.57}$$

С помощью этих констант можно дать новое определение амперу: «Количество электрического тока в 1А определяется шаговым переносом через сечение проводника электрино, сумма которых в единицу времени составляет число Франклина». А также новое определение единице заряда: «Количество положительного заряда в 1 Кл определяется шаговым переносом через сечение проводника электрино, сумма которых равна числу Франклина».

$$Q_{ед} = I_i \tau_i = э \nu_i \tau_i = э \cdot N_F = 1Кл. \tag{19.58}$$

Эталоном же силы тока (не количества) может остаться прежний, принятый МКМВ в 1946 г. и одобренный IX ГКМВ в 1948 г., текст которого в новой редакции имеет следующее содержание: «Постоянный ток в 1А, текущий по двум параллельным проводникам ничтожно малой площади кругового поперечного сечения и размещенным в вакууме на расстоянии $r_{ед}$ один от другого, вызывает взаимодействие между ними, сила которого на участке $l_{ед}$ составляет

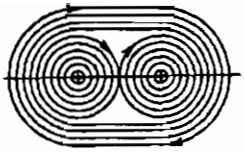


Рис. 28. Вихревое поле пары проводников при течении тока в одном направлении.

$2 \cdot 10^{-7}$ Н». Это определение точнее прежнего, но не лишено ряда неопределенностей. Так, сила взаимодействия пары проводников с током при указанных условиях выражается законом Ампера:

$$F_m = \frac{\mu_0 \mu_i' \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot l_{сд}}{2\pi r_{сд}} = \frac{\mu_i \cdot I_{сд}^2}{2\pi} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ Н}. \qquad (19.59)$$

Как видим, в определяющее соотношение входит магнитная проницаемость i-го токопроводящего материала $\mu_i = \mu_0 \cdot \mu_i'$, которая безусловно является свойством этого материала и не равна единице. А коли так, то и F_m не будет равняться $2 \cdot 10^{-7}$ Н. Поэтому, если быть строгим в определении силы взаимодействия пары проводников, необходимо оговорить материал проводников, степень их химической чистоты, их диаметр и температурный интервал, в котором следует проводить прецезионное измерение силы F_m. Но пусть это будет заботой Международного комитета по мерам и весам. Я же дам качественный анализ этой силы.

а) По параллельным проводникам ток течет в одном направлении. В этом случае вихревые поля проводников имеют параллельное вращение и, сливаясь вместе, образуют общий вихрь, охватывающий оба проводника. По мере сближения проводников доля индивидуального вихря сокращается, а доля общего возрастает. При этом плотность магнитного потока между проводниками уменьшается, а за проводниками возрастает, обусловливая уменьшение положительного напряжения в пространстве между проводниками. Возникает разность напряжений между краями общего вихря и его центром, расположенным между парой проводников. Итогом этой разности напряжений и является сближение проводников, воспринимаемое нами как взаимное их притяжение (рис. 28), хотя никакого притяжения между ними не существует.

б) По параллельным проводникам течет встречный ток. В этом случае вихревые поля проводников имеют антипараллельное вращение и образование общего вихря невозможно. При сближении проводников в пространстве между ними происходит взаимопроникновение вихрей встречного вращения, что ведет к росту плотности магнитного потока между проводниками и связанному с этим росту положительного напряжения поля. Итогом явления служит кажущееся взаимное отталкивание проводников. Именно ка-

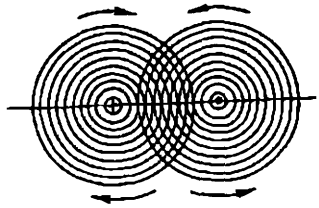


Рис. 29. Вихревое поле пары проводников с встречным течением тока.

жущееся отталкивание, ибо отталкиваются они не друг от друга, а от межпроводникового пространства, более насыщенного энергией вихревых полей (рис. 29).

3. Проводник тока. Новая электродинамика отличается от классической прежде всего тем, что в ней все проблемы решаются на уровне атомов проводника, элементарных носителей тока и магнитного поля. Я не имею возможности рассмотреть в этой книге все электропроводящие материалы, но приведу полный анализ наиболее распространенному из них — алюминиевому проводнику.

В проводниках ведущая роль принадлежит атомам поверхностного слоя. Особенность алюминиевого проводника состоит в том, что он облачен в оксидную пленку из Al_2O_3. И физики и химии эту молекулу считают электронейтральной на том основании, что два атома трехвалентного алюминия и три атома двухвалентного кислорода полностью компенсируют друг друга. Однако, если бы это было так, то алюминий не мог бы проводить электрический ток. А поскольку он его проводит, притом проводит хорошо, то из этого факта следует, что молекула Al_2O_3 обладает избыточным отрицательным зарядом. Но сначала разберемся с атомом алюминия. Анализ показывает, что он содержит один избыточный электрон при дефиците электрино, обусловливающие ему значительный избыточный заряд отрицательного знака q_{Al}.

$$K_э = \frac{m_n (A - A_0) + m_e}{m_э} = \frac{-307{,}20545 \cdot 10^{-31} + m_e}{m_э} = -4{,}3491471 \cdot 10^6, \tag{19.60}$$

где $K_э$ — недостающее число электрино в атоме алюминия; $A = 26{,}9815$ а. е. атомная масса алюминия; $A_0 = 27$ — атомное число алюминия; $m_э$ и m_e — массы электрино и электрона соответственно.

$$q = K_э \cdot э = -8{,}6446444 \cdot 10^{-21}\ \text{Кл} \tag{19.61}$$

— избыточный заряд атома, обусловленный только дефицитом $K_э$ электрино;

$$q_{Al} = (K_э \cdot э + e) = -1{,}6886356 \cdot 10^{-19}\ \text{Кл} \tag{19.62}$$

полный избыточный заряд атома, обусловленный дефицитом электрино и избытком одного электрона.

Как будет показано в § 23, в оксиде алюминия на каждые две молекулы приходится по три электрона связи, или что то же самое средняя молекула Al_2O_3 содержит 1,5 электрона связи. Учитывая это и то обстоятельство, что с электрино вихря взаимодействуют поля окисла, обращенные в пространство вокруг проводника по углу 2π стереорадиан, мы можем записать для избыточного заряда Δq, приходящего на один атом в оксиде:

$$\Delta q = \frac{2q_{Al} + 3Z_o + 1{,}5_e}{2 \cdot 2\pi} = \frac{-97{,}45754 \cdot 10^{-21}}{12{,}56637} = -7{,}7554249 \cdot 10^{-21}\ \text{Кл} \tag{19.63}$$

Электродинамическая энергия электрино вихря определяется известным нам уже соотношением:

$$\varepsilon_э = \alpha \cdot э \cdot \Delta q = э \cdot \varphi_{Al}, \tag{19.64}$$

где

$$\varphi_{Al} = \alpha \cdot \Delta q = -8{,}0691101 \cdot 10^{-1}\ \text{В} = \text{Const}. \tag{19.65}$$

Как нетрудно видеть, φ_{Al} есть электростатический потенциал алюминиевого проводника; $\alpha = 1{,}0404472 \cdot 10^{20}$ Дж·Кл$^{-2}$ — электродинамическая постоянная. Выражая энергию орбитального движения электрино механически получим

$$\varepsilon_э = m_э \cdot v_s\,(\text{Al}) \cdot \omega_{сд}, \tag{19.66}$$

а приравняв правые части (19.66) и (19.64), найдем значение еще одной постоянной алюминиевого проводника — секториальной скорости электрино в электростатическом поле проводника v_s (Al):

$$v_s\,(\text{Al}) = \frac{э \cdot \varphi_{Al}}{m_э \cdot \omega_{сд}} = -2{,}3394472 \cdot 10^{8}\ \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-2} = \text{Const} \tag{19.67}$$

Отрицательный знак перед численным значением этой постоянной естественным образом следует из самого уравнения и свидетельствует о постоянной направленности силы, удерживающей электрино в орбитальном движении к центру силового поля — к поверхности проводника. Для секториальной скорости электрино существует еще одно выражение, показывающее связь между орбитальной скоростью электрино в данной точке u_i и мгновенным радиусом его орбиты r_i:

$$v_s\,(\text{Al}) = u_i \cdot r_i, \tag{19.68}$$

$$u_i = v_s\,(\text{Al})/r_i. \tag{19.69}$$

Если бы алюминиевый проводник был лишен оксидной пленки, то

тогда избыточный заряд атома одновременно взаимодействовал бы с n_m электрино вихря на каждый стерадиан пространства:

$$n_m = \frac{q_{Al}}{\Delta q \cdot 2\pi} = \frac{-1{,}6886356 \cdot 10^{-19}}{-4{,}872877 \cdot 10^{-20}} = 3{,}465377 \text{ страд.}^{-1} \qquad (19.70)$$

При этом общее число электрино, одновременно находящихся во взаимодействии с одним атомом проводника составит n (Al):

$$n\,(\text{Al}) = \frac{q_{Al}}{\Delta q} = 21{,}773605. \qquad (19.71)$$

4. Величина тока, напряжение и сопротивление линии.

Выше мы говорили о нижнем радиусе вихря r_{mi} (19.17—19.19), к которому необходимо вернуться. Совершенно очевидно, что если быть строгим во всех случаях, кроме сверхпроводящего состояния, мы не можем говорить о нижнем радиусе вихревого поля проводника в силу того, что оно входит в проводник. Траектория каждого электрино вихря периодически проходит через проводник, по его межатомным каналам, расположенным перпендикулярно к оси проводника. Правильнее говорить о компактном вихре, состоящем из двух частей — внутрипроводниковой и надпроводниковой и рыхлом вихре, обращающемся над компактным вихрем. Вихревое поле проводника с постоянным током обладает высокой стабильностью, хотя положение в нем пробного электрино чрезвычайно динамично в силу винтовой траектории его движения с изменяющимся радиусом траектории. Напротив, вихревое поле переменного тока, со стандартной частотой 50 гц, обладает четко выраженной периодичностью как в пространстве, так и во времени. Так, период одного его цикла составляет $\Delta\tau = 1/50$ гц $= 2 \cdot 10^{-2}$ с, в течение которого магнитный поток вихревого поля, а следовательно и напряжение и ток, возрастает от минимума до максимума, некоторое время держится без изменения на максимальном значении, затем происходит спад до минимума. По-видимому, начальная и завершающая стадии цикла занимают много меньше времени, чем средняя стадия, когда магнитный поток, напряжение и ток являются стабильными параметрами. Нужны специальные исследования, чтобы установить временную долю каждой из трех стадий цикла. Пространственно же один такой цикл растягивается на расстояние $\Delta l = \Delta\tau \cdot v_0 = 5{,}7985 \cdot 10^6$ м. Кроме того нужны специальные исследования и для определения того, какую долю от полного вихря занимают внутрипроводниковая, надпроводниковая и рыхлая части.

И все же нам не обойтись в нашем анализе без определения нижнего радиуса надпроводниковой части компактного вихря r_{mi}. Оказалось, что без существенной ошибки за этот радиус можно принимать половину межатомного расстояния i-го электропроводящего материала, т. е. имеет место равенство:

$$r_{mi} = a_i/2 = \frac{1}{2}\cdot\sqrt[3]{\frac{m_i}{\rho_i}}\,, \tag{19.72}$$

где a_i — период решетки i-го электропроводящего материала; m_i — масса атома электропроводящего материала; ρ_i — его плотность.

Как известно, мощность линии W_i в классической электродинамике определяется произведением макроскопических параметров линии V_i и I_i, легко измеряемых приборно (с целью упрощения записей всюду принимается $\cos\varphi = 1$):

$$W_i = I_i V_i = I_i \cdot I_i R_i = I_i^2 R_i,\ \text{Вт}. \tag{19.73}$$

где R_i — сопротивление линии. Попытаемся понять физическую суть передачи мощности по проводнику на уровне элементов вихря. Из закона Ома следует, что ток и напряжение линии связаны между собой через сопротивление линии R_i:

$$V_i = I_i R_i. \tag{19.74}$$

Это соотношение существенно отличается от выведенного нами ранее для напряжения линии (19.24). Что же скрывается за R_i, какова его физическая суть в рамках единой теории? Истинную связь между напряжением и током можно выразить соотношением

$$I_i = \frac{V_{\text{п}}\cdot n_i\cdot \text{э}}{\Phi_0} = \frac{\Phi_0\omega_i\cdot n_i\text{э}}{\Phi_0} = \frac{V_i\cdot \text{э}}{\Phi_0}\,. \tag{19.75}$$

В этом уравнении в неявном виде содержится новая фундаментальная константа R_0 — постоянная сопротивления. Чтобы выявить ее и обособить, определим из (19.75) V_i и разделим обе части полученного соотношения на ток линии I_i:

$$V_i = \frac{\Phi_0 : I_i}{\text{э}}\,, \tag{19.76}$$

$$\frac{V_i}{I_i} = \frac{\Phi_0}{\text{э}} = 3{,}895504\cdot 10^2\ \text{Ом} = \text{Const}. \tag{19.77}$$

Из этого факта следует вывод о том, что отношение напряжения к току i-ой линии есть постоянная величина, характеризующая еще одно свойство электрической линии. Рассмотрим глубинную связь между V_i и I_i, сделав ряд преобразований с (19.77):

$$R_0 = \frac{V_i}{I_i} = \frac{\Phi_0\omega_i n_i}{\text{э}\omega_i\cdot n_i} = \frac{\Phi_0\omega_i}{\text{э}\cdot\omega_i} = \frac{V_{\text{п}}}{I_{mi}}\,. \tag{19.78}$$

Из этого ряда соотношений следует, что R_0 есть отношение

напряжения, создаваемого i-ым электрино пакета к кольцевому току, создаваемому им же. Для напряжения линии V_i из (19.77) следует соотношение, аналогичное закону Ома:

$$V_i = I_i R_i \text{ и } V_n = э\omega_i R_0 = I_{mi} \cdot R_0. \tag{19.79}$$

Несмотря на внешнее сходство с законом Ома, данное соотношение имеет существенное отличие от последнего и даже противоречит ему в определении тока и мощности линии. Чтобы связать постоянную R_0 с классическим R_i, исследуем реальную однофазную линию на алюминиевом проводнике радиуса $b_1 = 1 \cdot 10^{-3}$ м, током $I_1 = 5$А и напряжением $V_1 = 220$ В. Общее сопротивление линии, согласно закону Ома, составит R_1:

$$R_1 = \frac{V_1}{I_1} = \frac{220\ \text{В}}{5\ \text{А}} = 44\ \text{Ом} \tag{19.80}$$

Если мы из (19.79) определим для исследуемой линии ток, то получим существенно иное значение, равное I_1':

$$I_1' = V_1/R_0 = 5{,}6475362 \cdot 10^{-1}\ \text{А} \tag{19.81}$$

Поскольку мощность исследуемой линии $W_1 = V_1 \cdot I_1 = 1100$ Вт, хорошо подтверждается системой потребителей энергии, то закон Ома не вызывает сомнений и приборно измерямое значение тока I_1 также беспорно. Стало быть, в нашем новом подходе существует невыявленная величина, которая однако устанавливается:

$$k_1 = \frac{R_0}{R_1} = \frac{I_1}{I_1'} = \frac{389{,}5504}{44} = 8{,}8534181, \tag{19.82}$$

Чтобы понять физическую суть коэффициента k_1, введем в (19.83) вместо R_0 его значение из (19.78):

$$R_i = \frac{R_0}{k_1} = \frac{V_n}{k_1 \cdot I_{mi}} = \frac{\Phi_0 \cdot \omega_i}{k_i \cdot э \cdot \omega_i} = \Phi_0/k_1 \cdot э. \tag{19.84}$$

Из этого соотношения следует, что k_1 есть население одной траектории вихревого пакета, т. е. по одной орбите, след в след, обращается k_1 электрино. При этом k_1 не влияет на плотность магнитного потока и поэтому напряжение как одной траектории, так и всего пакета, не зависит от числа электрино, населяющих траекторию. Тогда как кольцевой и продольной токи прямо пропорциональны k_1. И, стало быть, (19.78) относится к идеальному вихрю, когда каждая траектория пакета населена только одним единственным электрино.

Итак, мы достигли полного согласия между законом Ома и

положениями новой электродинамики. Теперь для выражения мощности i-ой линии имеем:

$$W_i = V_i I_i = I_i \cdot I_i R_i = I_i^2 \cdot R_0 / k_i \tag{19.85}$$

Возвращаясь в (19.75—19.77) и введя в них недостающий множитель K_i получим:

$$I_i = k_i э \cdot V_i / \Phi_0, \tag{19.86}$$

$$V_i = I_i \cdot \Phi_0 / k_i э, \tag{19.87}$$

$$R_0 = k_i V_i / I_i = \Phi_0 / э = k_i R_i. \tag{19.88}$$

Очень упорядоченными являются вихревые поля линий постоянного тока аккумуляторов и генераторов, где население одной траектории пакета достигает $k = 908{,}95$ электрино, что и обусловливает у них большой ток при малом напряжении. Если в (19.86) раскрыть значение V_i, получим соотношение, показывающее истинную природу продольного тока, тока линии I_i:

$$I_i = \frac{k_i э \cdot V_i}{\Phi_0} = \frac{k_i э \cdot n_i \Phi_0 \omega_i}{\Phi_0} = n_i k_i \cdot э\omega_i = n_i k_i \cdot I_{mi}. \tag{19.89}$$

Из этого уравнения с очевидностью следует, что элемент тока линии представляет собой кольцевой ток одного пакета, а полный ток есть непрерывное перемещение пакетов вихря вдоль проводника со скоростью V_0 и с пространственным интервалом между ними, равным шагу h_i. В этом уравнении теперь n_i означает число траекторий, составляющих вихревой пакет, а k_i — число электрино, населяющих каждую траекторию пакета.

Как мы знаем, для тока имеется и другое выражение (19.55), которое позволяет в паре с (19.89) составить систему:

$$\left.\begin{aligned} I_i &= n_i k_i э\omega_i \\ I_i &= э \cdot \nu_i \end{aligned}\right\}, \tag{19.90}$$

решение которой относительно ν_i, k_i, n_i, ω_i дает:

$$\nu_i = n_i k_i \omega_i = n_i R_0 \cdot \omega_i / R_i, \tag{19.91}$$

$$n_i = \nu_i / k_i \omega_i = \nu_i R_i / R_0 \omega_i, \tag{19.92}$$

$$k_i = \nu_i / n_i \omega_i = R_0 / R_i, \tag{19.93}$$

$$\omega_i = \nu_i / n_i k_i. \tag{19.94}$$

Теперь мы располагаем всем необходимым для полного анализа исследуемой однофазной линии в рамках новой электродинамики.

С учетом (19.72) для круговой частоты вихря ω_1 имеем ($a = 2{,}5474751 \cdot 10^{-10}$ м — межатомное расстояние алюминия):

$$\omega_1 = \frac{V_s\,(\mathrm{Al})}{2\pi b_1 \cdot a/2} = \frac{V_s\,(\mathrm{Al})}{\pi b_1 \cdot a} = 2{,}9231657 \cdot 10^{20}\ \mathrm{c}^{-1}, \tag{19.95}$$

где $b_1 = 1 \cdot 10^{-3}$ м — радиус проводника.

$$\nu_1 = I_1/э = 2{,}5155153 \cdot 10^{27}\ \mathrm{c}^{-1} — \tag{19.96}$$

продольная частота электрино;

$$V_{r1} = \Phi_0 \omega_1 = 2{,}2633938 \cdot 10^{-4}\ \mathrm{В} — \tag{19.97}$$

напряжение, развиваемое одной траекторией вихревого пакета;

$$h_1 = v_0/\omega_1 = 9{,}9182297 \cdot 10^{-13}\ \mathrm{м} — \text{шаг вихревого пакета} \tag{19.98}$$

$$I_{m1} = э \cdot \omega_1 = 5{,}8102721 \cdot 10^{-7}\ \mathrm{А} — \tag{19.99}$$

кольцевой ток, развиваемый одним электрино пакета.

$$n_1 k_1 = \nu_1/\omega_1 = 8{,}6054488 \cdot 10^6 —$$

полное число электрино в вихревом пакете,

$$n_1 = \frac{8{,}6054488 \cdot 10^6}{k_1} = 9{,}7199168 \cdot 10^5 —$$

число орбит вихревого пакета,

$$V_1 = \Phi_0 \omega_1 n_1 = V_{r1} \cdot n_1 = 220\ \mathrm{В} — \tag{19.101}$$

напряжение линии, развиваемому одним пакетом — элементом вихря;

$$I_1 = n_1 \cdot k_1 \cdot I_{m1} = 5\mathrm{A} — \tag{19.103}$$

ток линии;

$$W_1 = V_1 I_1 = \Phi_0^2 \omega_1^2 \cdot n_1^2 \cdot k_1 \cdot э = 1100\ \mathrm{Вт} — \tag{19.104}$$

мощность линии;

$$l_{m1} = h_1 (n_1 - 1) = 9{,}6404268 \cdot 10^{-7}\ \mathrm{м} — \text{толщина вихря;} \tag{19.105}$$

$$R_{m1} = l_{m1} + r_{m1} = h_1 (n_1 - 1) + a/2 — \tag{19.106}$$

внешний радиус вихря,

$$r_1 = \sqrt{a \cdot R_{m1}/2} = \sqrt{1{,}2279373 \cdot 10^{-16}\ \mathrm{м}^2} = 1{,}1081233 \cdot 10^{-8}\ \mathrm{м} — \tag{19.107}$$

средний радиус вихря;

$$H_1 = \frac{э \cdot \omega_1}{h_1} = \frac{5{,}8102721 \cdot 10^{-7}}{9{,}9182297 \cdot 10^{-13}} = 5{,}8581745 \cdot 10^5 \text{ А} \cdot \text{м}^{-1} — \quad (19.108)$$

продольная составляющая напряженности магнитного поля проводника;

$$B_1 = H_1 \cdot \mu_0 \mu_{A1}' = 0{,}7871156 \text{ Тл} — \text{индукция линии.} \quad (19.109)$$

умножив числитель и знаменатель (19.108) на число орбит в пакете, получим вертикальную или нормальную составляющую напряженности вихревого магнитного поля проводника с током, которая есть отношение тока одного пакета к толщине пакста l_{m1}:

$$H_{\perp 1} = \frac{э\omega_1 n_1 k_1}{n_1 n_1 k_1} = \frac{I_1}{l_{m1} \cdot k_1} = \frac{5A}{8{,}5972081 \cdot 10^{-6}} = 5{,}8158415 \cdot 10^5 \text{ А} \cdot \text{м}^{-1}. \quad (19.110)$$

В общем виде ток, нормальная напряженность вихревого поля и население одной орбиты связаны соотношением:

$$I_i = H_{\perp i} \cdot l_{mi} \cdot k_i \quad (19.111)$$

В (19.108) вектор напряженности магнитного поля направлен вдоль оси проводника, поскольку H_1 в этом случае есть отношение кольцевого тока одного электрино к его шагу h_1. В (19.110) вектор напряженности магнитного поля направлен по нормали к оси проводника, ибо в этом случае H_1 есть отношение кольцевого тока пакета к радиусу пакета или толщине вихря. Таким образом, напряженность магнитного поля проводника с током является двухвекторной величиной, оба вектора которой перпендикулярны вектору индукции B_i, направленному по касательной к орбитам электрино в каждом пакете. Как известно, в макромире плоскость винтовой траектории непременно имеет определенный наклон к осевой линии, который всегда меньше $\pi/2$. Плоскость траектории электрино, ввиду малости шага $h_i \approx 10^{-12} - 10^{-13}$ м, практически перпендикулярна к оси проводника. Поэтому во всех наблюдениях силовых линий вокруг проводников с током все исследователи находили их плоскости перпендикулярными к оси проводника.

Из вышеизложенного также следует, что основой как напряжения линии $V_i = э\omega_i n_i R_0 = I_{mi} \cdot n_i \cdot R_0$, так и тока $I_i = э\omega_i n_i k_i = I_{mi} \cdot n_i k_i$ является кольцевой ток I_{mi} и не может быть никакого противопоставления между электрическим током и магнитным полем, ибо они представляют собой лишь неотъемлемые свойства вихревого электринного поля вокруг противника, обладающего отрицательным статическим потенциалом φ_i.

Из многолетнего опыта по использованию электрической энергии хорошо известно, что существует техническая возможность в регуляции напряжения и тока цепи в диапазоне 15—20% номинальных

значений, но при этом мощность линии сохраняется постоянной. В этой связи представляет большой теоретический и практический интерес глубинная основа такой регуляции, т. е. изменения параметров вихря. Выразим напряжение линии V_i уравнением, куда входит шаг пакета h_i:

$$V_i = \frac{v_0 э \cdot n_i R_0}{h_i} = \frac{I_0 \cdot R_0 \cdot n_i}{h_i} \qquad (19.112)$$

Из этого соотношения следует, что напряжение может быть изменено при изменении числа орбит в пакете, при изменении шага пакета и при их одновременном изменении. Но если учесть, что при этом мощность линии $W_i = \text{Const}$, то возникает необходимость введения (19.112) в определение мощности, чтобы понять, какая из переменных величин играет ведущую роль:

$$W_i = I_i V_i = э\omega_i n_i k_i \cdot \frac{I_0 R_0 n_i}{h_i} = \frac{э\omega_i n_i R_0}{R_i} \cdot \frac{I_i R_0 n_i}{n_i} \qquad (19.113)$$

Очевидно, что при увеличении напряжения в n раз, мощность оставалась неизменной, необходимо во столько же раз уменьшить величину тока. А коли так, вихревой пакет n_i выпадает из дальнейшего рассмотрения и становится очевидным, что ведущая роль при изменениях напряжения принадлежит шагу h_i. Но поскольку шаг и круговая частота связаны через скорость распространения тока v_0 обратной зависимостью, то уменьшение h_i ведет к росту напряжения и адекватному росту ω_i, а следовательно, и величины тока. Поэтому выпадает из дальнейшего рассмотрения и круговая частота ω_i. И теперь единственной переменной, влияющей на величину тока, остается сопротивление линии R_i, которое возрастает при уменьшении шага. Становится ясным, что уменьшение h_i в n раз ведет к увеличению напряжения V_i и уменьшению I_i, в результате чего мощность сохраняется неизменной. А если еще глубже, то уменьшение h_i ведет к адекватному уменьшению населения каждой орбиты пакета, ибо $k_i = R_0/R_i$, и наоборот. Таким образом, манипуляции с вольтамперной характеристикой линии возможны благодаря структурным перестроениям в вихревом поле проводника, при этом ведущими параметрами являются h_i и k_i.

Если в (19.113) вместо ω_i ввести ее значение v_0/h_i, то получим выражение для мощности, в котором не присутствует ток линии:

$$W_i = \frac{I_0 R_0 n_i}{R_i h_i} \cdot \frac{I_0 R_0 n_i}{h_i} = \frac{I_0^2 R_0^2 n_i^2}{R_i h_i^2} = \frac{V_i^2}{R_i} = \frac{V_i^2 \cdot k_i}{R_0}. \qquad (19.114)$$

Однако, наиболее верно отражающим физическую суть мощности

уравнением является то, в которое в явном виде входит кольцевой ток $I_{mi} = э\omega_i$:

$$W_i = I_i V_i = э\omega_i n_i k_i \cdot э\omega_i n_i R_0 = I_{mi}^2 \cdot n_i^2 \cdot R_0 \cdot k_i, \qquad (19.115)$$

Отсюда с очевидностью следует, что ведущими параметрами в определении мощности линии служит кольцевой ток одного электрино и число электрино, составляющих один вихревой пакет $n_i k_i$. Из вышеизложенного также явствует, что сопротивление линии R_i есть свойство вихревого поля и не зависит от природы электропроводящего материала. Из (19.114) следует обратная зависимость между ним и квадратом шага вихря:

$$R_i = \frac{I_0^2 \cdot R_0^2 \cdot n_i^2}{W_i \cdot h_i^2}. \qquad (19.116)$$

Из (19.114—19.115) также следует, что число орбит вихревого пакета пропорционально корню из мощности линии:

$$n_i = \frac{h_i}{I_0 R_0} \cdot \sqrt{W_i R_i} = \frac{1}{I_{mi}} \cdot \sqrt{\frac{W_i}{R_0 \cdot k_i}}. \qquad (19.117)$$

Поскольку при $V \to \infty$ имеет место $k \to 1$, то отсюда совершенно очевидно, что чем больше передаваемая мощность линии, тем больше и число орбит вихревого пакета и, стало быть, больше и толщина вихря l_{mi}.

5. Модуль упругости проводника и предел мощности линии. Зададимся вопросом — существует ли верхний предел нагрузки электролинии из i-го проводника? Анализ показывает, что такой предел существует и определяется он механической прочностью проводника. Дело заключается в том, что по мере роста передаваемой мощности, растут и толщина вихря (речь идет о надпроводниковой его части), и магнитный поток, и плотность этого потока. В результате этого процесса возрастает напряжение в вихревом поле, которое сокращает нижний радиус вихря r_{mi} и между пристенным слоем (нижним слоем) вихря и внешним слоем атомов проводника формируется большое механическое напряжение P_{mi}, способное к разрушению структуры проводника. Очевидно, началу разрушения проводника отвечает условие

$$P_{mi} + E_i = 0, \qquad (19.118)$$

где E_i — модуль Юнга i-го проводника.

$$P_{mi} = \alpha э^2 / \pi R_э^2 \cdot r_{mi}, \qquad (19.119)$$

где $\pi R_э^2 = 9{,}6198672 \cdot 10^{-33}$ м^2 — сечение электрино. Нетрудно видеть, что первый множитель (19.119) есть постоянная величина, отра-

жающая свойство магнитного потока — межэлектринное натяжение σ_m:

$$\sigma_m = \frac{\alpha \cdot \mathfrak{э}^2}{\pi R_э^2} = 4{,}2730409 \cdot 10^{-2}\ \text{Н} \cdot \text{м}^{-1} = \text{Const}. \tag{19.120}$$

С учетом этой постоянной из (19.118) определяется предел нижнего радиуса вихря, при достижении которого начинается деструкция проводника:

$$r_{\min,i} = \sigma_m / E_i,\ \text{м}. \tag{19.121}$$

Для аалюминиевого проводника, имеющего $E = 7{,}1 \cdot 10^{10}$ Па, найдем:

$$r\,(\text{Al})_{\min} = \frac{42{,}730409 \cdot 10^{-3}}{7{,}1 \cdot 10^{10}} = 6{,}0183674 \cdot 10^{-13}\ \text{м} \tag{19.122}$$

При этом собственный диаметр атома алюминия составляет d_{Al}:

$$d_{\text{Al}} = 2C_0 \cdot \sqrt[3]{A_0} = 2{,}401268 \cdot 10^{-14} \cdot \sqrt[3]{27} = 2{,}407608 \cdot 10^{-13}\ \text{м}, \tag{19.123}$$

а межатомное расстояние в кристаллической решетке $a_{\text{Al}} = 2{,}5474751 \cdot 10^{-10}$ м. Мы видим, что критическое расстояние между нижним слоем вихря и поверхностью проводника составляет чуть больше двух диаметров атома алюминия, ибо $r\,(\text{Al})_{\min} \approx 2d_{\text{Al}}$. Зная $r_{\min,i}$, легко установить предельные значения основных параметров для i-го проводника. Так, для исследуемого алюминиевого проводника имеем:

$$\omega_{\max} = \frac{v_э\,(\text{Al})}{2\pi b_i \cdot r\,(\text{Al})_{\min}} = \frac{23{,}394472 \cdot 10^7}{3{,}7814516 \cdot 10^{-13}} = 6{,}1866379 \cdot 10^{22}\ \text{с}^{-1}; \tag{19.124}$$

$$h_{\min} = v_0 / \omega_{\max} = \frac{2{,}8992629 \cdot 10^8}{\omega_{\max}} = 4{,}6863303 \cdot 10^{-15}\ \text{м}; \tag{19.125}$$

$$E_{\max} = \frac{\Phi_0 \cdot \omega_{\max}}{r\,(\text{Al})_{\min}} = \frac{47{,}900472 \cdot 10^{-3}}{r\,(\text{Al})_{\min}} = 7{,}9590474 \cdot 10^{10}\ \text{В} \cdot \text{м}^{-1}; \tag{19.126}$$

$$H_{\max} = \frac{\mathfrak{э} \cdot \omega_{\max}}{h_{\min}} = \frac{12{,}296959 \cdot 10^{-5}}{h_{\min}} = 2{,}624006 \cdot 10^{10}\ \text{А} \cdot \text{м}^{-1}; \tag{19.127}$$

$$B_{\max} = H_{\max} \cdot \mu_0 \cdot \mu_{\text{Al}}' = 3{,}5257377 \cdot 10^4\ \text{Тл} \tag{19.128}$$

На практике нагружение линий никогда не доходит до этих предельных значений ввиду того, что существует иной предел, насту-

пающий раньше. Он заключается в нагреве проводника при приближении к предельной нагрузке линии и уже при $t = 80°$ С сопротивление проводника настолько возрастает, что дальнейшее увеличение нагрузки становится не только бессмысленным, но и нерентабельным.

Если в основное уравнение напряжения линии (19.102) вместо ω_l ввести ее значение (19.95), то увидим, что чем больше значение V_l, тем меньше нижний радиус вихря r_{ml}:

$$r_{ml} = \frac{\Phi_0 \cdot n_l \cdot v_{sl}}{2\pi b_l \cdot v_l} \tag{19.129}$$

а выразив V_l через мощность линии W_l, получим:

$$r_{ml} = \frac{\Phi_0 n_l v_{sl} I_l}{2\pi b_l \cdot W_l} \tag{19.130}$$

И еще одно интересное выражение для r_{ml} мы найдем из решения системы:

$$\left.\begin{aligned} \omega_l &= v_0 / h_l \\ \omega_l &= \frac{v_{sl}}{2\pi b_l \cdot r_{ml}} \end{aligned}\right\}, \tag{19.131}$$

$$r_{ml} = h_l v_{sl} / 2\pi b_l \cdot v_0 \tag{19.132}$$

Не вдаваясь в количественную сторону явления, можно сказать, что сигналом начала деструкции проводника на ЛЭП большой мощности служит появление коронного свечения. В результате достижения критической частоты столкновительного взаимодействия атомов внешнего слоя проводника с электрино вихря. При приближении механического напряжения вихря p_{ml} к значению модуля Юнга E_l, амплитуда колебания внешних атомов возрастает до критического значения, при достижении которого начинается высвобождение из них избыточных электронов. Высвобождаемые же электроны тут же обращаются в супергиперчастотные генераторы и приступают к осуществлению фазового перехода высшего рода, сопровождаемого излучением света в видимой области. Кстати, в основе коронного свечения проводника и свечения нити лампы накаливания лежит одно и то же явление — фазовый переход высшего рода, запускаемый столкновительным взаимодействием вихря с атомами нити и проводника.

Если быть строгим, то необходимо сказать, что R_{ml} ограничивает внешний радиус компактной части надпроводникового вихря, составляющего около 95—99% всего вихря, в зависимости от мощности линии. За пределами компактного вихря обращается рыхлый вихрь, состоящий из электрино, отраженных от поверхности проводника и возвращающихся назад, в область компактного вихря.

Согласно (19.129—19.130) чем выше мощность линии, тем меньше нижний радиус надпроводниковой части вихря, т. е. чем больше мощность, тем сильнее прижат вихрь к поверхности проводника. И тут возникает резонный вопрос: почему многослойное вихревое поле, образованное положительными частицами, толщина которого растет пропорционально мощности, не разлетается, а сохраняет высокую компактность, оказывая при этом возрастающее давление на нижние слои вихря? Ответ один: только потому, что сила гравитации между проводником и электрино много больше силы взаимного отталкивания электрино в магнитном потоке. Рассмотрим эти силы количественно.

$$F_{mi} = \frac{\alpha \cdot э^2}{h_i} — \tag{19.133}$$

сила взаимного отталкивания между электрино в магнитном потоке;

$$F_{ri} = \frac{э \cdot \varphi_i}{r_{mi}} — \tag{19.134}$$

сила гравитации между электрино и проводником.

Если бы по модулю эти две силы были равны, то это бы означало невозможность существования вихревого магнитного потока вокруг проводника. Для всех электропроводников справедливо неравенство:

$$F_{ri} >> F_{mi}. \tag{19.135}$$

Для нашей однофазной модельной линии, где $r_m = a/2$ получим:

$$F_m = \frac{\alpha \cdot э^2}{h_1} = \frac{4{,}1106086 \cdot 10^{-34}}{9{,}9182297 \cdot 10^{-13}} = 4{,}1444982 \cdot 10^{-22} \text{ Н}, \tag{19.136}$$

$$F_r = \frac{2э \cdot \varphi_{Al}}{a_{Al}} = -1{,}2591825 \cdot 10^{-17} \text{ Н} \tag{19.137}$$

Отсюда совершенно очевидно, что сила гравитации между электрино и проводником более чем в $3 \cdot 10^4$ раз превосходит силу взаимного отталкивания электрино, что и обусловливает высокую компактность вихря и его прижатость к проводнику.

§ 20. Природа удельного сопротивления проводника и сверхпроводимость

1. Удельное сопротивление и удельная проводимость проводника. Анализ явления удобнее начать с закона Ома в общем виде $R_i = V_i / I_i$. При этом нельзя не сказать о том, что сегодня передним краем электродинамики стала проблема сверхпроводимости. Теоре-

тическое обоснование этого явления, данное группой авторов (Бардином, Купером, Шриффером) в 1957 г., в рамках единой теории не имеет никакой ценности. Поэтому в данном параграфе мы попытаемся построить истинную теорию сверхпроводимости.

Алюминиевый проводник длиной l и сечением s обращается в сверхпроводящее состояние при $T_c = 1{,}18$ К. Для этого состояния, согласно закону Ома, можем записать:

$$\frac{\rho_{Al} \cdot l}{s} = 0. \tag{20.1}$$

Поскольку отношение l/s есть величина постоянная, то из (20.1) следует, что удельное сопротивление алюминия в точке T_c обращается в нуль, $\rho_{Al} = 0$. Для соотношения между напряжением и током в критическом состоянии можем записать:

$$R_c = V_i / I_i = 0. \tag{20.2}$$

Это равенство выполнено при двух условиях:

1) При $V_i = 0$. Но в самом начале открытия сверхпроводимости Камерлинг—Оннесом, в 1911 г., было установлено им, что вокруг соленойда из свинцовой проволоки, при $T = 7{,}18$ К, магнитное поле сохраняется неизменным сколь угодно долго после отключения его от источника питания. Именно это, незатухающее вихревое поле, и привело к представлению о сверхпроводимости. Иными словами, экспериментально доказывается невыполнимость (20.2) по первому пункту, ибо справедливо соотношение для сверхпроводящего состояния:

$$V_i = \Phi_0 \omega_i n_i \neq 0. \tag{20.3}$$

2) При $I_i = 0$. В рамках классической электродинамики это условие блестяще выполняется без всяких противоречий, ибо там ток возникает лишь при наличии переменного магнитного потока. А в сверхпроводящем соленоиде Камерлинг—Оннеса и напряжение, и магнитный поток постоянны во времени и пространстве и, стало быть, тока не должно быть. Но в таком случае, о какой сверхпроводимости мы говорим? Ведь скачком обращается в нуль не только сопротивление проводника, но и ток! Таким образом, в рамках классической электродинамики теория и эксперимент между собой не согласуются и не могут быть согласованы, ибо отсутствует подлинная теория.

Выше, при анализе мощности линии, было показано, что в проводнике одновременно присутствуют два тока — продольный и кольцевой. Так вот, в сверхпроводящем соленоиде продольный ток действительно равен нулю, но при этом в нем циркулирует кольцевой ток постоянной величины. Это значит, что вихревое электринное поле становится стационарным ввиду потери шага, т. е. $h_c =$

$= 0$ и вихревые пакеты становятся стоячими. В целом незатухающему соленоиду Камерлинг—Оннеса отвечают условия:

$$\left.\begin{aligned} &h_c = 0,\\ &V_i = \Phi_0 \omega_i n_i = \text{Const},\\ &\Phi_i = n_i \Phi_0 = \text{Const},\\ &I_{mi} = э\omega_i = \text{Const},\\ &I_i = э \cdot \nu_i = 0, \text{ ввиду } \nu_i = 0,\\ &v_{0c} = h_c \cdot \omega_i = 0,\\ &n_i = \text{Const},\\ &k_i = \text{Const}. \end{aligned}\right\} \qquad (20.4)$$

Таким образом, в замкнутой на себя сверхпроводящей цепи вихревое магнитное поле лишено продольного движения, поскольку орбита каждого электрино расположена в плоскости, строго перпендикулярной оси проводника на данном его элементе, а шаг электрино равен нулю. В этом случае физическая суть удельного сопротивления проводника $\rho_c = 0$ сводится к полному отсутствию безвозвратного рассеяния электрино вихря, к полному отсутствию столкновительного взаимодействия между внутренними электрино вихря и внешними атомами проводника. А физическая суть удельного сопротивления проводника при обычной температуре $T_i > T_c$ сводится к наличию безвозвратного рассеяния части электрино вихря атомами проводника, доля которой пропорциональна ρ_i. Следовательно, аналитическое выражение потерь напряжения и тока на элементарном участке линии, равном шагу вихря h_i, приобретет вид:

$$\Delta V_i = \Phi_0 \cdot \nu_{si}, \qquad (20.5)$$

$$\Delta I_i = э \cdot \nu_{si}, \qquad (20.6)$$

где ν_{si} — частота столкновительного взаимодействия электрино вихревого пакета с атомами проводника, заканчивающегося безвозвратным рассеянием электрино. Из (20.5) и (20.6) следует, что отношение потери напряжения к потере тока есть величина инвариантная и уже нам знакомая R_0:

$$\frac{\Delta V_i}{\Delta I_i} = \frac{\Phi_0 \cdot \nu_{si}}{э \cdot \nu_{si}} = \frac{\Phi_0}{э} = R_0. \qquad (20.7)$$

Из этого следует, что удельное сопротивление проводника в неявном виде содержит постоянную сопротивления R_0 и наша задача состоит в отыскании истинного вида уравнения, определяющего ρ_i. Для начала мы можем записать:

$$\rho_i = R_0 \cdot \frac{S(A_i)}{\pi \cdot r_i}, \text{ Ом·м}, \tag{20.8}$$

где r_i — ширина межатомного канала проводника; πr_i — периметр поперечного сечения этого канала. Чтобы понять суть величины $S(A_i)$ рассмотрим пробный внешний атом проводника. Напомню, что атом пребывает в беспрерывном гиперчастотном колебании в сферическом объеме, названном нами выше глобулой атома. Так вот, если в геометрическом центре глобулы внешнего атома расположить точку пересечения осей прямоугольных координат так, чтобы абсцисса была параллельна оси проводника, а ордината — перпендикулярна к ней, то $S(A_i)$ представит собой половину сечения глобулы, т. е. это сечение будет образовано колебанием пробного атома, амплитудой A_i, в плоскости XY, перпендикулярной орбиты вихря. Математически это сечение составит

$$S(A_i) = \frac{\pi \cdot (A_i/2)^2}{2} = \frac{\pi \cdot A_i^2}{8}, \text{ м}^2, \tag{20.9}$$

где $A_i/2$ — радиус глобулы атома. Теперь если учесть, что межатомный канал есть свободное пространство между глобулами атомов и определяется соотношением $r_i = a_i - A_i$, где a_i — период решетки, и введя значение $S(A_i)$ из (20.9) в (20.8), найдем окончательное решение ρ_i:

$$\rho_i = \frac{R_0 \cdot A_i^2}{8(a_i - A_i)} = \frac{R_0 \cdot A_i^2}{8r_i}, \text{ Ом·м}. \tag{20.10}$$

Это уравнение помимо того, что раскрывает физическую суть удельного сопротивления, замечательно еще и тем, что позволяет по измеренному значению удельного сопротивления найти амплитуду колебания атома. В самом деле, обозначив через δ_i отношение $A_i^2/(a_i - A_i)$, получим полное квадратное уравнение

$$A_i^2 + \delta_i A_i - a_i \delta_i = 0, \tag{20.11}$$

а определяя δ_i через известные величины из (20.10), найдем:

$$A_i^2 + \frac{8\rho_i}{R_0} \cdot A_i - \frac{8\rho_i a_i}{R_0} = 0, \tag{20.12}$$

$$A_i = \frac{-8\rho_i/R_0 + \sqrt{(8\rho_i/R_0)^2 + 32\rho_i a_i/r_0}}{2}. \tag{20.13}$$

Благодаря фотографии структуры золота, сделанной Х. Хасимото [20, с. 189], мы имеем уникальную возможность определить его удельное сопротивление только по фотографии. При этом, разумеется, если результат окажется близким к экспериментальному

значению $\rho_{Au} = 2{,}25 \cdot 10^{-8}$ Ом·м, то уравнение (20.10) получит полное подтверждение своей истинности. Тщательные измерения по фотографии, сделанные мною повторно, уже после написания § 15, посвященного физике твердого тела, дали следующие результаты в плоскости {111}:

$$A_x = d_{gx} = 1{,}8083333 \cdot 10^{-10} \text{ м}, \tag{20.14}$$

$$A_y = d_{dy} = 1{,}8020833 \cdot 10^{-10} \text{ м}, \tag{20.15}$$

$$\overline{A}_{Au} = (A_x + A_y)/2 = 1{,}8052083 \cdot 10^{-10} \text{ м} \tag{20.16}$$

Измеряя кратчайшие расстояния между глобулами атомов, т. е. по линии геометрических центров глобул, я получил для межатомного канала:

$$r_x = 6{,}2962961 \cdot 10^{-11} \text{ м}, \tag{20.17}$$

$$r_y = 6{,}1458333 \cdot 10^{-11} \text{ м}, \tag{20.18}$$

$$\overline{r}_{min} = (r_x + r_y)/2 = 6{,}2210645 \cdot 10^{-11} \text{ м}. \tag{20.19}$$

Но поскольку каждый атом частотно взаимодействует минимум с 12 атомами ближайшего окружения в исследуемой плоскости, то среднее расстояние между соседними глобулами определяется в интервале угла $\alpha = 2\pi/12 = 0{,}5236$ рад $= 30°$. В этом случае среднее значение межатомного канала составило

$$\overline{r}_{Au} = 1{,}15 \cdot \overline{r}_{min} = 7{,}1542241 \cdot 10^{-11} \text{ м} \tag{20.20}$$

Теперь все готово для определения расчетного значения удельного сопротивления золота ρ_{Au}':

$$\rho_{Au}' = \frac{\overline{A}_{Au}^2 \cdot R_0}{8 \cdot \overline{r}_{Au}} = \frac{12{,}694578 \cdot 10^{-18}}{5{,}7233792 \cdot 10^{-10}} = 2{,}2180214 \cdot 10^{-8} \text{ Ом·м} \tag{20.21}$$

Это значение меньше экспериментального ρ_{Au} лишь на 1,422%. А если определить по ρ_{Au} амплитуду колебания атома золота при $t = 20°$ С, согласно (20.13), то получим значение

$$A_{Au} = \frac{-4{,}6207114 \cdot 10^{-10} + \sqrt{21{,}350973 \cdot 10^{-20} + 47{,}47783 \cdot 10^{-20}}}{2} =$$

$$= 1{,}8378 \cdot 10^{-10} \text{ м}, \tag{20.22}$$

которое больше $\overline{A}_{Au}$, полученного измерениями по фотографии, лишь на 1,80542%. Таким образом, эти результаты блестяще подтверждают как истинность решения удельного сопротивления

проводников (20.10), так и высочайшую ценность метода электронной фотографии Х. Хасимото.

Как известно, лучшими проводниками тока являются четыре металла: серебро — медь — золото — алюминий, у которых удельное сопротивление возрастает от серебра к алюминию. Если у них определить период кристаллической решетки согласно $a_i = \sqrt[3]{m_i/\rho_i}$, где ρ_i — массовая плотность, m_i — масса атома, амплитуду колебания атома согласно (20.13), ширину межатомного канала $r_i = a_i - A_i$ и рассчитать значения $\delta_i = A_i^2/r_i$, то мы получим тот же ряд металлов, но уже по возрастанию значения δ_i:

$$\delta_{Ag} = \frac{A_{Ag}^2}{r_{Ag}} = \frac{(1{,}6975364 \cdot 10^{-10})^2}{8{,}769846 \cdot 10^{-11}} = 3{,}2858385 \cdot 10^{-10}\ \text{м}, \tag{20.23}$$

$$\delta_{Cu} = \frac{A_{Cu}^2}{r_{Cu}} = \frac{(1{,}589317 \cdot 10^{-10})^2}{6{,}909949 \cdot 10^{-11}} = 3{,}6554951 \cdot 10^{-10}\ \text{м}, \tag{20.24}$$

$$\delta_{Au} = \frac{A_{Au}^2}{r_{Au}} = \frac{(1{,}8378006 \cdot 10^{-10})^2}{7{,}309506 \cdot 10^{-11}} = 4{,}6207103 \cdot 10^{-10}\ \text{м}, \tag{20.25}$$

$$\delta_{Al} = \frac{A_{Al}^2}{r_{Al}} = \frac{(1{,}9212246 \cdot 10^{-10})^2}{6{,}262505 \cdot 10^{-11}} = 5{,}8939735 \cdot 10^{-10}\ \text{м}. \tag{20.26}$$

Итак, мы корректно установили, что при T_i каждый электропроводящий материал обладает своим собственным значением δ_i, определяющим его удельное сопротивление, из чего следует, что амплитуда нулевого колебания атомов и межатомный канал являются свойствами проводника, зависящими от температуры.

Как известно, в электродинамике часто используется величина, обратная удельному сопротивлению, γ_i:

$$\gamma_i = 1/\rho_i = \frac{8 \cdot r_i}{R_0 \cdot A_i^2},\ \text{А} \cdot \text{В}^{-1} \cdot \text{м}^{-1} = \text{См} \cdot \text{м}^{-1}. \tag{20.27}$$

Отсюда с очевидностью следует, что удельная проводимость i-го проводника пропорциональная ширине межатомного канала и обратно пропорциональна квадрату амплитуды нулевого колебания атомов проводника. Как удельное сопротивление, так и удельная проводимость являются неотразимым доказательством того, что вихревое электринное поле в обычных условиях непременнно углубляется в проводник на некоторую глубину λ_i и часть траектории каждого электрино проходит по межатомным каналам, расположенным в плоскостях, перпендикулярных оси проводника.

2. Столкновительное взаимодействие и КПД линии. Под столкновительным взаимодействием имеется в виду физическое столк-

новение электрино вихря с положительным полем внешнего атома проводника, приводящее к безвозвратному рассеянию электрино. Прежде всего установим заряд положительного поля атома ΔZ, который отводится на взаимодействие с электрино. Он обусловлен полуповерхностью электрино $\pi d_э^2/2$ и плотностью заряда положительного поля атома $j_э = 3{,}1124269 \cdot 10^7$ Кл·м$^{-2}$.

$$\Delta Z = \pi d_э^2 \cdot j_э / 2 = 5{,}988226 \cdot 10^{-25} \text{ Кл} \qquad (20.28)$$

При физическом столкновении электрино с атомом расстояние между геометрическими центрами электрино-снаряда и электрино поверхностного слоя атома становится минимальной и равной диаметру электрино $d_э$. При этом сила взаимного отталкивания между электрино и положительным полем атома $F_э$ определяется уже известным нам соотношением:

$$F_э = \frac{\alpha \cdot э \cdot \Delta Z}{d_э} = \frac{1{,}2384008 \cdot 10^{-31}}{1{,}1067247 \cdot 10^{-16} \text{ м}} = 1{,}1189781 \cdot 10^{-15} \text{ Н} = \text{Const}. \qquad (20.29)$$

Электрино, приобретшее такую силу, рассеивается от поверхности проводника в пространство со скоростью $v_р$:

$$v_р = F_э / m_э \cdot \nu_{ед} = 1{,}6321728 \cdot 10^{20} \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \qquad (20.30)$$

Выше мы уже определяли (19.137) силу гравитации между проводником и электрино, удаленным от атома на рассеяние $a_i/2$, которая составляет $F_г = -1{,}2 \cdot 10^{-17}$ Н. Из сравнения этой силы с $F_э$ следует, что последняя превосходит силу гравитации в 92 раза и, стало быть, отрицательный потенциал проводника не в состоянии удержать электрино, рассеянное в результате столкновительного взаимодействия. Более того, столкновительное взаимодействие я рассматриваю как предельный случай, ибо основная масса рассеиваемых электрино покидает пределы гравитационного поля проводника в результате не столкновительного, а упругого взаимодействия. В основе такого рассеяния лежит отклонение траектории электрино от оси межатомного канала либо на входе в проводник, либо по ходу движения по каналу. Критерием безвозвратного рассеяния служит только степень сближения электрино с атомом проводника. Очевидно рассеянию отвечает условие:

$$F_э \geq F_г, \qquad (20.31)$$

из которого можно получить диапазон критических расстояний между электрино и атомом для i-го проводника $r_{ci} \geq d_э$:

$$\frac{\alpha \cdot э \cdot \Delta Z}{r_{ci}} = \frac{2\alpha \cdot \varphi_i}{a_i}, \qquad (20.32)$$

$$r_{ci} \le \frac{\alpha \cdot э \cdot \Delta Z \cdot a_i}{2э \cdot \varphi_i} = \frac{\alpha \cdot \Delta z \cdot a_i}{2\varphi_i}. \qquad (20.33)$$

Для алюминиевого проводника получим:

$$r_{cAl} = \frac{1{,}5871872 \cdot 10^{-14}}{1{,}613822} = 9{,}8349582 \cdot 10^{-15}\ \text{м} \qquad (20.34)$$

Объективным содержанием энергопотерь на линии является частота рассеяния электрино вихря вдоль линии $\nu_{\rho i}$, определяющими факторами которой являются δ_i, линейная плотность тока I_i/I_0, частота нулевого колебания атомов проводника $f_i = \psi_в \cdot T_i$, длина проводника l_i. С учетом этих факторов для $\nu_{\rho i}$ можем записать:

$$\nu_{\rho i} = \frac{A_i^2}{8\,(a_i - A_i)} \cdot \frac{I_i}{I_0} \cdot f_i \cdot \frac{l_i}{s_i},\ \text{с}^{-1} \qquad (20.35)$$

В законе Ома $s_i = \pi b_i^2$ есть сечение проводника, что является грубой ошибкой, ибо по сечению проводника отсутствует какое бы то ни было течение тока. В (20.35) s_i есть продольное сечение проводника, через которое внутрипроводниковая часть вихря входит в проводник, непременно учитывающее в $\cos\alpha$, где α — угол между радиусом проводника и направлением орбиты электрино у входа в проводник:

$$s_i = l_i \cdot b_i \cdot \cos\alpha,\ \text{м}^2, \qquad (20.36)$$

где b_i — радиус проводника, l_i — длина линии. С учетом этого соотношения частота рассеяния приобретает следующий общий вид:

$$\nu_{\rho i} = \frac{I_i \cdot \varphi_в \cdot T_i \cdot A_i^2}{8 I_0\,(a_i - A_i) \cdot b_i \cdot \cos\alpha},\ \text{с}^{-1} \qquad (20.37)$$

Как видим, длина проводника l_i, входившая в (20.35), теперь сократилась. Зная частоту рассеяния нетрудно установить КПД i-ой линии:

$$\text{КПД} = \frac{\nu_i - \nu_{\rho i}}{\nu_i} = \left(1 - \frac{I_i \cdot \varphi_в \cdot T_i \cdot A_i^2}{8 I_0 \cdot \nu_i\,(a_i - A_i) \cdot b_i \cdot \cos\alpha}\right) \qquad (20.38)$$

Учитывая, что $I_i = э\nu_i$ и введя это значение в (20.38), получим общее решение:

$$\text{КПД} = \left(1 - \frac{э \cdot \varphi_в \cdot T_i \cdot A_i^2}{8 I_0\,(a_i - A_i) \cdot b_i \cdot \cos\alpha}\right) \qquad (20.39)$$

А с учетом того, что, как следует из (20.10), $A_i^2/8\,(a_i - A_i) = \rho_i/R_0$,

коэффициент полезного действия линии можно выразить через удельное сопротивление проводника $\rho\,(\mathrm{T})_l = \rho_{t20}\,[1 + \alpha_t\,(t_l - 20)]$:

$$\text{КПД} = \left(1 - \frac{\text{э}\cdot\varphi_{\text{в}}\cdot \mathrm{T}_l\cdot A_l^2}{I_0 R_0\cdot b_l\cdot\cos\alpha}\right), \tag{20.40}$$

где α_t — температурный коэффициент удельного сопротивления. Из этого уравнения с очевидностью следует, что ведущими факторами, определяющими КПД линии, являются четыре переменных параметра, из которых $\rho\,(\mathrm{T})_l$, $\cos\alpha$ можно считать сравнительно стабильными, как свойства проводника и вихря. А вот отношение T_l/b_l может изменяться в очень широком диапазоне значений. Очевидно при $\mathrm{T} \to 0$ КПД $\to 1$ и во многих случаях это уже достигается технически, выражающееся переходом участка цепи в сверхпроводящее состояние.

Чтобы разобраться в интервале применимости вышеполученных уравнений и закона Ома сделаем краткий анализ реальной высоковольтной линии постоянного тока Волгоградская ГЭС — Донбасс, которая характеризуется следующими данными:

$$\begin{aligned} &V_{\text{н}} = 8\cdot 10^5 \text{ В} \text{ — номинальное напряжение,}\\ &W_{\text{н}} = 7{,}5\cdot 10^8 \text{ Вт} \text{ — номинальная мощность,}\\ &l = 4{,}73\cdot 10^5 \text{ м} \text{ — протяженность линии,}\\ &\text{КПД} = 94\% \end{aligned} \tag{20.41}$$

Других данных по этой линии под рукой у меня нет, но пусть проводником служит алюминиевая жила радиуса $b = 1{,}3\cdot 10^{-2}$ м. По закону Ома ток на линии составит $I_{\text{н}}$:

$$I_{\text{н}} = W_{\text{н}}/V_{\text{н}} = 937{,}5 \text{ А} \tag{20.42}$$

К потребителям в Донбассе приходит мощность W_1:

$$W_1 = 0{,}94\cdot W_{\text{н}} = 7{,}05\cdot 10^8 \text{ Вт}, \tag{20.43}$$

которая определяется надежно, ибо она проходит через систему счетчиков потребителей. Но при попытке расчетно установить напряжение и ток в конце линии на основе закона Ома мы попадаем в трудное положение, ибо невозможно точное определение этих величин. Если же исходить из их номинальных значений, то можно определить некое номинальное сопротивление линии $R_{\text{н}}$:

$$R_{\text{н}} = \frac{V_{\text{н}}}{I_{\text{н}}} = \frac{8\cdot 10^5}{9{,}375\cdot 10^2} = 8{,}5333333\cdot 10^2 \text{ Ом}, \tag{20.44}$$

которое много больше постоянной сопротивления $R_0 = 3{,}895504\cdot 10^2$ Ом. Но для хороших проводников $R_l \le R_0$, в чем мы убедились выше.

Поскольку в высоковольтных линиях компонент вихря $k \to 1$, то в исследуемой линии соотношение между V и I можно принять равным R_0. Исходя из этого по одной фазе, по которой передается мощность $W_{fн} = W_н/3$ имеем:

$$I_{fн} = \sqrt{W_f/R_0} = \sqrt{64{,}176548 \cdot 10^4} = 8{,}0110266 \cdot 10^2 \text{ А}, \tag{20.45}$$

$$V_{fн} = \sqrt{W_f \cdot R_0} = \sqrt{9{,}73876 \cdot 10^{10}} = 3{,}1206986 \cdot 10^5 \text{ В}, \tag{20.46}$$

$$\nu_{fн} = I_f/э = 4{,}030372 \cdot 10^{29} \text{ с}^{-1} \tag{20.47}$$

— продольная частота электрино вдоль одной фазы.
Эти значения характеризуют начало каждой фазы линии. Потеря мощности по одной фазе составляет ΔW_f:

$$\Delta W_f = 6\% \; W_{fн} = 1{,}5 \cdot 10^7 \text{ Вт}, \tag{20.48}$$

а рассеянные ток и напряжение по фазе составят:

$$\Delta I_f = \sqrt{\Delta W_f/R_0} = 1{,}9622927 \cdot 10^2 \text{ А}, \tag{20.49}$$

$$\Delta V_f = \sqrt{\Delta W_f \cdot R_0} = 7{,}6441193 \cdot 10^4 \text{ В}. \tag{20.50}$$

При этом частота рассеяния электрино по фазе составит $V_{ρf}$:

$$\nu_{ρf} = \Delta I_f/э = 9{,}8723547 \cdot 10^{28} \text{ с}^{-1}, \tag{20.51}$$

$$\nu_{ρf} = \Delta V_f/\Phi_0 = 9{,}872355 \cdot 10^{28} \text{ с}^{-1} \tag{20.52}$$

Теперь мы можем определить напряжение и ток в конце фазы, т. е. в Донбассе, $V_{fл}$ и $I_{fл}$. Но сначала необходимо учесть то обстоятельство, что ток от Волгограда до Донбасса доходит не за $\tau_{сд}$, а за $l/v_0 = 1{,}63 \cdot 10^{-3}$ с. Во-вторых, необходимо учесть и то, что вихрь входит в проводник по 1/2 его поверхности, а по второй половине и выходит, и рассеивается, т. е. активный процесс занимает π радиан вдоль проводника. С учетом этой особенности получаем корректирующий коэффициент в общем виде, для i-ой линии, σ_i:

$$\sigma_i = \sqrt{l_i/\pi \cdot v_0 \cdot \tau_{сд}}. \tag{20.53}$$

Для исследуемой линии $\sigma = 2{,}2788294 \cdot 10^{-2}$, с учетом которого имеем:

$$I_{fл} = I_{fн} - \Delta I_f \cdot \sigma = 8{,}0110266 \cdot 10^2 - 4{,}4717302 =$$

$$= 7{,}9663093 \cdot 10^2 \text{ А} \tag{20.54}$$

— конечный ток фазы,

$$V_{л} = V_{fн} - \Delta V_f \cdot \sigma = 3{,}1206986 \cdot 10^5 - 1{,}7419643 \cdot 10^4 =$$

$$= 2{,}9465022 \cdot 10^5 \text{ В} \qquad (20.55)$$

— напряжение в конце фазы,

$$W_{fл} = I_{fл} \cdot V_{fл} = 23{,}472747 \cdot 10^7 \text{ Вт} = 93{,}891\%\ W_{fн}, \qquad (20.56)$$

$$W_{l} = 3 \cdot W_{fл} = 70{,}418241 \cdot 10^7 \text{ Вт} = 93{,}891\%\ W_{н} \qquad (20.57)$$

$$R_{l} = \frac{V_{л}}{I_{fл}} = \frac{29{,}465022 \cdot 10^4}{7{,}9663093 \cdot 10^2} = 3{,}6987042 \cdot 10^2 \text{ Ом} \qquad (20.58)$$

— реальное сопротивление линии по одной фазе,

$$R_{l} = R_0 / R_{l} = 1{,}0532077 \qquad (20.59)$$

— среднее число электрино, насляющих одну траекторию вихревого пакета,

$$\nu_{\rho l} = \upsilon_{\rho f} \cdot \sigma = 2{,}2497412 \cdot 10^{27} \text{ с}^{-1} \qquad (20.59а)$$

— реальная частота электрино, рассеиваемых вихрем одной фазы на пути l, от источника до потребителя.

Введя в (20.37) коэффициент рассеяния σ_i получим окончательное решение частоты рассеяния по одной фазе i-ой линии $\nu_{\rho fi}$:

$$\nu_{\rho fl} = \frac{I_{fн} \cdot \varphi_в \cdot \mathrm{T}_i A_i^2 \cdot \sigma_i}{8 I_0 (a_i - A_i) \cdot b_i \cdot \cos\alpha} = \frac{I_{fн} \cdot \varphi_в \cdot \mathrm{T}_i \cdot \rho\,(\mathrm{T}) \cdot \sigma_i}{I_0 R_0 \cdot b_i \cdot \cos\alpha}. \qquad (20.60)$$

Теперь КПД линии легко определяется по потерям одной фазы:

$$\eta_i = \left(1 - \frac{э \cdot \varphi_в \cdot \mathrm{T}_i \cdot \rho\,(\mathrm{T})_i \cdot \sqrt{l_i / \pi \upsilon_0 \tau_{ед}}}{I_0 \cdot R_0 \cdot b_i \cdot \cos\alpha}\right). \qquad (20.61)$$

Из этого уравнения без труда устанавливаются $\cos\alpha$:

$$\cos\alpha = \frac{э \cdot \varphi_в \cdot \mathrm{T}_i \cdot \rho\,(\mathrm{T})_i \cdot \sqrt{l_i / \pi \cdot \upsilon_0 \tau_{ед}}}{I_0 R_0 \cdot b_i \cdot (1 - \eta_i)}. \qquad (20.62)$$

По исследуемой линии, где $\eta = 0{,}94$ найдем:

$$\cos\alpha = \frac{9{,}7216965 \cdot 10^{-24}}{1{,}7510109 \cdot 10^{-19}} = 5{,}5520162 \cdot 10^{-5}, \qquad (20.63)$$

$$\alpha = 89°59'48,''04. \qquad (20.64)$$

Этот последний результат свидетельствует о том, что угол атаки электрино вихря к нормали на поверхность элементарной грани проводника (или то же самое — к продолжению радиуса проводника) почти равен $\pi/2$. Отсюда следует, что траектория вхождения

среднего электрино вихря в проводник направлена к плоскости входа в межатомный канал под очень малым углом β:

$$\beta = (\pi/2 - \alpha) = 0°0'11,''56. \qquad (20.56)$$

При столь остром угле атаки в межатомный канал попадают только те электрино, которые, в результате взаимодействия с ближайшим атомом, отражаются им в общем направлении к оси проводника. В этом случае угол атаки скачком возрастает от β до (β + Δβ). Другая часть электрино, отражаемая атомами в направлениях от поверхности проводника, скачком уменьшает угол атаки от β до (β − Δβ), где модуль Δβ может иметь значения от β до ±π/2. При этом необходимо помнить, что углы отражения при всей широте их диапазона, лежат в плоскостях, практически перпендикулярных оси проводника. Кроме того малость угла β свидетельствует в пользу того, что внутрипроводниковый ансамбль электрино проникает туда прежде всего по поперечным межатомным каналам, которые параллельны плоскостям вихревых пакетов.

Из анализа этой реальной линии электропередачи однозначно следует, что потери энергии и мощности обусловлены только рассеянием электрино вихря на атомах проводника:

$$\Delta I_{fi} = \nu_{\rho fi} \cdot э, \qquad (20.66)$$

$$\Delta V_{fi} = \nu_{\rho fi} \cdot \Phi_0, \qquad (20.67)$$

$$\Delta W_{fi} = \Delta I_{fi} \cdot \Delta V_{fi} = \nu^2_{\rho fi} \cdot э \cdot \Phi_0. \qquad (20.68)$$

Необходимо отметить, что рассеяние электрино вихря происходит не только атомами проводника, но и молекулами и взвешенными частицами воздуха, а также молекулами изоляции проводов и кабелей. Так, выше 20.56 мы получили η = 93,891% вместо 94%. Несходимость в Δη = 0,109% обусловлена неучтенным нами рассеянием электрино на молекулах и частицах воздуха на линии Волгоградская ГЭС — Донбасс.

Таким образом, из вышеизложенного явствует, что закон Ома страдает неполнотой и потому беспомощен в исследовании явлений и процессов, сопровождающих электрический ток. Он частично применим лишь на маломощных линиях и цепях, когда $R_i << R_0$. Открытие фундаментальной постоянной R_0 требует уточнения шкал измерительных приборов (амперметров и вольтметров), ибо соотношение между модулями напряжения и тока как в линиях передач, так и в их потерях всегда равно R_0. Линия абсолютной проводимости — это такая линия, на которой нет рассеяния электрино вихря, т. е. $\nu_{\rho a} = 0$. Реально таких линий нет и не будет, ибо даже на сверхпроводящем соленоиде или на любом сверхпроводящем участке реальная частота рассеяния всегда больше нуля и полное исключение

рассеяния невозможно. Сложившееся представление будто при достижении критической температуры i-ым проводником, его удельное сопротивление скачком обращается в нуль — ошибочно. Суть сверхпроводящего состояния заключается лишь в резком уменьшении удельного сопротивления.

3. Сверхпроводимость. В основу анализа проблемы мы положим только твердо установленные экспериментальные факты. Во-первых, это эффект Мейсснера, открытый в 1933 г. Мейсснером и Оксенфельдом и суть которого состоит в выталкивании магнитного потока из проводника в момент его перехода в сверхпроводящее состояние. Магнитный поток, свободно пронизывавший проводник насквозь при докритической температуре $T_i > T_c$, в момент достижения проводником T_c скачком перестает проходить через него, т. е. электрино магнитного потока более не в состоянии проникать в межатомные каналы и вынуждены обтекать проводник как обтекает поток воды палку, воткнутую на дно мелководной речушки. Во-вторых, это скачок теплоемкости проводника при достижении T_c. Однозначно доказано, что теплоемкость всех материалов в момент перехода в сверхпроводящее состояние скачком возрастает в 2,5 раза. При этом функция $C_i = f(T)$ является линейной в интервале $T > T_c$ и экспоненциальной при $T < T_c$. И, наконец, в-третьих, для каждого сверхпроводника имеется свой порог напряженности магнитного поля, при воздействии которой он скачком переходит в нормальное состояние при $T \leq T_c$. Нет сомнения в том, что если мы объясним суть трех этих явлений, то тем самым решим теоретическую основу сверхпроводимости.

В анализе по-прежнему участвует алюминиевый проводник. Рассмотрим вхождение электрино вихря в межатомный канал при $T_1 = 293{,}15$ K. При этом ширина межглобулярного канала составляет $r_1 = 6{,}262505 \cdot 10^{-11}$ м, период кристаллической решетки алюминия $a_1 = 2{,}5474751 \cdot 10^{-10}$ м; амплитуда нулевого колебания атомов $A_1 = 1{,}9212246 \cdot 10^{-10}$ м. Если мысленно соединить геометрические центры четырех глобул внешних атомов, определяющих вход в межатомный канал, то мы получим квадрат со стороны a_1. Диагональ этого квадрата составит $a_1\sqrt{2}$, а точка пересечения обоих диагоналей, являющаяся геометрическим центром межатомного канала, делит ее на две равные части $b_1 = a_1\sqrt{2}/2$. Поместим алюминиевый проводник во внешнее магнитное поле так, чтобы ось проводника была перпендикулярна потоку. В этом случае магнитный поток не испытывает никаких деформаций, по крайней мере наблюдаемых экспериментально, ибо свободно проходит насквозь через проводник. Связано это с тем, что собственный диаметр электрино $d_э = 1 \cdot 10^{-16}$ м меньше ширины межглобулярного канала r_1 в $n_1 = 6 \cdot 10^5$ раз и отсутствует энергетический барьер для электрино

на входе в канал, что легко доказывается расчетом. Пусть пробное электрино магнитного потока входит в межатомный канал по его оси. Тогда у входа в канал оно имеет скорость и силу вхождения v_1 и F_1:

$$v_1 = \frac{2v_s\,(\mathrm{Al})}{a_1 \cdot \sqrt{2}} = 1{,}2987283 \cdot 10^{18}\ \text{м}\cdot\text{с}^{-1}, \tag{20.70}$$

$$F_1 = m_э \cdot v_1 \cdot \nu_{ед} = 8{,}9037658 \cdot 10^{-18}\ \text{Н}. \tag{20.71}$$

При этом четыре атома алюминия у входа в канал оказывают противодействие входящему электрино своими положительными полями $Z_\lambda = 2{,}1125234 \cdot 10^{-24}$ Кл силой F_2:

$$F_2 = \frac{4\alpha \cdot э \cdot Z_\lambda}{b_1} = \frac{8\alpha \cdot э \cdot Z_\lambda}{a_1\sqrt{2}} = 9{,}7012940 \cdot 10^{-21}\ \text{Н}. \tag{20.72}$$

Как видим, сила вхождения электрино в канал $F_1 >> F_2$ и, стало быть, энергетического барьера на входе в канал для электрино действительно нет при $T > T_c = 1{,}18$ К. Усложним опыт. Снизим напряженность внешнего магнитного поля ниже критического значения. Для алюминия при охлаждении до $T = 0$К критическое значение поля составляет $H_c = 1{,}64$ э $= 130{,}5071$ А·м$^{-1}$ [28, с. 272]. Правда, как это справедливо замечает Блейкмор [27, с. 332], удобнее оперировать критическим значением индукции поля $B_{ci} = H_{ci} \cdot \mu_i$. Для алюминия она составляет $B_c = 9{,}9 \cdot 10^{-3}$ Тл [26, 27]. При $T_c = 1{,}18$ мы охладим испытуемый образец до $T_2 = 1$ К. Критическое значение индукции поля при T_2, согласно правилу Тайна, составит B_2:

$$B_2 = B_c\,[1 - (T_2/T_c)^2] = 2{,}7899754 \cdot 10^{-3}\ \text{Тл}. \tag{20.73}$$

Стало быть, в нашем опыте внешнее поле должно обладать индукцией $B_3 < B_2$. Пусть $B_3 = 2{,}5 \cdot 10^{-3}$ Тл. При постоянстве этого значения индукции поля и постепенном охлаждении образца он перейдет в сверхпроводящее состояние по достижении температуры $T_3 = 1{,}020188$ К, а при $T_2 = 1$ К будет оставаться устойчивым сверхпроводником, несмотря на воздействие внешнего поля с индукцией B_3. И вот в момент перехода температуры проводника через T_3 входы в межатомные каналы его захлопываются перед электрино магнитного поля и поток теперь обтекает проводник. Когда этот эффект был впервые обнаружен, его авторы решили, что поток совершенно не углубляется в проводник с момента его перехода в состояние сверхпроводимости. Но позже прямыми измерениями Понтиус доказал, что магнитный поток все же входит в сверхпроводник на глубину $\lambda \approx 1 \cdot 10^{-8}$ м [29]. Позже этот факт был подтвержден и другими авторами. Из этого факта я могу

сделать однозначный вывод о том, что в момент перехода проводника в сверхпроводящее состояние энергетического барьера на входе в межатомные каналы так и не возникает, т. е. сила вхождения электрино в канал попрежнему больше силы отталкивания, формируемой положительными полями атомов у входа в канал. А коли так, единственной причиной, обусловливающей эффект Мейсснера, является перестройка кристаллической решетки проводника.

Во-первых, чтобы понять суть этой перестройки, необходимо определить период кристаллической решетки алюминия при охлаждении до $t_2 = (t_c + 0{,}01°)$. Коэффициент линейного температурного расширения алюминия составляет [28, с. 236]:

$$\left.\begin{aligned} &\alpha_1 = 21 \cdot 10^{-6} \text{ град}^{-1} \text{ в интервале } 303-113 \text{ K}, \\ &\alpha_2 = 9{,}1 \cdot 10^{-6} \text{ град}^{-1} \text{ в интервале } 113-23 \text{ K}, \\ &\alpha_3 = (\alpha_1 + \alpha_2) = 3{,}01 \cdot 10^{-5} \text{ град}^{-1}, \end{aligned}\right\} \qquad (20.74)$$

$$a_2 = a_1 \left[1 + \alpha_3 (T_c - T_c)\right] = a_1 \cdot \left[1 + \alpha_3 (-291{,}97°)\right] =$$

$$= a_1 \cdot 0{,}9912118 = 2{,}5250873 \cdot 10^{-10} \text{ м} = 99{,}121\% \; a_1 \qquad (20.75)$$

Во-вторых, необходимо разобраться с удельным сопротивлением алюминия вблизи T_c. Для анализа мы располагаем следующими экспериментальными данными по алюминию [23]:

$\rho_{20} = 2{,}87 \cdot 10^{-8}$ Ом·м

— удельное сопротивление при $t \approx 20°$ C,

$\alpha' = 3{,}7 \cdot 10^{-3}$ град$^{-1}$

— температурный коэффициент удельного сопротивления

Исходя из этих данных можно установить приближенное значение ρ_c' при T_c, согласно формуле:

$$\rho_c' = \rho_{20} \cdot \left[1 + \alpha' \cdot (t_c - 20°)\right], \qquad (20.76)$$

где $t_c = (T_c - T_0) = -271{,}97°$ C.

$$\rho_c' = \rho_{20} \cdot (1 - 1{,}080289) = -2{,}304294 \cdot 10^{-9} \text{ Ом·м}. \qquad (20.77)$$

Отрицательный знак перед значением ρ_c' свидетельствует об абсурдности результата, ибо отрицательное удельное сопротивление не имеет физического смысла. Отрицательный знак появляется в результате завышения α', которая не была проработана вблизи $T = 0$K. Совершенно очевидно, что произведение $\alpha (t_c - 20°)$ не может быть больше единицы, но мы можем принять предельное условие

$$\alpha (t_c - 20°) = -1, \qquad (20.78)$$

из которого определяется предельное значение коэффициента α_c:

$$\alpha_c = \frac{-1}{(t_c - 20)} = \frac{-1}{-291{,}97} = 3{,}4250094 \cdot 10^{-3} \text{ град}^{-1} \qquad (20.79)$$

Теперь удельное сопротивление алюминия при достижении T_c обращается в нуль (в отсутствие магнитного поля):

$$\rho_{cAl} = \rho_{20} \cdot [1 + \alpha_c (t_c - 20)] = 0. \qquad (20.80)$$

Зададимся вопросом — *а* каково предкритическое значение удельного сопротивления ρ_2 при $t_2 = (t_c + \Delta t) = -271{,}96^\circ$ С, т. е. при $\Delta t = 0{,}01^\circ$ С?

$$\rho_2 = \rho_{20} \cdot (1 - 0{,}99996574) = 9{,}84 \cdot 10^{-13} \text{ Ом} \cdot \text{м} \qquad (20.81)$$

Это приближенное значение замечательно тем, что позволяет установить предкритические значения амплитуды нулевого колебания атомов алюминия A_2 и ширины межглобулярного канала r_2:

$$A_2 = \frac{-8\rho_2/R_0 + \sqrt{(8\rho_2/R_0)^2 + 32\rho_2 \cdot a_2/R_0}}{2} = 2{,}2488285 \cdot 10^{-12} \text{ м}, \qquad (20.82)$$

$$r_2 = (a_2 - A_2) = 2{,}5025991 \cdot 10^{-10} \text{ м} = 99{,}10941\% a_c \qquad (20.83)$$

Если эти результаты сравнить с A_1 и r_1, то нетрудно видеть, что предкритическое значение амплитуды нулевого колебания меньше A_1 в 85,432 раза, а предкритическая ширина канала больше r_1 в 3,996 раз! Т. е. предкритическое состояние кристаллической решетки проводника во много раз благоприятнее для прохождения через него магнитного потока, чем в нормальном состоянии, при $T_1 = 293{,}15$ К. Можем ли мы, исходя из предкритического состояния параметров алюминия, допустить, что при понижении температуры на величину $\Delta t = 0{,}01$ и достижении t_c происходят существенные сдвиги с модулем A_2 и r_2? Разумеется — не можем. А раз так, перед нами парадоксальное явление — при широко открытых межатомных каналах сверхпроводника магнитный поток не может войти в них и лишен сквозного движения по ним, как это имело место в нормальном состоянии. Тот факт, что магнитный поток все же входит на небольшую глубину $\lambda \approx 10^{-8}$ м свидетельствует в пользу того, что входы в межатомные каналы в момент перехода проводника в сверхпроводящее состояние не испытывают геометрической деформации и на входе электрино потока не испытывают задержки. Есть только одно объяснение этому парадоксу — это послойная дислокация кристаллической структуры проводника в момент перехода в сверхпроводящее состояние. Чтобы понять суть этого явления, достаточно принять, что испытуемый нами образец

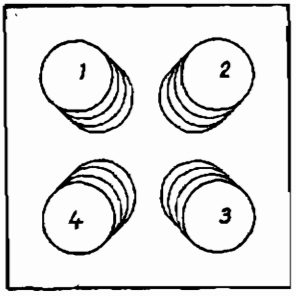


Рис. 30. Вход в межатомный канал алюминия в *предкритическом* состоянии, образованный пространством между четырьмя соседними глобулами внешнего слоя.

проводника бесконечной длины имеет квадратное сечение со стороной $b = 1 \cdot 10^{-3}$ м. И пусть магнитный поток направлен нормально к одной из четырех его плоскостей совпадающей с кристаллографической плоскостью {111}. Нетрудно определить число параллельных слоев атомов, образующих толщину образца, и которые пронизываются магнитным потоком внешнего поля в нормальном состоянии, n_a:

$$n_a = b/a_1 = 3{,}9254554 \cdot 10^6 \approx 3925455. \qquad (20.84)$$

Если посмотреть «глазами» электрино потока на наш проводник в предкритическом состоянии, то мы увидим, что n_a слоев атомов или n_a плоскостей {111} расположены в строгой геометрической последовательности, в которой атомы всех слоев расположены строго один над другим. Иными словами, атомы всех n_a слоев, имеющие одинаковые координаты на плоскости {111}, лежат на одной линии. При этом каждый межглобулярный канал представляет собой широкий туннель квадратной формы, ограниченный четырьмя рядами глобул по его углам (рис. 30). На входе *в межглобулярный* канал, в силу симметричности расположения четырех атомов, сила F_2 фокусирует направление пробного электрино потока на ось канала. То же происходит и тогда, когда магнитный поток имеет большую плотность и в каждый канал входит пучок из К электрино. Поэтому всякий электропроводник, способный к переходу в сверхпроводящее состояние, обладает максимальной пропускной способностью для потока внешнего магнитного поля именно в предкритическом состоянии. А удельное сопротивление его в этом состоянии уменьшается на пять порядков.

Если пронумеровать все n_a слоев атомов испытуемого образца, обозначив внешний слой, слой вхождения магнитного потока, номером один, то мы получим $n_1 = 1\,962\,728$ нечетных слоев и $n_2 = 1\,962\,727$ четных. Суть послойной дислокации, совпадающей с моментом перехода проводника в сверхпроводящее состояние, состоит в том, что четные слои атомов скачком смещаются относительно нечетных, остающихся на своих прежних

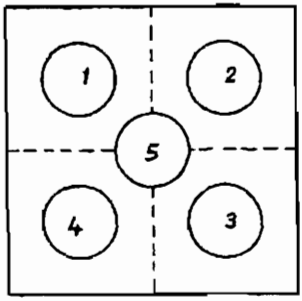


Рис. 31. Вход в тот же межатомный канал, что и на рис. 30, но после послойной дислокации, происходящей в момент перехода системы в сверхпроводящее состояние. Глобула (№ 5) смещенного второго слоя переместилась на ось межатомного канала нормального состояния.

пространственных местах, на величину $\Delta a = a_c/2$. Это смещение таково, что атомы четных слоев занимают осевые линии межатомных каналов предкритического состояния (рис. 31). При этом, если плоскость {111} совместить с координатной плоскостью XY, то смещение пробного атома каждого четного слоя будет иметь место по обоим направлениям: $\Delta a_x = a_{cx}/2$, $\Delta a_y = a_{cy}/2$. Такая перестройка резко ухудшает пропускную способность проводником внешнего магнитного потока прежде всего тем, что вход в межатомный канал, определяемый четырьмя атомами внешнего слоя, остается таким же, как в предкритическом состоянии, тогда как ось канала, начиная со второго слоя, занята атомами на всем его протяжении. Пробное электрино потока, входящее в канал вдоль его оси, пройдя путь всего лишь в одно межатомное расстояние a_c, сталкивается с атомом на оси канала и отклоняется им в одном из боковых направлений. Даже если оно пройдет атом первого четного слоя без взаимодействия, в силу того, что он обладает нулевым колебанием $f_c = \psi_в \cdot T_c = 2{,}458 \cdot 10^{10}$ $с^{-1}$ и амплитудой, близкой к $A_2 = 2{,}488 \cdot 10^{-12}$ м, то оно рассеится одним из остальных атомов четных слоев, охватывающих глубину λ. Можно утверждать, что глубина проникания внешнего магнитного поля в сверхпроводник на величину $\lambda \approx 1 \cdot 10^{-8}$ м определяется именно этим вероятностным процессом. А если говорить о собственном вихревом магнитном поле сверхпроводника, то я склонен утверждать, что оно либо вовсе не проникает в проводник, либо проникает на небольшую глубину $\Delta\lambda \approx 2a_c$. Для окончательного суждения по этой проблеме необходимы дополнительные экспериментальные данные, которые предстоит получить. Это массовая плотность проводника после достижения им сверхпроводящего состояния ρ_c, значение модуля Юнга E, критическое напряжение и критический ток, которые возвращают сверхпроводник в нормальное состояние, глубина проникания в сверхпроводник собственного вихревого поля.

Таким образом, первую из трех задач, поставленных в начале рассмотрения сверхпроводимости, можно считать удовлетворительно

решенной с качественной стороны. Приступим к решению второй задачи — объяснению скачка теплоемкости проводника в момент осуществления послойной дислокации. Совершенно очевидно, что по мере охлаждения образца пропорционально температуре уменьшаются не только частота нулевого колебания атомов и их амплитуда, но изменяется и координационное число дальнего порядка, которое при T_1 составляет $K_1 = 1{,}7 \cdot 10^4$. Изменяется симметрия напряжений пробного атома, ибо возрастает доля сил от атомов ближайшего окружения. Существенное изменение должна испытать модуль Юнга прежде всего потому, что резко сокращается механическая энергия атома ε_3. В итоге сверхпроводники первого рода подходят к своему предкритическому состоянию на пределе механической устойчивости кристаллической решетки нормального состояния. Рассмотрим количественную сторону явления, т. е. рассчитаем основные параметры структуры алюминия при $t_2 = (t_c + \Delta t) = -271{,}96°$ С. Для этого мы должны допустить, что модуль Юнга алюминия в предкритическом состоянии не отличается от $E_1 = -7{,}1 \cdot 10^{10}$ Па при $T_1 = 293{,}15$ К, т. е. примем $E_2 = E_1$. Согласно (15.40) определим количество электронных полей атома алюминия n_λ (Al):

$$n_\lambda (\mathrm{Al}) = A_{\mathrm{Al}} \cdot n_e = 27 \cdot 3 = 81, \qquad (20.85)$$

т. е. все электронные поля пробного атома взаимодействуют с полями окружения.

$$Q_\lambda = n_\lambda (\mathrm{Al}) \cdot q_\lambda = n_\lambda (\mathrm{Al})\,(-3{,}9271467 \cdot 10^{-21}) = -3{,}1809888 \cdot 10^{-19}\ \text{Кл} - \qquad (20.86)$$

суммарный заряд электронных полей атома алюминия,

$$Q_{Al} = Q_\lambda + \Delta q_{Al} = Q_\lambda + (-7{,}755425 \cdot 10^{-21}) = -3{,}2585428 \cdot 10^{-19}\ \text{Кл} - \qquad (20.87)$$

полный заряд отрицательных полей атома,

$$\varepsilon_1 = \alpha \cdot Q_{Al} \cdot Z_\lambda = -7{,}1621761 \cdot 10^{-23}\ \text{Дж} - \qquad (20.88)$$

электростатическая энергия сближения атома,

$$Z_{\mathrm{Al}} = n_\lambda (\mathrm{Al}) \cdot Z_\lambda = n_\lambda (\mathrm{Al}) \cdot 2{,}1125093 \cdot 10^{-24}\ \text{Кл} =$$

$$= 1{,}7111439 \cdot 10^{-22}\ \text{Кл} - \qquad (20.89)$$

полный заряд положительных полей атома,

$$\varepsilon_2 = \alpha \cdot Z_{\mathrm{Al}} \cdot z_\lambda = n_\lambda (\mathrm{Al}) \cdot \alpha \cdot Z_\lambda^2 = 3{,}7610411 \cdot 10^{-26}\ \text{Дж} - \qquad (20.90)$$

энергия электростатического отталкивания атома алюминия.

Отметим, что ε_1 и ε_2 не зависят ни от температуры системы T_i, ни от межатомного расстояния a_i, ибо являются сугубо внутренним свойством структуры твердого тела, в основе которой лежит строение атома. А вот третья составляющая энергии атома $\varepsilon_3 = f(c, m)$. Чтобы определить эту энергию при t_2 нам необходимо установить удельную теплоемкость алюминия при низких температурах, которая существенно отличается от C_1 при T_1. Ее можно рассчитать по эмпирической формуле [27, с. 163], если известна характеристическая температура. Для алюминия она измерена и составляет $T_D = 423$ К.

$$C_2(\mathrm{Al}) = 1944 \cdot \left(\frac{T_2}{T_D}\right)^3 \cdot \frac{1000\ \text{г}}{M_{\mathrm{Al}}} = 9{,}5185745 \cdot 10^{-4}\ \text{Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{К}^{-1}, \tag{20.91}$$

где $M_{\mathrm{Al}} = 26{,}98154$ грамм — моль алюминия, $1000\ \text{г}/M_{\mathrm{Al}}$ — число молей в одном килограмме алюминия.

$$\varepsilon_3 = C_2(\mathrm{Al}) \cdot (T_e + \Delta t) \cdot m_{\mathrm{Al}} = C_2(\mathrm{Al}) \cdot 1{,}19 \cdot 4{,}4804735 \cdot 10^{-26} =$$

$$= 5{,}0750784 \cdot 10^{-29}\ \text{Дж}, \tag{20.92}$$

$$k_2(\mathrm{Al}) = C_2(\mathrm{Al}) \cdot m_{\mathrm{Al}} = 4{,}2647721 \cdot 10^{-29}\ \text{Дж} \cdot \text{К}^{-1} \tag{20.93}$$

— энергетическая постоянная алюминия в предкритическом состоянии. Теперь, зная все три составляющие энергии атома и исходя из нашего допущения $E_2 = E_1$ мы можем определить координационное число пробного атома алюминия K_2 в предкритическом состоянии согласно уравнению (15.54):

$$K_2 = \frac{E_2 V_2 \cdot a_2^2 \cdot r_2 - \varepsilon_3 \cdot V_2}{a_2^2 \cdot r_2 (\varepsilon_1 + \varepsilon_2)} = \frac{-1{,}8240282 \cdot 10^{-47}}{-1{,}145293 \cdot 10^{-51}} = 1{,}5926301 \cdot 10^4 - \tag{20.94}$$

— координационное число пробного атома при t_2, где $V_2 = a_2^3$ — объем элементарной ячейки; r_2 — ширина межглобулярного канала. Для сравнения рассчитаем координационное число K_1 при T_1.

$$\varepsilon_3(T_1) = C_1 \cdot T_1 \cdot m_{\mathrm{Al}} = 896 \cdot 293{,}15 \cdot 4{,}4804735 \cdot 10^{-26} =$$

$$= 1{,}1768519 \cdot 10^{-20}\ \text{Дж}, \tag{20.95}$$

$$V_1 = a_1^3 = (2{,}54752 \cdot 10^{-10})^3 = 1{,}6533112 \cdot 10^{-29}\ \text{м}^3 - \text{объем} \tag{20.96}$$

элементарной ячейки при T_1,

$$r_1 = (a_1 - A_1) = 6{,}262505 \cdot 10^{-11}\ \text{м},$$

$$K_1 = \frac{E_1 \cdot V_1 \cdot a_1^2 \cdot r_1 - \varepsilon_3 (T_1) \cdot V_1}{a_1^2 \cdot r_1 (\varepsilon_1 + \varepsilon_2)_{T_1}} = \frac{-4{,}9652567 \cdot 10^{-48}}{-2{,}9092754 \cdot 10^{-52}} =$$

$$= 1{,}7066987 \cdot 10^4 = 107{,}1623\%\ K_2 \qquad (20.97)$$

$$E_2 = \frac{K_2 (\varepsilon_1 + \varepsilon_2)}{V_2} + \frac{\varepsilon_3}{a_r^2 \cdot r_2} = -7{,}0999989 \cdot 10^{10}\ \text{Па} + 5{,}3599175\ \text{Па} =$$

$$= -7{,}0999988 \cdot 10^{10}\ \text{Па}. \qquad (20.98)$$

Из этих расчетов следует, во-первых, что роль механического напряжения, т. е. напряжения, развиваемого нулевым колебанием, в предкритическом состоянии ничтожно мала. Во-вторых, наблюдается тенденция к уменьшению координационного числа, что требует экспериментальной проверки, ибо она может оказаться лишь следствием нашего допущения $E_2 = E_1$.

Таким образом, количественный анализ не противоречит качественной картине, более того он свидетельствует в пользу того, что в предкритическом состоянии силы взаимного отталкивания между атомами возрастают. Это связано с тем, что электронные поля атомов являются дискретными и потому энергия взаимного сближения сильно зависит от координационного числа, которое уменьшается по мере приближения системы к критической температуре T_c. Напротив, положительные поля атома беспрерывны и образуют электроположительный фон системы. Именно поэтому при условии $T \to 0$ и $a \to 0$ удельный вес сил взаимного отталкивания в системе возрастает. Если силы взаимного сближения обозначить через F_q, а силы взаимного отталкивания через F_z, то в пределе будем иметь:

$$\lim_{T \to T_a} (F_q + F_z) = 0, \qquad (20.99)$$

где $T_a = \xi_{0He} \cdot \nu_{en} = 4{,}8011734 \cdot 10^{-11}$ K – истинная абсолютная температура. Иными словами для всякого твердого тела есть такая температура и такое межатомное расстояние, при достижении которых модуль Юнга будет обращаться в нуль. В исследуемом нами случае сверхпроводников первого ряда наблюдается первая структурная реакция системы на пути $T \to T_a$. При охлаждении системы до T_c достигается некоторое критическое перенапряжение между слоями проводника или то же самое — расстояние между атомами четных и нечетных слоев достигает первого критического значения, в результате которого, образно говоря, четным слоям становится тесно между нечетными. Именно поэтому возникшее перенапряжение скачком сдвигает четные слои относительно нечетных, выталкивает их и система переходит в новое состояние. Допустим, ввиду малости температурного сдвига между предкритическим и критическим состояниями $\Delta t = (t_c - t_2) = 0{,}01$ град,

межатомное расстояние в плоскости каждого слоя остался таким же как в предкритическом состоянии, т. е. $a_c = a_2$. Тогда кратчайшее расстояние между атомами соседних слоев составит b_c:

$$b_c = \sqrt{\left(\frac{a_c\sqrt{2}}{2}\right)^2 + a_2^2} = a_2\sqrt{3/2} = 1{,}2247448 \cdot a_2 \qquad (20.100)$$

При этом, если структура алюминия в нормальном состоянии была кубической (что мало вероятно по аналогии со структурой золота), а координационное число застывшей системы (т. е. при полной остановке нулевого колебания атомов) $K_2' = 6$, то в результате послойной дислокации оно принимает значение $K_c' = 14$. Из этого следует, что новое состояние системы устойчиво при условии $A_c \leq A_2$. Именно это условие является следующим, а не температура системы, хотя между ними существует теснейшая связь. Почему это так? Об этом уже говорили в § 15, но картина прояснится в § 23.

Все сказанное выше подводит нас к решающему в выяснении физической сути скачка удельной теплоемкости сверхпроводника. Напомню, что с момента перехода проводника в сверхпроводящее состояние или то же самое — с момента послойной дислокации, удельная теплоемкость уменьшается по экспоненциальному закону, т. е. ее график описывается функцией

$$c\,(T) = a \cdot x^m, \qquad (20.101)$$

где a — постоянное число, $m = 2, 3, \ldots m$. Вернемся к удельной теплоемкости предкритического состояния C_2 (20.91) и напишем для нее новое выражение, следующее из (15.35):

$$C_2\,(\mathrm{Al}) = 2A_2^2 \cdot \psi_в^2 \cdot \mathrm{T}_2 \cdot \sin\alpha_2, \qquad (20.102)$$

где $\mathrm{T}_2 = (\mathrm{T}_c + \Delta t) = 1{,}19$ K; α_2 – угловой шаг нулевого колебания атома в предкритическом состоянии. Поскольку в (20.102) неизвестна только одна величина, то она легко устанавливается:

$$\sin\alpha_2 = \frac{C_2\,(\mathrm{Al})}{2A_2^2 \cdot \psi_в^2 \cdot \mathrm{T}_2} = 0{,}182267, \qquad (20.103)$$

$$\alpha_2 = 10°30'. \qquad (20.104)$$

Это неожиданно большое значение $\alpha_2 >> \alpha_1 = 5°28'40''$ говорит в пользу того, что в предкритическом состоянии координационное число алюминия претерпевает существенное значение, а вместе с ним и модуль Юнга. Поскольку, согласно (15.29) $\sin\alpha_i = H_i/A_i$, то

$$H_2 = \sin\alpha_2 \cdot A_2 = 6{,}907544 \cdot 10^{-13}\ \text{м} \qquad (20.105)$$

— линейный шаг

нулевого колебания атома алюминия в предкритическом состоянии. У меня под рукой нет результата экспериментального измерения скачка теплоемкости алюминия, но имеется значение этого скачка по галлию, близкому к алюминию элементу, которое составляет $n_c = 2{,}24$. Примем, что и у алюминия он такой же величины. Тогда в момент перехода проводника в сверхпроводящее состояние удельная теплоемкость алюминия достигает C_c:

$$C_c\,(\mathrm{Al}) = n_c C_2\,(\mathrm{Al}) = 2{,}1321606 \cdot 10^{-3}\ \text{Дж}\cdot\text{кг}^{-1}\cdot\text{K}^{-1} \qquad (20.106)$$

Совершенно корректно мы можем записать:

$$C_c\,(\mathrm{Al}) = 2A_c^2 \cdot \psi_в^2 \cdot \mathrm{T_c} \cdot \sin\alpha_c. \qquad (20.107)$$

Поскольку уменьшение температуры системы от $\mathrm{T_2}$ до $\mathrm{T_c}$, составляющего $\Delta t = 0{,}01$ град, повлекло за собой увеличение $C_2\,(\mathrm{Al})$ в $n_c = 2{,}24$ раза, а затем дальнейшее охлаждение сверхпроводника до $\mathrm{T_c'} = 0{,}85\ \mathrm{K}$ привело к падению значения $C_c\,(\mathrm{Al})$ в n_c раз и восстановлению начального значения C_2, что совершенно неадекватно изменениям температуры системы, то мы вправе заключить — роль температурного фактора в этом процессе второстепенна. А коли так, температуру в (20.107) можно принять (с целью оттенения главного фактора) за постоянный множитель и включить в состав константы $C_1 = 2\psi_в^2 \cdot \mathrm{T_c}$, что позволит преобразовать это уравнение в функцию:

$$C\,(\mathrm{T}) = C_1 \cdot A^2\,(\mathrm{T}) \cdot \sin\alpha\,(\mathrm{T}). \qquad (20.108)$$

Эта функция имеет только два решения, первое из которых получается при переходе от $\sin\alpha$ к его значению H_i/A_i:

$$C\,(\mathrm{T}) = C_1 \cdot A^2\,(\mathrm{T}) \cdot \frac{H\,(\mathrm{T})}{A\,(\mathrm{T})} = C_1 \cdot H\,(\mathrm{T}) \cdot A\,(\mathrm{T}). \qquad (20.109)$$

Совершенно очевидно, что эта функция не есть экспоненциальная и, стало быть, противоречит эксперименту. Второе решение мы имеем при условии $\sin\alpha = \mathrm{Const}$ и $C_2 = 2\psi_в^2 \cdot \mathrm{T_c} \cdot \sin\alpha_c = \mathrm{Const}$:

$$C\,(\mathrm{T}) = C_2 \cdot A^2\,(\mathrm{T}). \qquad (20.110)$$

Эта показательная функция полностью согласуется с экспериментом и свидетельствует о том, что скачок теплоемкости проводников, сопровождающий переход в сверхпроводящее состояние обусловлен скачок амплитуды нулевого колебания атомов. В свою очередь скачок амплитуды является откликом атомов на переход системы в новое состояние в результате послойной дислокации в кристаллической структуре проводника. Постоянство $\sin\alpha$ при $\mathrm{T} < \mathrm{T_c}$ свидетельствует о синхронности изменений шага H и амплитуды A. Из (20.110) явствует, что скачок амплитуды в точке

T_c для алюминия составит $\sqrt{n_c} = \sqrt{2,24} = 1,4966629 = n_A$, а собственно амплитуда скачком увеличивается от A_2 до $A_c = n_A \cdot A_2 = 3,3657381 \cdot 10^{-12}$ м. Теперь скачок теплоемкости определяется как отношение квадратов амплитуды колебания в точках t_c и t_2:

$$n_c = \frac{A_c^2}{A_2^2} = 2,24. \tag{20.111}$$

Таким образом удовлетворительно решена и вторая задача. Рассмотрим третью — обоснование действия внешнего поля на возврат сверхпроводника в нормальное состояние.

Итак, в опыте алюминиевый проводник в сверхпроводящем состоянии при $T_2 = 1$ К и индукции внешнего поля $B_3 = 2,5 \cdot 10^{-3}$ Тл. Начинаем плавно повышать индукцию поля при $T_2 = \text{Const}$ и по достижении $B_c = B_2 = 2,7899754 \cdot 10^{-3}$ Тл наблюдаем возвращение проводника в нормальное состояние. Возврат в нормальное состояние — это восстановление нормальной структуры кристаллического строения проводника, т. е. скачкообразное восстановление послойной дислокации. Выше мы установили, что эта дислокация является следствием резкого падения энергии нулевого колебания атомов $\varepsilon_3 (T_2)$, незначительного уменьшения межатомного расстояния. Теперь, говоря об обратном процессе, логично исходить из того, что восстановление нормального состояния есть следствие передачи сверхпроводнику некоторой энергии магнитным потоком внешнего поля. Рассмотрим задачу количественно.

$$C(T_2) = 1944 \left(\frac{T_2}{T_D}\right)^3 \cdot \frac{1000}{M_{Al}} = 9,5185745 \cdot 10^{-4} \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{К}^{-1} - \tag{20.112}$$

удельная теплоемкость алюминия при $T_2 = 1$ К и нормальном состоянии.

$$C(T_2)_s = n_c \cdot c(T_2) = 2,24 \cdot C(T_2) = 2,1321606 \cdot 10^{-3} \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{К}^{-1} - \tag{20.113}$$

— то же в сверхпроводящем состоянии, n_c — величина скачка теплоемкости.

$$C(T_2)_s = 2A_s^2 \cdot \psi_в^2 \cdot T_2 \cdot \sin \alpha_s, \tag{20.114}$$

где $\sin \alpha_s = \sin \alpha_2 = 0,182267$ (20.103). Из этого уравнения без труда находим амплитуду колебаний атомов при T_2:

$$A_s = \sqrt{\frac{C(T_2)_s}{2\psi_в^2 \cdot 1K \cdot \sin \alpha_2}} = \sqrt{\frac{21,321606 \cdot 10^{-4}}{1,5816565 \cdot 10^{20}}} = 3,6715873 \cdot 10^{-12} \text{ м} \tag{20.115}$$

Величину магнитного потока, проходящего через сечение глобулы атома сверхпроводника $s = \pi A_s^2/4$ определим из соотношения:

$$\Delta\Phi_c = B_c \cdot \frac{\pi \cdot A_s^2}{4} = 2{,}9539145 \cdot 10^{-26} \text{ В·с} \qquad (20.116)$$

— критическая доза магнитного потока, падающего на сечение глобулы атома.

$$\Delta\nu_c = \frac{\Delta\Phi_c}{\Phi_0 \cdot \tau_{ед}} = 3{,}814971 \cdot 10^{-2} \text{ с}^{-1} \qquad (20.117)$$

— критическая частота взаимодействия атома сверхпроводника с электрино магнитного потока.

$$\Delta\varepsilon_c = m_э v_s\,(\text{Al}) \cdot \Delta\nu_c = 6{,}806086 \cdot 10^{-29} \text{ Дж} \qquad (20.118)$$

— приращаемая энергия сверхпроводником от магнитного потока через одну элементарную грань кристаллической решетки.

$$\Delta T\,(B_c) = \frac{\Delta\varepsilon_c}{C\,(T_2)_s \cdot m_{Al}} = 0{,}7123322 \text{ K} \qquad (20.19)$$

— приращение внутренней температуры сверхпроводника за счет энергии магнитного потока;

$$T_c = [T_2 + \Delta T\,(B_c) - \Delta T_k] \qquad (20.120)$$

— полное уравнение температур в момент перехода сверхпроводника в нормальное состояние.

ΔT_k – отводимая криостатом от сверхпроводника температура. $T_c = 1{,}18$ K – критическая температура алюминия.

$$\Delta T_k = T_2 + \Delta T\,(B_c) - T_c = 0{,}532332 \text{ K} \qquad (20.121)$$

Итак, мы видим, что при температуре криостата $T_2 = 1$ K = Const на протяжении всего опыта, плавно повышая индукцию внешнего магнитного поля до критического значения $B_c = 2{,}79 \cdot 10^{-3}$ Тл, мы осуществили переход алюминиевого проводника из сверхпроводящего в нормальное состояние. Этот переход произошел в момент, когда температура внутренних слоев проводника достигла $T_c = 1{,}18$ K. Все просто, без всяких неожиданностей. Таким образом, без каких-либо натяжек и недомолвок нам удалось решить и третью задачу, что является основанием для заключения — физическая суть сверхпроводимости раскрыта.

В общем виде, для i-го сверхпроводника во внешнем магнитном поле, приращение температуры в функции от B_{ci} опишется уравнением

$$\Delta T\,(B_c) = \frac{m_э v_{si} \cdot \pi A_s^2 \cdot B_{ci}}{\mu m_i \cdot C\,(T)_s \cdot \Phi_0 \cdot \tau_{ед}}. \qquad (20.122)$$

Введя в это уравнение вместо $C\,(\mathrm{T})_s$ ее значение из (20.114), а вместо $\sin\alpha_s$ его значение H_s/A_s получим:

$$\Delta\mathrm{T}\,(B_c) = \frac{m_э v_{si}\cdot \pi A_s\cdot B_{ci}}{8m_i\Phi_0\cdot H_s\varphi_B^2\cdot \mathrm{T}_{ci}\tau_{сд}}. \tag{20.123}$$

Поскольку для $\sin\alpha_s$ имеется одно выражение $2u_s/v_s$, где u_s и v_s — шаговая и линейная скорости нулевого колебания атомов проводника в сверхпроводящем состоянии, то мы можем еще записать

$$\Delta\mathrm{T}\,(B_c) = \frac{m_э v_{si}\cdot \pi v_s\cdot B_{ci}}{16m_i\Phi_0\varphi_B^2\cdot \mathrm{T}_{ci}u_s\cdot \tau_{сд}}. \tag{20.124}$$

где v_{si} — постоянная секториальной скорости i-го проводника.

4. Индукция магнитного поля Земли и сверхпроводимость проводников. Выше я уже говорил, что криофизики заблуждаются, когда утверждают, будто удельное сопротивление проводника в сверхпроводящем состоянии обращается в нуль. Ни один сверхпроводник вблизи $\mathrm{T} = 0\,\mathrm{K}$ не может иметь нулевого сопротивления, т. е. удельное сопротивление всякого сверхпроводника всегда больше нуля

$$\rho_{si} > 0. \tag{20.125}$$

Теоретически это легко доказать. Для этого достаточно рассмотреть предел уравнения удельного сопротивления:

$$\lim_{A\to 0}\rho = \lim\left[\frac{R_0\cdot A^2}{8\,(a-A)}\right] = 0 \tag{20.126}$$

Но поскольку частотное движение атомов будет сохраняться вплоть до истинного абсолютного нуля $\mathrm{T}_a = 4{,}8\cdot 10^{-11}\,\mathrm{K}$, то очевидно и амплитуда их колебания станет равной нулю также только при достижении T_a. Поэтому в интервале температур от $\mathrm{T} = 0\,\mathrm{K}$ и $T_a = 4{,}8\cdot 10^{-11}\,\mathrm{K}$ амплитуда нулевого колебания атомов будет всегда больше нуля и, стало быть, $\rho > 0$. Из этого следует, что всякий сверхпроводник обладает конечной проводимостью и непременно рассеивает часть электрино вихря. Только вот эту долю рассеиваемого магнитного потока мы еще не научились учитывать. Тут-то и возникает каверзный вопрос — а как же в таком случае объяснить незатухающее вихревое поле в сверхпроводящем соленоиде Камерлинг — Оннеса? Чтобы ответить на этот вопрос необходимо изучить магнитное поле Земли и его взаимодействие с токоносителями у поверхности Земли.

За среднюю напряженность геомагнитного поля принята величина $H_\oplus = 0{,}4\,э = 31{,}831\,А\cdot м^{-1}$, полученная усреднением прямых из-

мерений. Зная магнитную проницаемость воздуха $\mu_в = \mu_0 \cdot \mu_в' = 1{,}3436193 \cdot 10^{-6}$ Гн·м$^{-1}$ нетрудно установить индукцию магнитного поля Земли $B_\oplus$:

$$B_\oplus = H_\oplus \cdot \mu_в = 4{,}2768747 \cdot 10^{-5} \text{ Тл} \qquad (20.127)$$

При этом расстояние между траекториями электрино в геомагнитном поле a_m определится из уже нам известного соотношения:

$$a_m = \sqrt{\Phi_0 / B_\oplus} = 1{,}3455197 \cdot 10^{-10} \text{ м} \qquad (20.128)$$

Тот факт, что Земля обладает симметричным в пространстве магнитным полем, а называя вещи своими именами — организованным круговоротом электринного потока, неотразимо свидетельствует о наличии в Земле значительного количества избыточных электронов, обусловливающего избыточный отрицательный заряд Земли $\Delta Q_\oplus$. Вокруг нейтронного ядра Земли и по сей день идет интенсивный фазовый переход высшего рода, о чем подробно будем говорить ниже, в разделе, посвященном физике Земли. Как было показано выше, в результате расщепления одного нейтрона высвобождаются три свободных электрона и $n_э = 2{,}418 \cdot 10^8$ электрино, преобразуемых в световое излучение определенной частоты или нейтрино. Поскольку вокруг нейтронного ядра Земли существует очень высокое давление, то световое излучение Земли происходит в диапазоне ультракоротких и рентгеновских частот. Но ввиду непрозрачности мантии оно претерпевает в ней полное поглощение, суть которого состоит в передаче всей энергии светового излучения структурным элементам мантии после чего электрино распавшегося излучения переходят в магнитное поле Земли. Электроны же, высвобождающиеся в этом процессе, не могут покинуть мантию и накапливаются в ней. Они и обусловливают избыточный заряд $\Delta Q_\oplus$. А раз присутствует избыточный отрицательный заряд, то он непременно обусловливает и отрицательный потенциал Земли $\varphi_\oplus$ для электрино. Можем ли мы определить численные значения $\Delta Q_\oplus$ и $\varphi_\oplus$? Да можем. Для этого достаточно уяснить себе что общего между вихревым магнитным полем алюминиевого проводника и геомагнитным полем. А общее состоит в том, что в обоих случаях поле и ток образуются движением электрино вокруг тела, обладающего отрицательным потенциалом. Во-вторых, в обоих случаях мы имеем дело с одним и тем же квантом магнитного потока Φ_0. Качественная картина электродинамики пробного электрино, обращающегося вокруг i-го проводника, такова, что для него проводник есть протяженный, но локальный центр гравитации, а ядро Земли — фоновый центр гравитации. У каждого проводника должно быть свое критическое расстояние r_{ci}, за пределами которого электрино вихря переходит в поле гравитации Земли, т. е. оно более не

возвращается к проводнику, а становится элементом магнитного поля Земли. И наоборот, электрино геомагнитного поля, проходя вблизи токоносителя, на расстоянии $r_l < r_c$ выходят из состава магнитного поля Земли, переходя в вихревое поле проводника. Решающая роль в этих переходах принадлежит силе гравитации между электрино и проводником и между электрино и центром Земли. Пробное электрино сохраняется в составе вихря проводника при выполнении условия:

$$\frac{э \cdot \varphi_l}{r_{cl}} \geq \frac{э \cdot \varphi_\oplus}{R_\oplus} \tag{20.129}$$

Приняв знак равенства получим уравнение сил, действующих на пробное электрино:

$$\frac{э \cdot \varphi_l}{r_{cl}} - \frac{э \cdot \varphi_\oplus}{R_\oplus} = 0 \tag{20.30}$$

Это уравнение не имеет прямого решения, ибо содержит два неизвестных (r_{cl} и $\varphi_\oplus$). Но если принять для алюминиевого проводника приближенное значение r_c' (Al) = 10 м, то можно определить приближенное значение потенциала Земли. Численное значение r_c' (Al) непроизвольно, ибо ориентиром в его выборе служит тот факт, что два параллельных проводника с постоянным током в один ампер, расположенных на расстоянии $l_{сд}$, взаимодействуют между собой с силой $F = 2 \cdot 10^{-7}$ Н.

$$\varphi_\oplus' = \frac{\varphi_{Al} \cdot R_\oplus}{r_c'} = \frac{-8{,}0691101 \cdot 10^{-1} \cdot 6{,}3710037 \cdot 10^6}{10 \text{ м}} =$$

$$= -5{,}140833 \cdot 10^5 \text{ В} \tag{20.131}$$

— приближенное значение отрицательного потенциала Земли.
Зная приближенное значение потенциала Земли нетрудно установить приближенные значения ряда важных параметров.

$$\Delta q_\oplus' = \varphi_\oplus'/\alpha = -4{,}940984 \cdot 10^{-15} \text{ Кл} \tag{20.132}$$

— доля избыточного заряда Земли, взаимодействующая с пробным электрино.

$$j_{s\oplus}' = \Delta q_\oplus'/\pi R_s^2 = -5{,}1362289 \cdot 10^{17} \text{ Кл} \cdot \text{м}^{-2} \tag{20.133}$$

— плотность отрицательного заряда Земли.

$$\Delta Q_\oplus' = j_{s\oplus}' \cdot 4\pi R_\oplus^2 = -2{,}6198105 \cdot 10^{32} \text{ Кл} \tag{20.134}$$

Однако оказалось, что имеется еще один подход, ведущий к точным решениям. Суть его сводится к решению задачи трех тел, нерешенной до сих пор никем в небесной механике. Существует

парадокс Луны, являющейся, как всем хорошо известно, спутником Земли, но при этом сила гравитации между Луной и Солнцем $F_{(\odot-\text{☾})}$ больше силы гравитации между Землей и Луной более чем в 2 раза! Классическое уравнение всемирного тяготения, выведенное еще И. Ньютоном, тут бессильно. Начнем с установления точных численных значений $F_{(\odot-\text{☾})}$ и $F_{(\oplus-\text{☾})}$.

$$F_{(\odot-\text{☾})} = \frac{Gm_{\odot}\cdot m_{\text{☾}}}{A_0^2} =$$

$$= -\frac{6{,}6720022\cdot 10^{-11}\cdot 1{,}7988565\cdot 10^{30}\cdot 7{,}3450392\cdot 10^{22}}{(1{,}446746\cdot 10^{11})^2} =$$

$$= -\frac{8{,}8154969\cdot 10^{42}}{2{,}0930739\cdot 10^{22}} = -4{,}2117466\cdot 10^{20}\ \text{Н} \qquad (20.135)$$

$$F_{(\oplus-\text{☾})} = \frac{Gm_{\oplus}\cdot m_{\text{☾}}}{a_{\text{☾}}^2} = -\frac{G\cdot 5{,}973594\cdot 10^{24}\cdot m_{\text{☾}}}{(3{,}8336251\cdot 10^{8})^2} =$$

$$= -\frac{2{,}9274264\cdot 10^{37}}{1{,}4696681\cdot 10^{17}} = -1{,}9918962\cdot 10^{20}\ \text{Н}, \qquad (20.136)$$

где A_0 и $a_{\text{☾}}$ — большие полуоси орбит Земли и Луны. Совершенно бесспорно, что Луна может оставаться спутником Земли только при соблюдении условия

$$[F_{(\oplus-\text{☾})} + \Delta F] \geq F_{(\odot-\text{☾})} \qquad (20.137)$$

где ΔF — дополнительная радиальная сила в системе Земля — Луна, обусловленная внутренним свойством Земли. Примем, что левая сторона неравенства (20.137) превосходит правую на 5%, т. е. $n = [F_{(\oplus-\text{☾})} + \Delta F]/F_{(\odot-\text{☾})} = 1{,}05$. Тогда имеем:

$$[F_{(\oplus-\text{☾})} + \Delta F] = n\cdot F_{(\odot-\text{☾})} = -4{,}4223339\cdot 10^{20}\ \text{Н}, \qquad (20.138)$$

$$\Delta F = n\cdot F_{(\odot-\text{☾})} - F_{(\oplus-\text{☾})} = -2{,}4304377\cdot 10^{20}\ \text{Н}. \qquad (20.139)$$

Как видим, дополнительная сила гравитации в системе Земля — Луна больше основной на 22%. До этого момента в решении задачи трех тел, вероятно, доходили многие исследователи, но обосновать силу ΔF не удавалось никому. Мы сейчас получим ее решение, основываясь на новом уравнении всемирного тяготения, вывод которого будет дан в главе VI.

$$Q_{g\oplus} = \frac{m_{\oplus}\cdot \text{K}_g}{p} = \pm 1{,}8065802\cdot 10^{16}\ \text{Кл} \qquad (20.140)$$

— гравитационный заряд Земли, где K_g — постоянная гравитационного заряда; p — постоянная Перрена.

$$Q_{g\leftmoon} = \frac{m_{\leftmoon} \cdot K_g}{p} = \pm 2{,}2213431 \cdot 10^{14} \text{ Кл} \tag{20.141}$$

— гравитационный заряд Луны.

Согласно новому уравнению (24.13) для силы гравитации в системе Земля — Луна имеем:

$$[F_{(\oplus-\leftmoon)} + \Delta F] = \frac{\gamma \cdot (2Q_{g\oplus} + \Delta Q_{g\oplus}) \cdot Z_{g\leftmoon}}{a_{\leftmoon}^2}, \tag{20.142}$$

$$\Delta Q_{g\oplus} = \frac{[F_{(\oplus-\leftmoon)} + \Delta F] \cdot a_{\leftmoon}^2 - 2\gamma \cdot Q_{g\oplus} \cdot Z_{g\leftmoon}}{\gamma \cdot Z_{g\leftmoon}} = -4{,}4086444 \cdot 10^{16} \text{ Кл}, \tag{20.143}$$

где $\Delta Q_{g\oplus}$ — избыточный гравитационный заряд Земли, обусловленный накоплением электронов, высвобождаемых в процессе расщепления нейтронного ядра за период $\tau_{\oplus} = 4{,}5 \cdot 10^9$ лет; γ — электростатическая постоянная; $Z_{g\leftmoon}$ — положительная компонента гравитационного заряда Луны, численно равная отрицательной компоненте $Q_{g\leftmoon}$. От избыточного гравитационного заряда легко перейти к потенциалу Земли $\varphi_{\oplus}$:

$$\Delta Q_{\oplus} = \Delta Q_{g\oplus} / K_g = -4{,}2195038 \cdot 10^{33} \text{ Кл} \tag{20.144}$$

— избыточный (негравитационный) заряд Земли;

$$j_{\oplus} = \Delta Q_{\oplus} / 4\pi R_{\oplus}^2 = -8{,}2724816 \cdot 10^{18} \text{ Кл} \cdot \text{м}^{-2} \tag{20.145}$$

— поверхностная плотность избыточного заряда Земли;

$$q_{\oplus} = j_{\oplus} \cdot \pi R_{\odot}^2 / 4\pi \text{ страд} = j_{\oplus} \cdot R_{\odot}^2 / 4 = -6{,}332789 \cdot 10^{15} \text{ Кл/страд} \tag{20.146}$$

— квант отрицательного заряда Земли, взаимодействующий с одним электрино геомагнитного поля;

$$\varphi_{\oplus} = \alpha \cdot q_{\oplus} = \frac{\alpha \cdot \Delta Q_{\oplus} \cdot R_{\odot}^2}{16\pi \cdot R_{\oplus}^2} = -6{,}5889325 \cdot 10^5 \text{ В} \tag{20.147}$$

— электростатический потенциал Земли, основа геомагнитного поля, где $\alpha \approx 1{,}0404472 \cdot 10^{20}$ Дж $\cdot$ Кл$^{-2}$ — электродинамическая постоянная.

Итак, мы получили систему точных (в пределах точности $n \approx 1{,}05$) величин, характеризующую электростатику Земли, о которой до сих пор мы ничего не знали. Теперь, возвращаясь к

(20.130), мы можем определить точное значение радиуса влияния алюминиевого проводника на электрино вихря:

$$r_c\,(\mathrm{Al}) = \frac{\varphi_{\mathrm{Al}} \cdot R_\oplus}{\varphi_\oplus} = \frac{-5{,}140833 \cdot 10^6}{-6{,}5889325 \cdot 10^5} = 7{,}8022242 \text{ м}. \qquad (20.148)$$

При этом критический радиус i-го проводника r_{ci} определится из $r_{ci} = \varphi_i R_\oplus / \varphi_\oplus$, где φ_i — электростатический потенциал i-го проводника. Сила гравитации в системе Земля — Луна теперь определяется уравнением

$$F_{(\oplus-\text{☾})} = \gamma \cdot \frac{(2Q_{g\oplus} + \Delta Q_{g\oplus}) \cdot Z_{g\text{☾}}}{a_{\text{☾}}^2}, \qquad (20.149)$$

а полное уравнение сил в системе трех тел имеет вид:

$$F_{(\odot-\text{☾})} - F_{(\oplus-\text{☾})}/n > 0, \qquad (20\ 150)$$

развернув которое, получим:

$$\frac{2\gamma \cdot Q_{g\odot} \cdot Z_{g\text{☾}} \cdot n}{A_0^2} - \frac{\gamma\,(2Q_{g\oplus} + \Delta Q_{g\oplus}) \cdot Z_{g\text{☾}}}{a_{\text{☾}}^2} > 0, \qquad (20.151)$$

где $Q_{g\odot} = -5{,}4402398 \cdot 10^{21}$ Кл — отрицательная компонента гравитационного заряда Солнца. Теперь неравенство сил в системе трех тел приобретает естественный вид:

$$\frac{\gamma\,(2Q_{g\oplus} + \Delta Q_{g\oplus}) \cdot Z_{g\text{☾}}}{a_{\text{☾}}^2} > \frac{2\gamma \cdot Q_{g\odot} \cdot Z_{g\text{☾}}}{A_0^2} \qquad (20.151.1)$$

Таким образом корректно решены три крупные проблемы. Во-первых, однозначно доказана неразрывная связь между локальными вихревыми полями проводников с током и фоновым геомагнитным полем. Во-вторых, решена многовековая задача небесной механики — задача трех тел в системе Земля — Луна — Солнце. В-третьих, открыт и определен колоссальный избыточный заряд Земли, обусловленный фазовым переходом высшего рода нейтронного ядра на протяжении всей истории Земли. В свою очередь установление избыточного заряда Земли позволяет корректно определить долю нейтронного ядра, подвергшуюся фазовому переходу высшего рода за перид $\tau_\oplus$.

$$n_{e\oplus} = \Delta Q_\oplus / e = 2{,}6335864 \cdot 10^{52} \qquad (20.152)$$

— число избыточных электронов в мантии Земли;

$$n_{n\oplus} = n_{e\oplus}/n_e = 8{,}7786206 \cdot 10^{51} \qquad (20.153)$$

— число нейтронов, в результате расщепления которых высвободилось $n_{e\oplus}$ электронов;

$$\Delta m_{\oplus} = n_{n\oplus} \cdot m_n = 1{,}4577514 \cdot 10^{25} \text{ кг} \qquad (20.154)$$

— масса первичного нейтронного тела Земли, подвергшаяся фазовому переходу за период $\tau_{\oplus}$.

В настоящее время нейтронное ядро Земли имеет массу $m_{n\oplus} = 2{,}9800778 \cdot 10^{24}$ кг, а масса мантии составляет $m_{\mu\oplus} = m_{\oplus} - m_{n\oplus} = 2{,}9935163 \cdot 10^{24}$ кг. Стало быть, $m_{\mu\oplus}$ — это все что сохранилось от $\Delta m_{\oplus}$, основная часть которой, составляющая $\Delta m_{\nu} = \Delta m_{\oplus} - m_{\mu\oplus} \approx 1{,}2237441 \cdot 10^{25}$ кг = 80,345844% $\Delta m_{\oplus}$ покинула Землю в виде потока нейтрино и фотонов. Из сказанного следует, что начальная масса Земли $m_{0\oplus}$ была много больше современного ее значения:

$$m_{0\oplus} \approx m_{\oplus} + \Delta m_{\nu} = m_{n\oplus} + \Delta m_{\ominus} = 2{,}0551108 \cdot 10^{25} \text{ кг} =$$

$$= 3{,}4403255 \cdot m_{\oplus}. \qquad (20.155)$$

Эти результаты, как мы видим ниже, имеют первостепенное значение в изучении геологической истории Земли.

А теперь сравним две задачи, которые мы только что решили. Совершенно очевидно, что они обе являются задачей трех тел. В первой из них Луна находится между двумя силовыми центрами, но никогда не выходит за пределы радиуса влияния гравитационного поля Земли. Во второй задаче роль Луны играет электрино, которое также находится между двумя силовыми центрами, которыми являются отрицательные потенциалы проводника и Земли. Но в отличие от Луны, электрино периодически переходит от обращения вокруг первого центра гравитации ко второму и обратно. Отличие между явлениями состоит в том, что в первом из них сила обусловлена взаимодействием гравитационных парных зарядов, тогда как во втором она обусловлена взаимодействием непарных полярных полей.

Однако вернемся к прерванному анализу геомагнитного поля и его взаимодействия с вихревыми полями электропроводников. Определим ряд важных параметров магнитного поля Земли

$$v_{s\oplus} = \frac{\mathfrak{e} \cdot \varphi_{\oplus}}{m_{\mathfrak{e}} \cdot \nu_{\text{сд}}} = \frac{-13{,}096585 \cdot 10^{-22}}{6{,}8557572 \cdot 10^{-36}} =$$

$$= -1{,}9103046 \cdot 10^{14} \text{ м}^2 \text{ с}^{-1} = \text{Const} \qquad (20.156)$$

— секториальная скорость электрино в электростатическом поле Земли. Отрицательный знак перед значением означает облусловленность величины центром силового поля.

$$u_i = v_{s\oplus}/H_i \qquad (20.157)$$

— орбитальная скорость электрино геомагнитного поля над поверхностью Земли, где H_i — высота над поверхностью Земли.

Для восточной составляющей геомагнитного поля можно записать соотношение:

$$H_{\oplus} = э \cdot \nu_m / a_m, \tag{20.158}$$

из которого можно определить ν_m — частоту смещения орбит электрино через точку магнитного экватора с востока на запад:

$$\nu_m = \frac{H_{\oplus} \cdot a_m}{э} = \frac{4{,}2829237 \cdot 10^{-9}}{1{,}9876643 \cdot 10^{-27}} = 2{,}154752 \cdot 10^{18} \ \text{с}^{-1} \tag{20.159}$$

Зная частоту смещения орбит и шаг орбиты $h_m = a_m$ можем определить шаговую скорость геомагнитного вихря вдоль магнитного экватора v_m:

$$v_m = a_m \cdot \nu_m = \frac{H_{\oplus} \cdot a_m^2}{э} = 2{,}8992612 \cdot 10^8 \ \text{м} \cdot \text{с}^{-1} \approx v_0. \tag{20.160}$$

Этот, неожиданный на первый взгляд, результат свидетельствует о том, что геомагнитное поле не есть стационарный поток электрино, а представляет собой вихревое поле вокруг сферически симметричного центра гравитации. Этим я хочу сказать, что пробное электрино геомагнитного поля, орбита которого прошла через точку A на магнитном экваторе, на следующем витке пересекает экватор в точке B, отстоящей от A к западу на расстояние a_m. Из полученного результата (20.160) следует также, что геомагнитный вихрь циркулирует вокруг Земли с востока на запад и, стало быть, формирует электрический ток вдоль магнитного экватора и магнитых изолиний, т. е. экваториальный или восточно-западный ток. Одновременно геомагнитное поле формирует и меридиональный ток, соответствующий кольцевому току проводника. Этот последний ток удалось приборно оценить. Так, по К. У. Аллену [30, с. 198] его величина между узлом восточно-западных токов (широта ≈ 38°) и магнитным экватором составляет

$$I_{\mu\oplus} = 5{,}9 \cdot 10^4 \ \text{А} \tag{20.161}$$

Правда, эта величина несет значительную неопределенность, ибо не указывается высота над поверхностью Земли и сечение геомагнитного потока, обусловливающего этот поток. Но если принять, что он формируется частью одного пакета метровой толщины и у поверхности Земли, то можно определить следующие параметры:

$$n_m = l_{сд} / a_m = 7{,}4320725 \cdot 10^9 \tag{20.162}$$

— число орбит в метровой высоте геомагнитного пакета.

При этом население одной орбиты геомагнитного поля определяется из (19.120):

$$K_m = I_{\mu\oplus} / H_{\oplus} \cdot a_m = 1{,}3775636 \cdot 10^{13}, \tag{20.163}$$

$$\omega_{\mu\oplus} = \frac{I_{\mu\oplus}}{э \cdot n_m \cdot K_m} = \frac{5{,}9 \cdot 10^4}{2{,}0366465 \cdot 10^{-4}} = 2{,}896919 \cdot 10^8 \ с^{-1} \qquad (20.164)$$

— частота обращения электрино геомагнитного поля через полюса.

Теперь, исходя из этих приближенных величин, мы можем написать другое уравнение для меридиональной частоты электрино $\omega_{\mu\oplus}$:

$$\omega_{\mu\oplus} = v_{s\oplus} / l_\mu \cdot r_m, \qquad (20.165)$$

где $l_\mu = (\pi R_\oplus + 2R_\oplus)$ — путь, проходимый пробным электрино геомагнитного поля вдоль поверхности Земли и через оба полюса, т. е. протяженность траектории: r_m — среднее удаление точек орбиты от микроцентров (которыми являются избыточные электроны) электростатического поля Земли.

$$r_m = \frac{v_{s\oplus}}{\omega_{\mu\oplus} \cdot l_\mu} = \frac{19{,}103046 \cdot 10^{13}}{9{,}4894679 \cdot 10^{15}} = 2{,}0130787 \cdot 10^{-2} \text{ м} \qquad (20.166)$$

Из этого результата с очевидностью следует, что в недрах Земли избыточный отрицательный заряд $\Delta Q_\oplus$ не имеет компактной, сферически симметричной локализации вокруг ядра, а равномерно размещен по объему всей мантии с некоторым градиентом концентрации избыточных электронов в радиальном направлении. Поэтому истинная орбитальная скорость электрино геомагнитного поля является, как и у электропроводников, функцией расстояния от поверхности Земли:

$$u_{mi} = v_{s\oplus} / (r_i + r_m). \qquad (20.167)$$

Орбитальная скорость электрино у поверхности Земли и внутри мантии составляет u_{m0}:

$$u_{m0} = v_{s\oplus} / r_m = 9{,}489468 \cdot 10^{15} \ м \cdot с^{-1}. \qquad (20.168)$$

Таким образом, через элементарный объем пространства a_m^3 в атмосфере Земли, на ее поверхности и в подземных туннелях метро беспрерывно протекают перекрестные токи, естественные токи Земли, численные значения которых у поверхности составляют:

$$\Delta I_{э\oplus} = э\nu_m = H_\oplus \cdot a_m = 4{,}2829237 \cdot 10^{-9} \text{ А}, \qquad (20.169)$$

$$\Delta I_{\mu\oplus} = э \cdot \omega_{\mu\oplus} \cdot K_m = 7{,}9321522 \cdot 10^{-6} \text{ А}, \qquad (20.170)$$

$$\Delta V_{э\oplus} = \Delta I_{э\oplus} \cdot R_0 = 1{,}6684146 \cdot 10^{-6} \text{ В}, \qquad (20.171)$$

$$\Delta V_{\mu\oplus} = \Delta I_{\mu\oplus} \cdot R_0 = 3{,}089973 \cdot 10^{-3} \text{ В}, \qquad (20.172)$$

где $\Delta V_{э\oplus}$ и $\Delta V_{\mu\oplus}$ — напряжение экваториального и меридионального

токов через элементарный объем a_m^3. Этот подробный анализ геомагнитного поля я сделал с целью убедить не только читателя, но и себя в том, что незатухающий ток сверхпроводящего соленоида Камерлинг-Оннеса был обусловлен индукцией геомагнитного поля, в отсутствие которой затухание было бы очевидным и скорым. В самом деле, ведь критические токи для сверхпроводников первого рода, в отсутствие внешнего поля, составляют $I_c \approx 0{,}5$ А. Меридиональный ток $\Delta I_{\mu\oplus}$ от этого приближенного значения составляет $\delta = 1{,}58643 \cdot 10^{-3}\%$. Это значит, что если сверхпроводящий соленоид рассеивает часть электрино своего вихря, обусловливая потерю тока $I_\rho \leq \delta \cdot I_c = 7{,}932 \cdot 10^{-6}$ А $= э\nu_{\rho c}$, то эта потеря восполняется в соленоиде фоновыми токами Земли, где

$$\nu_{\rho c} = \delta I_c / э = 3{,}9906638 \cdot 10^{21}\ \text{с}^{-1} \qquad (20.173)$$

— частота рассеяния электрино сверхпроводящим соленоидом с незатухающим полем.

Таким образом, экспериментаторам предстоит научиться измерять долю рассеиваемых электрино вихря сверхпроводниками, ибо на Земле, обладающей собственным магнитным полем и системой электрических токов, принципиально невозможно иметь проводник с бесконечной проводимостью. Мощный электроотрицательный потенциал планеты $\varphi_\oplus$ срывает из рыхлой части вихря сверхпроводников все электрино, вышедшие из радиуса влияния проводника r_{cl}, и переводит их в геомагнитное поле. Но с другой стороны, электрино земного поля, проходящие мимо проводников с током на удалении $l < r_{cl}$, захватываются потенциалом проводника и вливаются в его вихревое поле. Словом, существует динамическое равновесие между локальными вихревыми полями проводников и фоновым геомагнитным полем. Но это равновесие существенно лишь для проводников с малыми токами и малыми коэффициентами рассеяния, характерными для сверхпроводящего состояния. Для обычных электролиний; а тем более для высоковольтных, вклад геомагнитного поля не имеет практического значения, поскольку рассеяние вихря во много раз превосходит приток в него из геомагнитного поля. Лишь сверхпроводники, индукция собственного вихревого поля которых $\mathcal{B}_s \leq \mathcal{B}_\oplus = 4{,}2768747 \cdot 10^{-5}$ Тл, могут иметь незатухающий ток в замкнутой цепи.

§ 21. Природа лазерного луча

1. Вводные замечания. Эра лазерного луча началась в 1960 г. и представляет собой самую молодую отрасль физической науки и техники. К настоящему времени проведено большое количество экспериментальных и теоретических исследований в этой области,

освоено серийное производство лазерных генераторов, широко применяемых в различных сферах человеческой деятельности. И тем не менее теория генерации лазерного света не имеет ничего общего с подлинной картиной процесса, лежащего в основе явления. Сложившиеся к настоящему времени представления по данному вопросу, с позиций единой теории физики, выглядят такими же наивными, как и геоцентрическая система планет Птоломея с точки зрения Н. Коперника.

Я не берусь в данном параграфе дать полное освещение проблемы в рамках единой теории, да это и невозможно ввиду необходимости проведения ряда специальных экспериментов, но попробую изложить основные положения.

2. Источник энергии и структура лазерного луча. Все существующие типы лазерных установок можно разделить на две группы по характеру источника фотонов и энергии.

1) Преобразователи света в лазерный луч. Сюда относятся все лазеры с фотонакачкой.

2) Активные лазеры. В эту группу входят все остальные лазеры, в которых источником электрино для лазерного луча служит фазовый переход высшего рода, т. е. активный процесс, в котором участвуют электроны — генераторы.

Чтобы восстановить объективную картину лазерного излучения произведем анализ выходных параметров известной импульсной установки ЛТИПЧ-1, которая характеризуется следующими данными:

Активный элемент — стекло с неодимом,

$$\left.\begin{aligned} &\varepsilon = 2 \text{ Дж} - \text{энергия импульса},\\ &\tau = 1{,}5\cdot 10^{-8} \text{ с} - \text{продолжительность импульса},\\ &w = 1{,}3333333\cdot 10^{8} \text{ Вт} - \text{мощность импульса},\\ &\lambda = 1{,}06\cdot 10^{-6} \text{ м} - \text{длина волны излучения},\\ &d = 1\cdot 10^{-3} \text{ м} - \text{диаметр луча}. \end{aligned}\right\} \qquad (21.1)$$

Эти данные приводятся Л. В. Тарасовым [31]. Примем, что структура лазерного луча такая же, как и у пучка лучей естественного света, рассмотренного нами в § 13. При этом допущении мы можем определить ряд параметров импульса:

$$l' = c\cdot\tau = 4{,}4968869 \text{ м} \qquad (21.2)$$

— пространственная протяженность импульса,

$$n_f = \varepsilon/\hbar\cdot\nu_{ед} = 4{,}8654595\cdot 10^{33} \qquad (21.3)$$

— число фотонов в импульсе, где $\hbar = 4{,}1106086\cdot 10^{-34}$ кг·$\cdot$м$^2\cdot$с$^{-1}$ — момент импульса фотона, постоянная Герца,

$$n_\lambda = l'/\lambda = 4{,}2423461 \cdot 10^6 \qquad (21.4)$$

— число фотонов на одном элементарном луче длиной $l' = 4{,}497$ м,

$$N = n_f/n_\lambda = 1{,}1468794 \cdot 10^{27} \qquad (21.5)$$

— число элементарных лучей в пучке лазерного луча,

$$A = N/S = 4N/\pi d^2 = \frac{4{,}5875176 \cdot 10^{27}}{6{,}2831852 \cdot 10^{-6}} =$$

$$= 7{,}3012611 \cdot 10^{32}\ \text{м}^{-2} \qquad (21.6)$$

— плотность лучей в пучке лазерного луча, где $s = \pi d^2/4$ — сечение лазерного луча. Для сравнения рассмотрим характеристику солнечного света у поверхности Земли:

$S_0 = 1360\ \text{Вт} \cdot \text{м}^{-2}$

— солнечная постоянная,

$\bar{\nu} = 5{,}99585 \cdot 10^{13}\ \text{с}^{-1}$

— средняя частота солнечного излучения в диапазоне длин волн $4 \cdot 10^{-7}$ м — $5 \cdot 10^{-6}$ м, охватывающем 90% S_0,

$\Delta W_0 = \hbar \cdot \bar{\nu}/\tau_{сд} = 2{,}4646587 \cdot 10^{-20}$ Вт

— мощность одного элементарного луча,

$N_0 = S_0/S_{сд} = 5{,}5180053 \cdot 10^{22}$

— число элементарных лучей в потоке, падающем нормально на площадку $S_{сд} = 1$ м^2,

$A_\odot = N_\odot/S_{сд} = 5{,}518 \cdot 10^{22}\ \text{м}^{-2}$

— плотность лучей в потоке солнечного света.
Теперь сравним A по лазерному лучу с $A_\odot$ и найдем:

$$k = A/A_\odot = 1{,}3231703 \cdot 10^{10} \qquad (21.7)$$

Из этого факта следует, что для того чтобы сконцентрировать энергию солнечного света до уровня лазерного луча необходимо пучок лучей солнечного света, сечением в $S_{сд}$, сжать до сечения S_1:

$$S_1 = S_{сд}/k = 7{,}5576061 \cdot 10^{-11}\ \text{м}^2. \qquad (21.8)$$

Кто из классических оптиков возьмет на себя смелость утверждать, что условие (21.8) выполнимо хотя бы теоретически? Разумеется, на это никто не решится, ибо это означало бы полное безрассудство. Так в чем же тайна столь высокой концентрации энергии в пучке лазерного света? А в том, что это вовсе не пучок элементарных

лучей, а один компактный луч принципиально иной структуры, чем естественный свет. Точнее — это не световой, а электрический луч, беспроволочная электрическая линия, в которой роль электропровода выполняет осевое электронное поле луча, ведущее себя как естественный сверхпроводник, не зависящий от температуры среды. Лазерный луч может быть объективно описан и понят только на основе законов новой электродинамики, разработанной выше, в §§ 19—20, ибо структура его ничем не отличается от структуры электрического тока по металлическому проводнику. Таким образом, лазерный луч — это вихревой поток электрино вдоль отрицательного осевого поля с шаговой скоростью $v_0 = 2{,}8992629 \cdot 10^8$ м·с$^{-1}$. Чтобы убедиться в справедливости утверждаемого мною, продолжим наш анализ, но уже в рамках единой теории. Во-первых, за частоту лазерного луча ν принимается частота пакетов вихря, определяемая как в линейной оптике

$$\nu = c/\lambda = 2{,}8282307 \cdot 10^{14}\ \text{с}^{-1}, \tag{21.9}$$

а за длину волны принимается шаг электрино, т. е. $\lambda = h$.

$$\omega = v_0/h = v_0/\lambda = 2{,}7351816 \cdot 10^{14}\ \text{с}^{-1}, \tag{21.10}$$

$$\omega = u/r = v_{s\lambda}/r^2 = 4v_{s\lambda}/d^2. \tag{21.11}$$

Объединив правые части (21.10) и (21.11), найдем секториальную скорость электрино в осевом поле луча $v_{s\lambda}$:

$$v_{s\lambda} = \frac{v_0 \cdot d^2}{4\lambda} = \frac{2{,}8992926 \cdot 10^2}{4{,}24 \cdot 10^{-6}\ \text{м}} =$$

$$= 6{,}8379542 \cdot 10^7\ \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1} = \text{Const} \tag{21.12}$$

Эта величина является постоянной для исследуемой лазерной установки.

$$\varphi_\lambda = -\frac{m_э \cdot v_{s\lambda} \cdot \omega_{e\lambda}}{э} = \frac{4{,}6879353 \cdot 10^{-28}}{1{,}9876643 \cdot 10^{-27}} = -2{,}3585146 \cdot 10^{-1}\ \text{В} \tag{21.13}$$

— потенциал осевого поля луча;

$$\Delta q_\lambda = \varphi_\lambda/\lambda = \frac{\varphi_\lambda}{1{,}0404472 \cdot 10^{20}} = -2{,}2668277 \cdot 10^{-21}\ \text{Кл} \tag{21.14}$$

— заряд осевого поля луча;

$$n_q = \Delta q_\lambda/(l - э) = \frac{-2{,}2668277 \cdot 10^{-21}}{-1{,}9876643 \cdot 10^{-27}} = 1{,}1404479 \cdot 10^6 \tag{21.15}$$

— число элементарных осевых полей (−э), образующих осевое поле лазерного луча;

$$R_\lambda = \sqrt{\frac{\varphi_\lambda \cdot R_э^2}{\alpha \cdot (-э)}} = \sqrt{\frac{-7{,}2220049 \cdot 10^{-34}}{-2{,}0680597 \cdot 10^{-7}}} =$$

$$= 5{,}9095539 \cdot 10^{-14}\ \text{м} \qquad (21.16)$$

— радиус осевого поля луча;

$$L_э = m_э \cdot v_{э\lambda} = 4{,}6879353 \cdot 10^{-28}\ \text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1} \qquad (21.17)$$

— момент импульса электрино в поле лазерного луча;

$$u_{min} = \frac{v_{э\lambda}}{r} = \frac{2v_{э\lambda}}{d} = 1{,}3675908 \cdot 10^{11}\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1} \qquad (21.18)$$

— орбитальная скорость электрино у внешнего края вихря;

$$n_p = v_0 \tau / h = 4{,}1027725 \cdot 10^6 \qquad (21.19)$$

— число вихревых пакетов на импульсе протяженностью $l = v_0\tau$,

$$N_\theta = \varepsilon / z_\theta \cdot \omega_{сд} = \frac{2\ \text{Дж}}{4{,}6879353 \cdot 10^{-28}\ \text{Дж}} = 4{,}2662704 \cdot 10^{27} \qquad (21.20)$$

— полное число электрино импульса:

$$I_\lambda = N_э \cdot э \cdot \omega_{сд} = 8{,}4799133\ \text{А}, \qquad (21.21)$$

— полный ток импульса;

$$\varepsilon = I_\lambda \cdot V_\lambda \cdot \tau_{сд} \qquad (21.22)$$

— энергия импульса, выраженная через ток и напряжение луча, откуда имеем:

$$V_\lambda = \frac{\varepsilon}{I_\lambda \cdot \tau_{сд}} = 0{,}23585146\ \text{В} \qquad (21.23)$$

— напряжение луча;

$$V_\lambda = \Phi_0 \cdot \omega \cdot n_p \cdot n_m \qquad (21.24)$$

— аналитическое выражение напряжения через параметры вихря и импульса, откуда можно определить число орбит в пакете n_m:

$$n_m = \frac{V_\lambda}{\Phi_0 \cdot \omega \cdot n_p} = \frac{V_\lambda}{8{,}6890084 \cdot 10^{-4}} = 2{,}7143656 \cdot 10^2 \qquad (21.25)$$

— число орбит, составляющих вихревой пакет;

$$R_m = V_\lambda / I_\lambda = \frac{1{,}5323116}{1{,}3052175} = 2{,}7812956 \cdot 10^{-2}\ \text{Ом} \qquad (21.26)$$

— структурное сопротивление луча;

$$\varepsilon = L_э \cdot \omega \cdot n_m \cdot n_p \cdot \text{K}_m \qquad (21.27)$$

— полная энергия импульса, откуда определяется население одной орбиты k_m:

$$k_m = \frac{\varepsilon}{L_э \cdot \omega \cdot n_m \cdot n_p} = \frac{2\ \text{Дж}}{1{,}4279517 \cdot 10^{-4}\ \text{Дж}} =$$

$$= 1{,}4006075 \cdot 10^4, \tag{21.28}$$

$$R_m = R_0 / k_m = \frac{3{,}895504 \cdot 10^2}{k_m} = 2{,}7812956 \cdot 10^{-2}\ \text{Ом} \tag{21.29}$$

— второе решение структурного сопротивления луча, где R_0 — постоянная сопротивления;

$$W = \frac{I_\lambda \cdot V_\lambda \cdot \tau_{ед}}{\tau} = \frac{2\ \text{Дж}}{1{,}5 \cdot 10^{-8}\ \text{с}} = 1{,}3333333 \cdot 10^8\ \text{Вт} \tag{21.30}$$

— электродинамическое решение мощности;

$$W = \frac{L_э \cdot \omega \cdot n_m \cdot n_p \cdot k_m}{\tau} = 1{,}333\ 3333 \cdot 10^8\ \text{Вт} \tag{21.31}$$

— механическое решение мощности импульса.

А теперь остановимся и поразмышляем о полученных результатах. Во-первых, в (21.9—21.31) нет ничего что противоречило бы выходным данным исследуемой лазерной установки. Во-вторых, ни в одном из полученных результатов нет ни малейшей натяжки, все предельно ясно, просто и добротно. В-третьих, проведенный анализ полностью подтверждает, что импульс лазерного луча, растянутый в пространстве на длину $l = v_0\tau = 4{,}348\ 89$ м, представляет собой не световой, а электрический луч. Этот импульс образован вихревым потоком электрино вдоль отрицательного осевого поля луча и состоит из n_p вихревых пакетов, расстояние между которыми $h = \lambda = 1{,}06 \cdot 10^{-6}$ м. При этом каждый пакет образован n_m орбитами, а по каждой орбите, след в след, обращается k_m электрино с пространственным интервалом между ними $\Delta l = 2\pi r / k_m = 2{,}2430214 \cdot 10^{-7}$ м. Очевидно, что здесь комментарии излишни, хотя для наиболее консервативной части физиков можно привести еще несколько доводов в пользу электролуча. Так, еще в 1962 году Г. А. Аскарьян предсказал явление самофокусировки света в рамках нелинейной оптики, которое через несколько лет получило экспериментальное подтверждение. Совершенно очевидно, что в основе этого явления лежит деформация вихря электрического луча, состоящая в уменьшении радиуса орбиты электрино при одновременном увеличении шага орбиты, т. е. орбита электрино приобретает форму растянутой пружины. Задачу можно решить количественно.

Другой факт, также основанный на явлении самофокусировки,

состоит в том, что скорость распространения лазерного луча по световоду является обратной функцией частоты. Т. е. высокочастотный луч по световоду распространяется с меньшей скоростью, чем низкочастотный. Напомню, что для естественного света картина как раз обратная, ибо $c_i = \sqrt{\mu \cdot \nu_i}$, где μ — постоянная Милликена.

Третий факт состоит в том, что никогда еще никому не удавалось модулировать пучок естественного света и использовать его в коммуникациях связи. Лазерный же луч, точно также, как и проволочный ток в радиолинии, легко модулируется. А возможно это только потому, что структура электрического проволочного тока и лазерного луча совершенно одинакова. И, наконец, для самых ярых скептиков я предлагаю произвести прецизионное измерение скорости распространения лазерного луча. При этом, если она окажется равной $C = 2{,}9979246 \cdot 10^8$ м·с$^{-1}$, то это действительно световой луч. Если же она окажется равной $v_0 = 2{,}8992629 \cdot 10^8$ м·с$^{-1}$, то мы имеем дело с электролучом.

Таким образом, в лазерных устройствах первой группы происходит трансформация естественного света лампы — осветителя в электрический луч, распространяющийся в пространстве без твердотельного электропроводника. Сделаем качественный анализ механизма этой трансформации. Напомню, что в главе I мы установили природу излучения естественного света и структуру элементарного луча, состоящего из двух компонентов: осевого отрицательного поля ($-1{,}9876643 \cdot 10^{-27}$ Кл) и электрино, шагами распространяющихся вдоль осевого поля. В анализируемой нами лазерной установке активным элементом служит цилиндрический стержень из стекла, легированного неодимом. Пусть длина стержня будет $l_s = 0{,}5$ м, а его диаметр $d_s = 0{,}01$ м (истинные размеры мне неизвестны). Тогда объем стержня составит $V_s = \pi \cdot d_s^2 \cdot l_s / 4 = 3{,}92699 \cdot 10^{-5}$ м^3. Что происходит с белым светом лампы-осветителя, попадающим в активный элемент? Лучи этого света, войдя в активный элемент, оказываются в этакой западне, в которой они многократно отражаются от структурных элементов стержня, выходят на его полированную поверхность, отражаются назад и т. д. Словом, некоторое время каждый элементарный луч мечется между структурными элементами стержня и его поверхностями, в результате чего достигается полная деструкция вошедшего в стержень луча белого света. При этом если учесть, что число лучей, мечущихся во всех направлениях по объему V_s огромно, то нетрудно понять, что в течение короткого интервала $\Delta\tau$ в активном элементе образуется большое количество свободных электрино, вошедших в стержень фотонами. Пусть КПД нашей установки будет 5%. Тогда полная энергия накачки между двумя импульсами составит $\varepsilon_н$:

$$\varepsilon_н = \varepsilon + \varepsilon_l = 38 \text{ Дж} + 2 \text{ Дж} = 40 \text{ Дж}, \qquad (21.32)$$

где $\varepsilon = 2$ Дж — энергия импульса лазерного луча; ε_1 — энергия накачки, не вошедшая в импульс. Для упрощения анализа примем, что все фотоны, вошедшие в активный элемент накапливаются в нем и выходят только через полупрозрачное выходное зеркало элемента, в момент импульса лазерного луча. Тогда, к началу импульса, концентрация электрино в объеме $V_э$ достигнет величины N (э):

$$N(\text{э}) = \frac{\varepsilon_н}{\hbar \cdot \nu_{сд} \cdot V_э} = \frac{40}{1{,}6142318 \cdot 10^{-38}} = 2{,}4779588 \cdot 10^{39} \text{ м}^{-3}. \tag{21.33}$$

Вот единственная материальная база импульса. А какова концентрация электрино в импульсе? Она составляет $N(\text{э})_\lambda$:

$$N(\text{э})_\lambda = \frac{N_э}{V_\lambda} = \frac{4N_э}{\pi d^2 \cdot l} = \frac{4N_э}{\pi d^2 v_0 \tau} = 1{,}9225232 \cdot 10^{32} \text{ м}^{-3} \tag{21.34}$$

где $N_э$ — число электрино, переносимое импульсом; V_λ — объем импульсного отрезка лазерного луча; $d = 1 \cdot 10^3$ м — диаметр луча; τ — продолжительность импульса; l — длина луча в импульсе. Из сравнения (21.33) и (21.34) следует, что между этими величинами очень большое расхождение, связано, прежде всего, с нашим допущением о накоплении всех фотонов в активном элементе, чего в действительности не происходит. Таким образом, мы рассмотрели судьбу фотонов, посылаемых в активный элемент лампой-осветителем. А что же происходит там с осевыми полями элементарных лучей? Часть из них после многократного отражения попадает в область между зеркалами активного элемента, формирует осевое объединенное поле резонатора и через выходное зеркало уходит в пространство с бесконечной скоростью. Среднее число элементарных электронных полей (–э), создающих это осевое поле, составляет $n_ц = 1{,}14 \cdot 10^6$ (21.15). Момент завершения формирования осевого поля есть момент начала импульса лазерного луча, ибо свободные электрино в объеме $V_э$ немедленно устремляются к нему со всех сторон с энергией $\varepsilon_э = э \cdot \varphi_\lambda = -4{,}6879353 \cdot 10^{-28}$ Дж, где отрицательный знак означает направленность энергии и силы к центру силового поля — к осевому полю резонатора. В начальной стадии формирования вихря, вокруг осевого поля наблюдается беспорядочное обращение электрино, из которых примерно половина обращается в положительном направлении, а другая половина — в отрицательном. На втором этапе одно из направлений начинает приобретать преимущественное значение и вскоре формируется нормальный вихрь, все участники которого обращаются в одном направлении. На третьем этапе продолжающийся рост толщины вихря приводит к достижению критического значения механического напряжения на оси

вихря, обусловливающего продольный импульс вихрю вдоль оси. Четвертый этап завершает процесс — стоячий вихрь приобретает шаг и покидает активный элемент по идеальному сверхпроводнику — по осевому полю резонатора. При этом если будут полупрозрачны оба зеркала, то луч из активного элемента будет уходить через оба окошка, но при этом энергия каждого из них уменьшится вдвое.

Таковы основные положения, лежащие в основе функционирования лазеров первой группы. После проведения ряда тщательных измерений входных и выходных параметров таких установок, но уже с позиций единой теории, можно обрисовать полную картину явлений, сопровождающих лазерное излучение. В теоретическом отношении наиболее важным выводом, следующим из проведенного анализа установки ЛТИПЧ-1, являтся установление факта сложения модулей одноименных электрических полей, подтверждаемый суммарным зарядом осевого поля лазерного луча $\Delta q_{\lambda} = n_{q} \cdot (-э)$ данной установки.

3. Особенности активных лазеров. Если сделать беглый обзор всех видов излучений, встречающихся в природе и технике, то мы установим: а) у всех видов излучения, в диапазоне от длинноволнового радиоизлучения до жесткого γ-излучения, материальными носителями энергии выступают электрино; б) не существует ни одного вида излучения, который был бы возможен без участия отрицательного электрического поля. Без учета этих важных аксиом трудно рассчитывать на прогресс в приборостроении и в создании новых технологий.

Например, главным недостатком (с позиций единой теории физики) радиолокатора является множественность осевых полей в формируемом радиолуче. Я имею в виду тот факт, что активный элемент излучающей системы (например, магнетрон) посылает в волновод много электронных полей, не объединенных в одно осевое поле. Это приводит к тому, что от параболической антенны также берет начало множество не связанных осевых полей, вокруг которых формируются самостоятельные вихри, имеющие разнонаправленные вращения. В итоге луч радиолокатора представляет собой мощный пучок электрических лучей плохо согласованных между собой, а потому и обладающих большим углом расхождения.

Существует принципиальная возможность для создания электролазерного луча почти неограниченной мощности и с КПД > 90%. Активным элементом такой установки может служить любой прибор, формирующий луч электронного поля (не пучок электронов!). Этот луч должен выходить из активного элемента через единственное окошко, к которому подводится, например, медная трубка длиной $l = 0{,}1$ м и внешним диаметром около $5 \cdot 10^{-3}$ м. Трубка и активный элемент соединяются через электроизолятор. Свободный конец трубки должен быть оттянутым и утонченным до $d \approx 1 \cdot 10^{-3}$ м. К началу

трубки, в месте соединения с активным элементом, подается постоянный ток. Вихревое поле, пройдя по трубке, переходит на осевое электронное поле, выходящее из трубки и формируется в электролазерный луч, который ничем не отличается от лазерного луча, получаемого по сей день с невероятными трудностями и с КПД, равным КПД паровоза. Именно на этом принципе работают все лазерные установки на полупроводниках, хотя об этом никто и не догадывается ввиду колоссального несоответствия между экспериментом и теорией в классической физике.

Общее, что объединяет все остальные лазерные установки этой группы — это то, что извлечение электрино для формирования лазерного луча основано на фазовом переходе высшего рода, подробно рассмотренном мною в § 14. В активную среду этих установок поставляется тем или иным способом (электрический разряд, химическая реакция, горение, электронный пучок) определенное количество электронов, которые некоторое время $\Delta\tau$ функционируют как гиперчастотные генераторы, расщепляя структурные элементы активной среды. А далее все происходит точно так же, как в лазерах первой группы: излучаемый генераторами свет подвергается деструкции, формируется осевое электронное поле между зеркалами и т. д. КПД традиционных лазеров никогда не будет высоким, ибо процесс носит каскадный характер, сопровождаемый большими потерями первичного материала — фотонов. В самом деле, сначала необходимо добыть свет, затем нужно его разрушить, потом из обломков собрать осевое электронное поле и нанизать на него остатки фотонов в объеме активного элемента. Поэтому необходимо переходить на создание электролазерных лучей по вышеописанному принципу, призванному обеспечить высокий КПД установок в силу того, что эта технология не многоступенчата. Без всяких перестроек вихревой поток электрино переводится от металлического проводника на сверхпроводящий проводник — осевое электронное поле. Теперь, если учесть, с какой легкостью вихрь переходит от металлического проводника на осевое поле, то должен происходить и обратный процесс — переход вихря от осевого поля на металлический проводник. А это, ни много ни мало, как осуществление беспроволочной передачи электрической энергии на расстояние. Нужны экспериментальные изыскания с целью инженерного решения такого перехода.

§ 21.1. Кислотный аккумулятор

1. Вводные замечания. Аккумуляторы и аккумуляторные батареи играют незаменимую роль во многих отраслях человеческой деятельности, а начало их практического применения относится к 1799 году, когда А. Вольта изобрел первый источник постоянного тока — вольтов столб. До этого (1786 г.), другим итальянским фи-

зиком и физиологом Л. Гальвани, была открыта прямая связь между импульсом электрического тока и сокращением мышц, что явилось основой нового направления науки — электрофизиологии. Сегодня биологические токи у животных и людей легко измеряются количественно чувствительными приборами и существует индустрия производства аккумуляторных батарей, но при этом природа генерации электрического тока в тканях животных и в аккумуляторах остается совершенно непознанной. В этом параграфе я не могу рассматривать природу биологического тока, но не могу не подчеркнуть принципиальную близость генерации тока в живых тканях и химических аккумуляторах.

Существующие представления о механизме генерации постоянного тока в аккумуляторе ничего общего не имеют с истинным процессом, лежащим в основе этого явления. Чтобы разобраться и понять его, необходимо начать с исследования зарядовой структуры атомов серы и свинца, а также оксидов серы и самой серной кислоты, играющей роль активного начала в процессе генерации тока.

2. Зарядовая структура атомов свинца. Изучим три основных изотопа, на долю которых приходится 98,6% природного свинца. У всех изотопов наблюдается один избыточный электрон в атоме и дефицит структурных электрино K_i.

1) ^{208}Pb (52,4%); $A_1 = 207{,}9766$ а. е.; $A_0 = 208$ а. е.

$$K_1 = \frac{m_n (A_1 - A_0) + m_e}{m_э} = \frac{m_n (-0{,}0234) + m_e}{m_э} = -5{,}5359971 \cdot 10^6, \tag{21.1.1}$$

где $m_n = 1{,}66057 \cdot 10^{-27}$ кг — масса нейтрона; $m_e = 9{,}038487 \cdot 10^{-31}$ кг — масса электрона; $m_э = 6{,}8557572 \cdot 10^{-36}$ кг — масса электрино; K_1 — число недостающих электрино в атоме изотопа ^{208}Pb.

$$\Delta q_1 = K_1 \cdot э = -1{,}1003703 \cdot 10^{-20} \text{ Кл}, \tag{21.1.2}$$

где $э = 1{,}9876643 \cdot 10^{-27}$ Кл — заряд электрино, Δq_1 — избыток отрицательного заряда в атоме, обусловленный дефицитом K_1 электрино.

$$Q_1 = (e + \Delta q_1) = -1{,}7122262 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} — \tag{21.1.3}$$

полный избыточный заряд атома ^{208}Pb.

$$w_1 = \frac{Q_1}{w_{ед}} = \frac{2Q_1}{|e|} = -2{,}1373583 — \tag{21.1.4}$$

— валентность атома этого изотопа, где $w_{ед}$ — сдиничная валентность, пропорциональная модулю полузаряда электрона (14.46).

2) ^{207}Pb (22,1%); $A_2 = 206{,}9759$ а. е.; $A_0 = 207$ а. е.

$$K_2 = \frac{m_n(-0{,}0241) + m_e}{m_э} = -5{,}705548 \cdot 10^6, \tag{21.1.5}$$

$$\Delta q_2 = K_2 \cdot э = -1{,}1340714 \cdot 10^{-20} \text{ Кл}, \tag{21.1.6}$$

$$Q_2 = (e + \Delta q_2) = -1{,}7155963 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}, \tag{21.1.7}$$

$$w_2 = 2Q_2/|e| = -2{,}1415651. \tag{21.1.8}$$

3) ^{206}Pb (24,1%); $A_3 = 205{,}9745$ а. е.; $A_0 = 206$ а. е.

$$K_3 = \frac{m_n(-0{,}0255) + m_e}{m_э} = -6{,}0446549 \cdot 10^6, \tag{21.1.9}$$

$$\Delta q_3 = K_3 \cdot э = -1{,}2014744 \cdot 10^{-20} \text{ Кл}, \tag{21.1.10}$$

$$Q_3 = (e + \Delta q_3) = -1{,}7223366 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}, \tag{21.1.11}$$

$$w_3 = 2Q_3/|e| = -2{,}149979. \tag{21.1.12}$$

Средневзвешенные значения избыточного заряда и валентности по трем изотопам свинца составляют

$$Q_{Pb} = \frac{5{,}24 \cdot Q_1 + 2{,}21 \cdot Q_2 + 2{,}41 \cdot Q_3}{9{,}86} = -1{,}7154527 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \tag{21.1.13}$$

$$w_{Pb} = \frac{5{,}24 \cdot w_1 + 2{,}21 \cdot w_2 + 2{,}41 \cdot w_3}{9{,}86} = -2{,}1413859. \tag{21.1.14}$$

3. Зарядовая структура атома серы. Из четырех изотопов серы достаточно рассмотреть только один ^{32}S, на долю которого приходится 95,02% природной серы.

$A = 31{,}9721$ а. е.; $A_0 = 32$ а. е.

$$K_э = \frac{m_n(A - A_0) - m_e}{m_э} = \frac{m_n(-0{,}0279) - m_e}{m_э} = -6{,}8896471 \cdot 10^6 — \tag{21.1.15}$$

— число недостающих структурных электрино в атоме серы.

Анализ показал, что в атоме серы также недостает одного структурного электрона, а полный избыточный заряд и валентность составляют:

$$Z_s = (K_s \cdot \ni - e) = 1{,}4652462 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}, \qquad (21.1.16)$$

$$w_s = 2Z_s/|e| = 1{,}829055. \qquad (21.1.17)$$

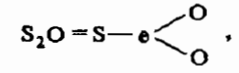
Таким образом мы видим, что атом серы электроположителен и, следовательно, все его оксиды могут быть образованы только при наличии электронных мостиков, ибо электроположителен и атом кислорода.

4. Оксиды серы. Низшие окислы серы, оксид и монооксид серы образованы посредством только одного электрона связи, о чем красноречиво свидетельствует тот хорошо известный факт, что S_2O и SO устойчивы лишь при $t > 100°$ С, а при $t < 100°$ С они разлагаются с образованием устойчивого, двухмостикового соединения — диоксида серы:

$$2S_2O \xrightarrow{<100° C} 3S_{тв} + SO_2,$$

$$3SO \xrightarrow{100-120° C} S_2O + SO_2$$

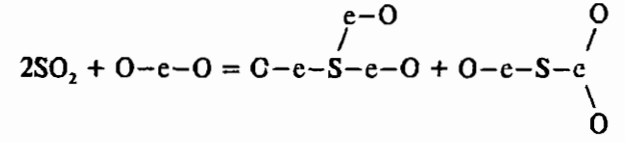
Структура этих молекул имеет вид:



$SO = S—e—O,$

$SO_2 = O—e—S—e—O$

Теперь, исходя из реакции получения, можно установить мостиковую структуру важнейшего из оксидов серы — триоксида, основного компонента серной кислоты:



(21.1.18)

Из этой реакции следует, что триоксид серы имеет две молекулярные модификации — трехмостиковую и двухмостиковую, которые существенно отличаются между собой степенью сбалансированности полярных зарядов.

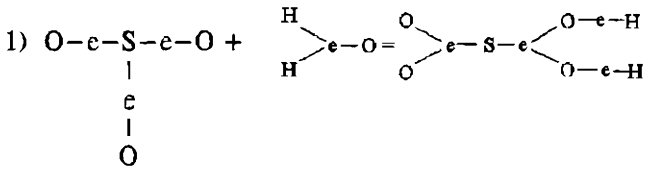
$$Z_{SO_3}' = (Z_S + 3Z_O + 3e) = 1{,}4646582 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \qquad (21.1.19)$$

— избыточный заряд трехмостиковой молекулы

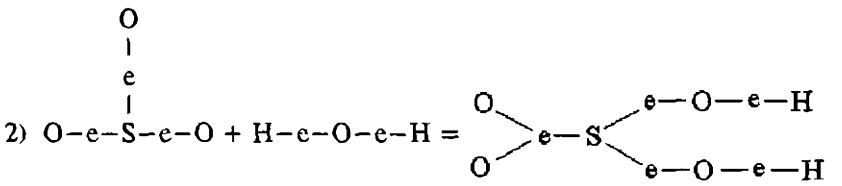
$$Z_{SO_3}'' + (Z_S + 3Z_O + 2e) = 3{,}0668474 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \qquad (21.1.20)$$

— избыточный заряд двухмостиковой молекулы

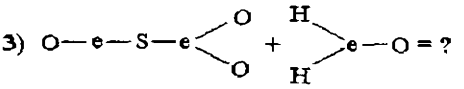
5. Структура молекулы серной кислоты. Как известно, серная кислота образуется в результате взаимодействия триоксида с водой. Но выше (§ 16) мы установили, что и молекула воды также образует две модификации — одномостиковую и двухмостиковую. Рассмотрим все возможные варианты в структуре молекулы серной кислоты.



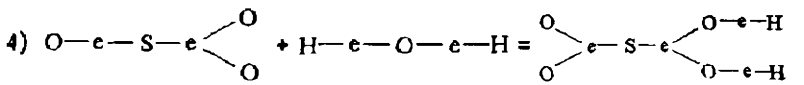
(21.1.21)



(21.1.22)



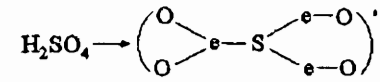
(21.1.23)



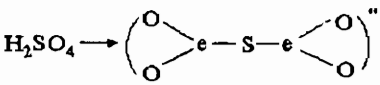
(21.1.24)

Анализ показывает, что реакция (21.1.23) не имеет места, ибо не может существовать трехмостиковая серная кислота. Реакции (21.1.21) и (21.1.24), несмотря на различие в исходных соединениях, приводят к образованию одной и той же, четырехмостиковой модификации молекулы H_2SO_4, а реакция (21.1.22) дает пятимостиковую молекулу. Таким образом, теоретически возможны две модификации молекулы серной кислоты, но реальность их существования еще предстоит установить. Допустим, что существуют обе модификации в равных долях и в водных растворах они обе

диссоциируют на кислотный остаток $(SO_4)^+$ и две функциональные группы $(H—e)^-$:



$$H_2SO_4 \rightarrow (O_2e—S(e—O)_2)' + 2(H—e)^-, \qquad (21.1.25)$$



$$H_2SO_4 \rightarrow (O_2e—S—e(O)_2)'' + 2(H—e)^- \qquad (21.1.26)$$

Функциональные группы в обоих случаях совершенно идентичны и имеют следующую характеристику:

$q_{H^-} = (Z_H + e) = -1{,}5639627 \cdot 10^{-19}$ Кл — избыточный заряд,

$w_{H^-} = 2q_{H^-}/|e| = -1{,}9522821$ — валентность иона $(H—e)^-$.

Кислотные же остатки существенно отличаются:

$$Z'_{SO_4} = (Z_S + 4Z_O + 3e) = 3{,}0666514 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}, \qquad (21.1.27)$$

$$w'_{SO_4} = 2Z'_{SO_4}/|e| = 3{,}828076. \qquad (21.1.28)$$

$$Z''_{SO_4} = (Z_S + 4Z_O + 2e) = 4{,}6688406 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}, \qquad (21.1.29)$$

$$w''_{SO_4} = 2Z''_{SO_4}/|e| = 5{,}8280764, \qquad (21.1.30)$$

где одним штрихом обозначен трехмостиковый остаток, а двумя — двухмостиковый.

6. Суперосциллятор концентрированной серной кислоты. Как было показано выше (§ 17) всякая жидкость состоит из суперосцилляторов. Разносторонний анализ показал, что состав и массу осциллятора любой жидкости можно установить из сопоставления ее параметров с таковыми воды, которые уже определены достоверно:

$$n_i = n^* \cdot \frac{\rho_i}{\rho^*} \cdot \frac{m_0}{m_i}, \qquad (21.1.31)$$

где n_i — число структурных элементов в суперосцилляторе i-ой жидкости; $n^* = 3{,}7611039 \cdot 10^3$ — число молекул H_2O в суперосцилляторе воды; ρ^* — плотность воды при заданной температуре; m_0 — масса молекулы воды; ρ_i и m_i — то же у исследуемой жидкости. Для серной кислоты при $t = 20°$ С получено:

$$n_{H_2SO_4} = n^{*} \cdot \frac{\rho_{H_2SO_4}}{\rho^{*}} \cdot \frac{m_0}{97{,}9673 \cdot m_n} = n^{*} \cdot \frac{1{,}8305 \cdot 10^3}{8{,}203 \cdot 10^2} \cdot \frac{2{,}9915522 \cdot 10^{-26}}{1{,}6268155 \cdot 10^{-25}} =$$

$$= 1{,}5433712 \cdot 10^3 \qquad (21.1.32)$$

— число молекул H_2SO_4 в суперосцилляторе концентрированной серной кислоты.

$$m_s\,(H_2SO_4) = n_{H_2SO_4} \cdot m_{H_2SO_4} = 2{,}5107801 \cdot 10^{-22}\ \text{кг} \qquad (21.1.33)$$

— масса суперосциллятора серной кислоты.

$$V_{gs}\,(H_2SO_4) = \frac{m_s\,(H_2SO_4)}{\rho_{H_2SO_4}} = 1{,}371637 \cdot 10^{-25}\ \text{м}^3 \qquad (21.1.34)$$

— объем глобулы суперосциллятора концентрированной серной кислоты.

$$\Delta V_{H_2SO_4} = V_{gs}\,(H_2SO_4)/n_{H_2SO_4} = 8{,}8872787 \cdot 10^{-29}\ \text{м}^3 \qquad (21.1.35)$$

— объем, занимаемый одной молекулой H_2SO_4 в составе суперосциллятора кислоты.

Кристаллографического описания монокристалла серной кислоты сейчас я не могу предложить, ибо вопрос еще не изучен.

Большой интерес представляет степень сбалансированности полярных зарядов в молекулах H_2SO_4 обеих модификаций и в суперосцилляторе концентрированной кислоты.

$$Q_{H_2SO_4} = (Z_s + 4Z_O + 2Z_H + 5e) = -6{,}1274 \cdot 10^{-21}\ \text{Кл} \qquad (21.1.36)$$

— избыточный заряд пятимостиковой молекулы H_2SO_4.

$$Z_{H_2SO_4} = (Z_s + 4Z_O + 2Z_H + 4e) = 1{,}5409152 \cdot 10^{-19}\ \text{Кл} \qquad (21.1.37)$$

— избыточный заряд четырехмостиковой молекулы H_2SO_4.

При допущении, что количественное соотношение между обеими модификациями составляет 1 : 1, нетрудно определить избыточный заряд суперосциллятора кислоты:

$$Z_s\,(H_2SO_4) = \frac{Q_{H_2SO_4} + Z_{H_2SO_4}}{2} \cdot n_{H_2SO_4} = 2{,}2836356 \cdot 10^{-16}\ \text{Кл} \qquad (21.1.38)$$

— избыточный заряд суперосциллятора кислоты. При этом суперосциллятор воды обладает почти равным полярным избыточным зарядом $Q_s\,(H_2O)$:

$$Q_s\,(H_2O) = \frac{Z_{H_2O} + q_{H_2O}}{2} \cdot n^{*} = -2{,}726189 \cdot 10^{-16}\ \text{Кл}. \qquad (21.1.39)$$

Именно эта полярность суперосцилляторов воды и серной кислоты является причиной их активного взаимодействия при смешении, вплоть до взрыва. При разбавлении кислоты водой происходит соединение электроотрицательных суперосцилляторов воды с положительными кислоты, сопровождаемое сложным структурным перестроением, в результате которого формируется комплексный суперосциллятор электролита. При этом комплексный суперосциллятор объединяет в себе большее число структурных элементов обеих жидкостей, а общее число суперосцилляторов электролита существенно меньше начальной суммы суперосцилляторов воды и кислоты. Такой процесс непременно должен сопровождаться возрастанием кинетической энергии суперосцилляторов электролита, что и наблюдается реально как саморазогрев смеси при приготовлении раствора серной кислоты. Обратная картина наблюдается, например, при растворении серноватокислого натрия в воде — раствор интенсивно охлаждается, что является следствием деструкции суперосцилляторов воды и формировании большего числа, но более мелких суперосцилляторов в данном растворе.

7. Комплексный суперосциллятор электролита.

В южной зоне России легковой автопарк пользуется стандартной аккумуляторной батареей 6СТ—55. Исследуем динамику электролита этой батареи за один цикл зарядка—разрядка. Для анализа имеем следующие исходные данные при $t = 15°$ С:

$C_0 = 33{,}43\%$ — начальная концентрация электролита,

$C_1 = 28{,}58\%$ — концентрация электролита при разряжении батареи на 25%,

$V_0 = 12$ В — начальное напряжение батареи,

$V_1 = 9$ В — напряжение разряженной батареи,

$\rho_0 = 1250$ кг·м$^{-3}$ — начальная плотность электролита,

$\rho_1 = 1210$ кг·м$^{-3}$ — плотность электролита разряженной батареи.

Один кубический метр свежеприготовленного электролита концентрации C_0 содержит

$M_{H_2SO_4} = 418$ кг серной кислоты и

$M_{H_2O} = 832$ кг воды при плотностях:

$\rho_{H_2SO_4} = 1830{,}5$ кг·м$^{-3}$ и

$\rho_{H_2O} = 909{,}9$ кг·м$^{-3}$.

До смешения компонентов каждая навеска занимала следующий объем при $t = 15°$ С:

$V_{H_2SO_4} = M_{H_2SO_4}/\rho_{H_2SO_4} = 0{,}2283528$ м^3,

$V_{H_2O} = M_{H_2O}/\rho_{H_2O} = 0{,}9143861$ м^3.

Если бы при смешении компонентов не происходило никаких структурных перестроений с суперосцилляторами этих жидкостей, то смесь занимала бы объем $V = V_{H_2SO_4} + V_{H_2O} = 1{,}1427389$ м^3, но реально она занимает объем $V_{ед} = 1$ м^3, что свидетельствует об увеличении массы суперосциллятора электролита относительно массы среднего суперосциллятора исходных компонентов раствора в $n_V = V/V_{ед} = 1{,}1427389$ раза. Рассмотрим количественную сторону структурных перестроений при смешении навесок кислоты и воды. Совершенно очевидно, что процесс растворения концентрированной кислоты в воде завершится лишь при достижении полной гомогенизации смеси, т. е. при завершении построения комплексного суперосциллятора электролита из исходных суперосцилляторов обеих жидкостей.

$$N_{s\,(H_2SO_4)} = M_{H_2SO_4}/m_s\,(H_2SO_4) = 1{,}6648212 \cdot 10^{24} \qquad (21.1.40)$$

— число суперосцилляторов серной кислоты в исходной навеске для приготовления электролита.

$$N_{H_2SO_4} = N_s\,(H_2SO_4) \cdot n_{H_2SO_4} = 2{,}569437 \cdot 10^{27} \qquad (21.1.41)$$

— число молекул H_2SO_4 в навеске.

$$N_s\,(H_2O) = M_{H_2O}/m_s = 7{,}3945439 \cdot 10^{24}. \qquad (21.1.42)$$

— число суперосцилляторов воды в навеске M_{H_2O}.

$$N_{H_2O} = N_s\,(H_2O) \cdot n^* = 2{,}7811647 \cdot 10^{28} \qquad (21.1.43)$$

— число молекул H_2O в этой навеске.

$$N_s = N_s\,(H_2SO_4) + N_s\,(H_2O) = 9{,}0593651 \cdot 10^{24} \qquad (21.1.44)$$

— полное число осцилляторов в исходных навесках.

$$N_{s\text{э}} = n_s/n_V = 7{,}9277646 \cdot 10^{24} \qquad (21.1.45)$$

— конечное число суперосцилляторов электролита в единичном объеме.

$$V_{g\text{э}} = V_{ед}/N_{s\text{э}} = 1{,}2613896 \cdot 10^{-25}\ \text{м}^3 \qquad (21.1.46)$$

— объем глобулы суперосциллятора электролита.

$$m_{s\text{э}} = V_{g\text{э}} \cdot \rho_0 = 1{,}576737 \cdot 10^{-22}\ \text{кг} \qquad (21.1.47)$$

— масса суперосциллятора электролита.

Учитывая, что доля суперосцилляторов кислоты составляет 18,38%, а доля осцилляторов воды — 81,62% в исходных навесках,

легко определить массу средневзвешенного суперосциллятора до смешения компонентов $\overline{m}_s$:

$$\overline{m}_s = \frac{18{,}38 \cdot m_s\,(H_2SO_4) + 81{,}62 \cdot m_s}{100} = 1{,}3798319 \cdot 10^{-22}\ \text{кг} \qquad (21.1.48)$$

Совершенно ясно, что по завершению растворения навески кислоты в навеске воды мы имеем гомогенный раствор, в котором все вновь сформированные суперосцилляторы обладают одинаковым составом, т. е. каждый из них содержит n_1 и n_2 молекул кислоты и воды.

$$n_1 = N_{H_2SO_4}/N_{s\text{э}} = 324{,}10611 \text{ молекул } H_2SO_4 \qquad (21.1.49)$$

$$n_2 = N_{H_2O}/N_{s\text{э}} = 3508{,}1322 \text{ молекул } H_2O \qquad (21.1.50)$$

$$n_{s\text{э}} = n_1 + n_2 = 3{,}8322383 \cdot 10^3 \qquad (21.1.51)$$

— полное число молекул воды и кислоты в суперосцилляторе электролита.

$$m_{s\text{э}} = n_1 \cdot m_{H_2SO_4} + n_2 \cdot m_0 = 1{,}5767368 \cdot 10^{-22}\ \text{кг} \qquad (21.1.52)$$

— масса суперосциллятора электролита.

Полное схождение этого результата с (21.1.47) свидетельствует о том, что наш анализ проведен корректно.

Итак, мы знаем, что суперосциллятор электролита образован 324 молекулами H_2SO_4 и 3508 молекулами H_2O, но мы пока не знаем кристаллическое строение этого сверхактивного монокристалла.

8. Электрохимические процессы пристенного слоя электродов аккумулятора. Как известно, рассматриваемая нами батарея 6СТ—55 состоит из шести аккумуляторов и, с целью упрощения расчетов, мы примем к анализу один из них, в котором объем электролита составляет $\Delta V = 0{,}55$ литра. Пластины обоих электродов аккумулятора состоят из свинцовой сетки, набитой активной массой. Активная масса положительных электродов — это пероксид порошкового свинца PbO_2, а активная масса отрицательных электродов — губчатый свинец. За период работы $\tau = 20$ час $= 7{,}2 \cdot 10^4$ с батарея 6СТ—55 вырабатывает $Q = 55$ А · час электрического тока при средней силе тока $I = 2{,}75$ А. Для анализа процессов в одном аккумуляторе располагаем следующими исходными данными:

$$q = Q/6 = 9{,}166\,6666 \text{ А·час} = 3{,}3 \cdot 10^4 \text{ Кл} \qquad (21.1.53)$$

— количество электричества, вырабатываемое одним аккумулятором за период $\tau = 7{,}2 \cdot 10^4$ с.

$$m_1 = \Delta V \cdot \rho_2 = 0{,}55 \text{ л} \cdot 418 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1} = 229{,}9 \text{ г} = 0{,}2299 \text{ кг} \qquad (21.1.54)$$

— начальная масса серной кислоты в аккумуляторе, где $\rho_2 = 418$ г/л — начальное содержание кислоты в электролите.

$$m_2 = \Delta V \cdot \rho_3 = 0{,}55 \text{ л} \cdot 346 \text{ г/л} = 0{,}1903 \text{ кг} \qquad (21.1.55)$$

— конечная масса серной кислоты в электролите аккумулятора после 20 часов работы, где $\rho_3 = 346$ г/л — содержание кислоты в электролите разряженного аккумулятора.

Нетрудно установить целый ряд важных параметров, некоторые из коих впервые вводятся в анализ.

$$\Delta m = m_1 - m_2 = 0{,}0396 \text{ кг} \qquad (21.1.56)$$

— масса кислоты, израсходованной аккумулятором за период τ.

$$\Delta n = \Delta m / m_{H_2SO_4} = 2{,}4342035 \cdot 10^{23} \qquad (21.1.57)$$

— число молекул H_2SO_4, израсходованных на электрохимические процессы за период τ.

$$n_\tau = \frac{\Delta n}{\tau} = \frac{24{,}342035 \cdot 10^{22}}{7{,}2 \cdot 10^4} = 3{,}3808381 \cdot 10^{18} \text{ с}^{-1} \qquad (21.1.58)$$

— секундный расход молекул H_2SO_4 аккумулятором.

$$\Delta I = \frac{I}{6} = \frac{2{,}75A}{6} = 0{,}4583333, \text{ А} = \text{Кл} \cdot \text{с}^{-1} \qquad (21.1.59)$$

— количество тока, вырабатываемое аккумулятором ежесекундно.

Но поскольку каждый кулон электричества формируется из $N_F = 5{,}0310306 \cdot 10^{26}$ электрино, то нетрудно перейти к секундной генерации их в пристенных слоях электродов, $\Delta n_э$:

$$\Delta n_э = \Delta I \cdot N_F = 2{,}3058888 \cdot 10^{26} \text{ э} \cdot \text{с}^{-1} \qquad (21.1.60)$$

Этот результат есть высшее достижение в нашем анализе, утверждающий открытие фазового перехода высшего рода (ФПВР) в пристенном слое электродов аккумулятора. Из него также становится очевидным, что важнейшей функцией аккумулятора является генерация $2{,}3 \cdot 10^{26}$ электрино в единицу времени, что возможно только при формировании пристенной плазмы на электродах. Рассмотрим, из чего складывается эта плазма. Не располагая данными относительно того какая доля серной кислоты потребляется анодными, а какая катодными пластинами, мы примем их равными. Тогда секундный расход молекул H_2SO_4 на аноде составит n_a:

$$n_a = n_\tau / 2 = 1{,}690419 \cdot 10^{18} \text{ с}^{-1}, \qquad (21.1.61)$$

а реакция в пристенном слое анода приобретет вид:

$$n_a \cdot PbO_2 + n_a \cdot H_2SO_4 = n_a \cdot PbSO_{4\downarrow} + n_a \cdot H_2O_2 \qquad (21.1.62)$$

Сернокислый свинец остается на стенке пластины, тогда как пероксид водорода тут же диссоциирует, образуя пристенную плазму:

$$n_a \cdot (H—e—O—e—O—e—H) \longrightarrow 2n_a \cdot H^+ + 2n_a \cdot O^+ + 3n_a \cdot e \qquad (21.1.63)$$

Поскольку в этой плазме на каждые три электрона—генератора приходится четыре положительных иона ($2H^+$ и $2O^+$), являющихся донорами электрино, то частота генератора связана с частотой осцилляторов плазмы соотношением:

$$f_e = \frac{4}{3} \cdot f = \frac{4T \cdot \psi}{3} = 8{,}0066883 \cdot 10^{12}\ c^{-1}, \qquad (21.1.64)$$

где $T = 273{,}15\ K + 15^\circ\ C = 288{,}15\ K$; $\psi = 2{,}0839897 \cdot 10^{10}\ K^{-1} \cdot c^{-1}$ — частотная постоянная воздуха и воды; $f = T\psi = 6{,}0050163 \cdot 10^{12}\ c^{-1}$ — частота осцилляторов плазмы при $t = 15°C$. Поскольку секундный выход электрино из анодной плазмы составляет $\Delta n_э$, то на долю одного генератора приходится n_3 электрино:

$$n_3 = \frac{\Delta I \cdot N_F}{3n_a} = \frac{23{,}058888 \cdot 10^{25}}{5{,}071257 \cdot 10^{18}} = 4{,}5469768 \cdot 10^7,\ \frac{э}{e} \qquad (21.1.65)$$

При этом продолжительность жизни каждого генератора в пристенной плазме анода составит τ_e:

$$\tau_e = n_3/f_e = 5{,}6789731 \cdot 10^{-6}\ c \qquad (21.1.66)$$

Избыточное число электрино в атоме водорода составляет $\Delta n_э\,(H) = Z_H/э = 1{,}92319 \cdot 10^6$, а в атоме кислорода $\Delta n_э\,(O) = Z_O/э = 8{,}0596768 \cdot 10^7$. Из этого следует, что в процессе ФПВР в пристенном слое анода атомы водорода полностью лишаются своих избыточных электрино и обращаются в нейтроны:

$$H^+ - \Delta n_э\,(H) \cdot э = n + \Delta n_э\,(H) \cdot э \qquad (21.1.67)$$

А общий вклад атомов водорода в генерацию $\Delta n_э$ электрино составляет $N_э\,(H)$:

$$N_э\,(H) = 2n_a \cdot \Delta n_э\,(H) = 6{,}501994 \cdot 10^{24} = 2{,}8197\% \qquad (21.1.68)$$

Вклад же атомов кислорода составляет $N_э\,(O)$:

$$N_э\,(O) = \Delta n_э - N_э\,(H) = 2{,}2408689 \cdot 10^{26}\ э \cdot c^{-1}. \qquad (21.1.69)$$

При этом на долю каждого атома кислорода приходится n_4 электрино:

$$n_4 = \frac{N_э\,(O)}{2n_a} = \frac{22{,}408689 \cdot 10^{25}}{3{,}3808381 \cdot 10^{18}} = 6{,}6281461 \cdot 10^7,\ \frac{э}{O} \qquad (21.1.70)$$

Продолжительность жизни атомов водорода и кислорода в пристенной плазме анода составляет τ_H и τ_O:

$$\tau_H = \Delta n_э\,(H)/f \approx 3{,}2026391 \cdot 10^{-7}\ с, \qquad (21.1.71)$$

$$\tau_O = n_4/f = 1{,}1037682 \cdot 10^{-5}\ с. \qquad (21.1.72)$$

Синхронно с анодным идет и катодный процесс, но без формирования плазмы.

$$n_a \cdot Pb + n_a \cdot H_2SO_4 = n_a \cdot PbSO_4\downarrow + 2n_a \cdot H^- \qquad (21.1.73)$$

Сернокислый свинец остается на поверхности катодных пластин, а функциональные группы $2n_э\,(H—e)^-$ переходят в электролит и выполняют роль локальных токопроводников от катода к аноду.

9. Формирование начального вихря аккумуляторного тока. Итак, мы установили, что в пристенной плазме анодных пластин ежесекундно генерируется $\Delta n_э$ электрино. Возникает вопрос: почему эти электрино не излучаются в окружающее пространство в виде нейтрино или в виде светового излучения, как это происходит в плазме горения и в солнечной плазме? Только потому, что их генерация осуществляется в сильном электростатическом поле анодных пластин. В самом деле, ведь мы уже установили наличие большого избыточного заряда у атомов свинца отрицательного знака (21.1.13). Этот заряд обусловливает большой электростатический потенциал свинцовой пластины, φ_{Pb}:

$$\varphi_{Pb} = \alpha \cdot Q_{Pb} = -17{,}848379\ В, \qquad (21.1.74)$$

где $\alpha = 1{,}0404472 \cdot 10^{20}$ Дж·Кл$^{-2}$ — электродинамическая постоянная. Именно поэтому каждое электрино, высвобожденное из атома водорода или кислорода, тут же вступает во взаимодействие с потенциалом пластины и переходит в орбитальное движение вокруг анода с энергией движения ε_m:

$$\varepsilon_m = э \cdot \varphi_{Pb} = -3{,}5476585 \cdot 10^{-26}\ Дж \qquad (21.1.75)$$

В самом начале процесса превалирует хаотичность направлений орбитального движения электрино вокруг анодной пластины, но через короткий период $\Delta\tau$ устанавливается единое направление и возникает начальный вихрь, который в следующий миг переходит на клемму батареи, а от нее через проводник к потребителям тока. Неиспользованная потребителями часть тока поступает на отрицательную клемму, от нее на катодные пластины, а от них, через электролит, возвращается на анодные пластины, замыкая первый цикл электрической цепи.

Со времен Б. Франклина мы пользуемся введенным им понятием положительного и отрицательного электричества. Сегодня это понятие требует уточнения. Совершенно справедливо говорить

о положительных и отрицательных ионах во всех средах, о положительном или отрицательном потенциале этих ионов, ибо знак ионов обусловлен избытком либо положительного, либо отрицательного зарядов. Корректность этого утверждения гарантируется наличием носителей отрицательного (электронов) и положительного (электрино) зарядов. Но когда мы говорим о техническом, электрическом токе понятие «отрицательный ток» не имеет физического смысла, ибо носителем его является только положительное электрино. Когда же мы говорим, что между положительной и отрицательной клеммами аккумуляторной батареи существует разность потенциалов в 12 В, то из этого следует лишь утверждение: напряжение анодного вихря больше напряжения катодного вихря на 12 В и что движение тока происходит от электрода с высоким напряжением к электроду с низким напряжением вихря. При этом абсолютное значение напряжения вихрей на электродах может во много раз превосходить разность между ними.

10. Конечные продукты разрядного процесса аккумулятора.

Прежде всего ответим, почему через 20 часов работы аккумуляторной батареи напряжение генерируемого им тока падает с 12 В до 9 В. Это происходит потому, что истощается запас молекул на анодной пластине, что ведет к обеднению плазмы пристенного слоя атомами кислорода и генераторами, стало быть, и к падению секундного производства электрино. Отсюда становится понятной необходимость зарядки аккумулятора, в процессе которой анод должен освобождаться от сульфата и насыщаться пероксидом свинца.

А теперь зададимся целью установить дальнейшую судьбу элементов пристенной плазмы после выхода их из нее. Выше мы видели (21.1.67), что атомы водорода обращаются в нейтроны и выходят из дальнейшей игры. Атомы кислорода покидают пристенную плазму, также испытав дефект массы и заряда:

$$\Delta z_0 = n_4 \cdot э = 1{,}3174529 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \qquad (21.1.76)$$

— дефект заряда атома кислорода,

$$\Delta m_0 = n_4 \cdot m_э = 4{,}544096 \cdot 10^{-28} \text{ кг} \qquad (21.1.77)$$

— дефект массы этого атома.

$$Z_0' = Z_0 - \Delta Z_0 = 2{,}845403 \cdot 10^{-20} \text{ Кл} \qquad (21.1.78)$$

— избыточный заряд отработанного атома кислорода = 17,7616% от Z_0

$$m_0' = m_0 - \Delta m_0 = 2{,}6113738 \cdot 10^{-26} \text{ кг} \qquad (21.1.79)$$

— масса отработанного атома кислорода = 98,26% от m_o, где $m_o = 2{,}6568148 \cdot 10^{26}$ кг — начальная масса атома.

Совершенно очевидно, что эти дефектные атомы кислорода уже не могут образовать молекулу PbO_2 ввиду утери 82% своего по-

ложительного заряда, т. е. в повторный цикл они не могут быть вовлечены. Но зато они способны образовать отрицательные ионы кислорода, соединяясь с отработавшими генераторами:

$$O' + e = (O' - e)^- = O^- \qquad (21.1.80)$$

$$q_O = (Z_O' + e) = -1{,}3176489 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \qquad (21.1.81)$$

— избыточный заряд этого иона.

Можно допустить, что $2n_a$ атомов кислорода секундного объема плазмы, по выходе из нее, связывают $2n_a$ генераторов. А остающееся число отработавших генераторов $n_a \cdot e$ связывают положительные молекулы воды:

$$n_a \cdot e + n_a \cdot \left(\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>\!e-O\right)^+ = n_a \cdot \left(\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>\!e-O-e\right)^- \qquad (21.1.82)$$

Из сказанного следует, что к концу разрядки аккумулятора электролит сильно обогащается отрицательными ионами, полное число которых составляет N_1:

$$N_1 = 3n_a \cdot \tau = 3 \cdot 1{,}690419 \cdot 10^{18} \text{ с}^{-1} \cdot 7{,}2 \cdot 10^4 \text{ с} = 3{,}651305 \cdot 10^{23} \qquad (21.1.83)$$

Полный отрицательный заряд этого числа ионов достигает величины Q_1:

$$Q_1 = (2n_a \cdot q_{O^-} + n_a \cdot q_{H_2O}) \cdot \tau = -5{,}0646398 \cdot 10^4 \text{ Кл} \qquad (21.2.84)$$

Теперь мы можем говорить о втором факторе, замедляющем генерацию тока анодными пластинами. Он состоит в том, что вокруг анода существует динамическое положительное поле, формируемое электринным вихрем. Вихревое положительное поле связывает на себе отрицательное поле атомов анодной пластины, экранируя его от зарядов электролита. Тем самым анодная пластина становится положительным электродом для ионов электролита. При этом отрицательные ионы, концентрируясь вокруг анода, формируют барьерную зону, затрудняющую перенос вещества между анодной плазмой и электролитом. И если это действительно так, то львиная доля внешнего тока, при зарядке аккумулятора, должна расходоваться на нейтрализацию отрицательных ионов.

11. Зарядный процесс в аккумуляторе. Напомню, что в работающем аккумуляторе электрино генерируются в пристенной плазме анодных пластин, переходят в вихревое движение вокруг них и становятся началом электрического тока. Возникший ток на аноде переходит на положительную клемму аккумулятора, далее по проводнику к потребителям, а от них — к отрицательной клемме, к

катодным пластинам и через электролит — к анодным пластинам. В этом случае анодные пластины действительно являются положительным электродом для ионов электролита за счет сильного положительного поля, формируемого вокруг них мощным вихрем электрино, а катодные пластины, не обладая большим вихрем, являются отрицательным электродом, ибо отрицательное поле атомов свинца не перекрывается положительным полем вихря.

При зарядке аккумулятора картина меняется на обратную. Прежде всего потому, что направление зарядного тока от внешнего источника противоположно разрядному току: от источника на положительную клемму — анодные пластины — электролит — катодные пластины — отрицательная клемма — внешний источник. В силу высокой концентрации отрицательных ионов в электролите, вихрь с анодных пластин без задержки переходит в электролит, разбиваясь на тысячи вихревых дорожек, направленных к катодным пластинам. При этом отрицательные ионы служат силовыми центрами, вокруг которых обращаются электрино внешнего тока, а расстояние между ионами является шагом этих микровихрей. Иными словами, отрицательные ионы в электролите играют ту же роль, что и атомы металлов в проводнике. Так отрицательный ион кислорода O^- в электролите обладает потенциалом φ_{o^-}:

$$\varphi_{o^-} = \alpha \cdot q_{o^-} = -13{,}709441 \text{ В}, \qquad (21.1.85)$$

что больше потенциала алюминиевого проводника в 15 раз. Поэтому система отрицательных ионов в растворе, лежащих на одной линии между анодом и катодом, являет собой превосходный проводник тока, вокруг которой формируется вихревое движение электрино.

Таким образом при зарядке аккумулятора вихрь с анода мгновенно снимается колоссальным числом ионов и это обстоятельство не позволяет росту вихря на анодных пластинах. На катоде — иная картина: по колоссальному числу микровихрей на катодные пластины одновременно поступают мириады электрино, формируя мощный вихрь вокруг них. Динамический заряд этого вихря перекрывает отрицательный заряд катодных пластин и именно поэтому они теперь становятся положительными электродами, притягивающими к себе отрицательные ионы раствора. А анодные пластины, отрицательное поле которых не перекрывается динамическим полем вихря, являют собой отрицательные электроды, притягивающие положительные ионы раствора.

1) Зарядный процесс на анодных пластинах.

С момента подачи внешнего тока на зарядку аккумулятора формируется градиент концентрации отрицательных ионов электролита: максимальная концентрация их — вокруг катодных пластин, а минимальная — вокруг анодных пластин. Поверхность пластин отделена от электролита тонким динамичным слоем вихря зарядного тока. Часть электрино вихря столкновительно взаимодействует с

молекулами $PbSO_4$, представляющими внешний слой пластины, а точнее электрино вихря бомбардируют группы (SO_4), связанные с внешними атомами свинцовой пластины, что способствует их отторжению. С внешней стороны вихря электрино столкновительно взаимодействуют с ионами электролита, подвергая их диссоциации.

Так, три отрицательных иона $\left(\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>e-O-e\right)^-$ образованные из положительных молекул воды и отработанных генераторов в период работы аккумулятора, могут расщепиться по схеме:

$$3\left(\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>e-O-e\right)^- \xrightarrow{\text{вихрь}} 4(H-e)^- + 2(O-e-O)^+ + \left(\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>e-O\right)^+ \qquad (21.1.86)$$

Как только в пристенном слое анодной пластины начинается накопление функциональных групп $(H—e)^-$ и молекул кислорода (O—e—o) запускается активный процесс с участием атомов и молекул внешнего слоя пластин:

$$2PbSO_4 + 4H^- + 2(O-e-O)^+ = 2PbO_{2\downarrow} + 2H_2SO_4 \qquad (21.1.87)$$

Механизм этой реакции состоит в том, что функциональные группы $(H—e)^-$ переходят через слабый вихрь анодной пластины и присоединяются к кислотным остаткам сульфата свинца, что приводит к ослаблению соединение между атомом свинца и этим остатком, ввиду переключения половины его положительного заряда на две присоединившиеся к нему функциональные группы. Теперь, при столкновительном взаимодействии электрино вихря, от поверхности пластины легко отторгается молекула серной кислоты:

$$PbSO_4 + 2H^- = Pb\!<\!\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\!\!>e-S-e<\!\begin{matrix}O-e-H\\O-e-H\end{matrix}, \qquad (21.1.88)$$

$$PbSO_4H_2 \xrightarrow{\text{вихрь}} Pb^- + H_2SO_4 \qquad (21.1.89)$$

К высвобождающимся атомам свинца устремляются молекулы кислорода, преодолевая слабый вихревой барьер:

$$Pb^- + (O-e-O)^+ = PbO_{2\downarrow} \qquad (21.1.90)$$

Нетрудно видеть, что три отрицательных молекулы воды диссоциируют с участием электрино вихря точно также, как и три отрицательных иона, $\left(\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!\!>e-O-e\right)^-$, рассмотренных нами выше (21.1.86):

(21.1.86):

$$3\,(H - e - O - e - H)^{-} \xrightarrow{\text{вихрь}} 4\,H^{-} + 2\,(O - e - O)\,{}^{+}_{+}\!\left(\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\!>e-O\right)^{+} \qquad (21.1.91)$$

Всего за период работы аккумулятора (в течение 20 часов) на стенках анодных пластин было образовано N_2 молекул $PbSO_4$:

$$N_2 = n_a \cdot \tau = 1{,}2171016 \cdot 10^{23}, \qquad (21.1.92)$$

столько же молекул кислорода и вдвое большее число ($2N_2$) функциональных групп H^- были вовлечены в ФПВР. При этом полное число электронов-генераторов, принимавших участие в создании тока, составило $3N_2$. Теперь же, при зарядке аккумулятора, мы видим — N_2 электронов, из тех что были генераторами, возвращаются назад, на анодные пластины (из состава ионизованных молекул воды), в качестве мостика между атомами в молекуле кислорода. А остальные электроны, в числе $2N_2$, образовавшие отрицательные ионы кислорода O^- и сами дефектные атомы кислорода (числом $2N_2$) не вовлекаются в повторный процесс и, как увидим ниже, переходят в разряд отходов процесса. Вовлекаются же в следующий цикл генерации тока $2N_2$ новых молекул воды. Иными словами источником электрино для генерации тока в кислотном аккумуляторе служит вода и она постоянно расходуется, тогда как материал электродов и серная кислота количественно сохраняются неизменными. Очевидно, зарядку аккумулятора можно считать завершенной, когда на анодных пластинах все молекулы $PbSO_4$ будут замещены PbO_2.

2) Зарядный процесс на катодных пластинах.

Мощный вихрь зарядного тока на катодных пластинах является непреодолимым барьером для положительных молекул кислорода — этим обусловливается главное отличие электрохимических реакций на данных пластинах от анодных. Но сильное поле вихря не является барьером для отрицательных функциональных групп $(H—e)^-$, которые проходят через вихрь, соединяются с кислотным остатком сульфата свинца и обуславливает диссоциацию этих молекул, согласно реакциям (21.1.88—21.1.89). Реакция же (21.1.90) на катодных пластинах не имеет места и к концу зарядки эти пластины, освобождаясь от сульфата, являют собой чистый губчатый свинец.

3) Баланс электричества в цикле разряд — заряд в одном аккумуляторе батареи 6СТ—55. Разряженную батарею, напряжение которой упало до 9 В, заряжают внешним током $I_1 = 2{,}5$ А в течение $\tau_1 = 24$ часам $= 8{,}64 \cdot 10^4$ с. За период τ_1 через батарею проходит Q_2 зарядного электричества:

$$Q_2 = I_1 \cdot \tau_1 = 21{,}6 \cdot 10^4 \text{ Кл} \qquad (21.1.93)$$

Разумеется, не все это количество электричества расходуется на

зарядку батареи, но поскольку точных измерений не проводилось, примем Q_2 за потребляемое батареей электричество. Тогда на зарядку одного аккумулятора будет расходовано q_2 Кулон:

$$q_2 = Q_2/6 = 3{,}6 \cdot 10^4 \text{ Кл}, \qquad (21.1.94)$$

что больше вырабатываемого аккумулятором электричества (21.1.53) за период разрядки на 9,1%. Каков механизм расхода аккумулятором зарядного тока? Существуют две статьи этого расхода. Первая — это столкновительное рассеяние электрино как в пристенных слоях электродов, так и в межэлектродном пространстве электролита. В первом приближении эта часть расхода составляет 25%. Вторая статья расхода — это нейтрализация $2N_2$ отработанных электронов, находящихся в электролите в виде отрицательных ионов $(O'—e)^-$, с общим отрицательным зарядом Q_3:

$$Q_3 = 2N_2 \cdot q_{O^-} = 3{,}2074251 \cdot 10^4 \text{ Кл}. \qquad (21.1.95)$$

Физическая суть нейтрализации этих ионов состоит в том, что ионы O^-, захватывая электрино из зарядного тока, либо полностью нейтрализуются, либо сильно сокращают свой избыточный отрицательный заряд. Если эта статья расхода составляет 75%, то количество электричества, расходуемое на нейтрализацию в одном аккумуляторе будет $q_3 = 75\%\ q_2 = 2{,}7 \cdot 10^4$ Кл, а число электрино в нем составит N_3:

$$N_3 = q_3/э = 1{,}3583782 \cdot 10^{31} \qquad (21.1.96)$$

При этом потребное количество электрино для полной нейтрализации всех ионов O^- составляет N_4:

$$N_4 = Q_3/э = 1{,}6136653 \cdot 10^{31} \qquad (21.1.97)$$

Как видим N_3 меньше N_4 на 18,79% и полная нейтрализация ионов O^- не происходит. После зарядного процесса масса этих ионов возрастает на величину

$$\Delta m = \frac{N_3}{2N_2} \cdot m_э = 3{,}8257738 \cdot 10^{-28} \text{ кг}, \qquad (21.1.98)$$

а заряд их уменьшается до q_{O^-}':

$$q_{O^-}' = q_{O^-} + \frac{N_3}{2N_2} \cdot э = -1{,}3176489 \cdot 10^{-19} + 1{,}1091924 \cdot 10^{-19} =$$

$$= -2{,}084565 \cdot 10^{-20} \text{ Кл} = 15{,}82\%\ q_{O^-} \qquad (21.1.99)$$

Таковы наиболее важные процессы, происходящие в свинцовом аккумуляторе в рамках единой теории. Для того чтобы до конца понять все качественные и количественные превращения в аккумуляторе, необходимы специальные и точные измерения. Но уже из сказанного ясно, что при зарядке батареи существует опасность передозировки, могущей привести к полной нейтрализации всех отрицательных ионов и потере электропроводности раствора.

ГЛАВА V.

ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЧАСТИЦЫ И СТРОЕНИЕ АТОМА

§ 22. Элементарные и истинно элементарные частицы.

Физика элементарных частиц относится также к числу наиболее молодых и, стало быть, современных разделов классической теории. Как и другие разделы, физика элементарных частиц внесла свой весомый вклад в общее развитие физики. Однако теоретические построения данного раздела, несмотря на свою молодость, весьма архаичны с позиций единой теории физики. Поэтому я буду излагать свою точку зрения на обсуждаемый в этом параграфе предмет независимо от сложившихся представлений в этой области. Но в качестве предисловия с удовольствием привожу слова Джей Орира, с которыми я не могу не согласиться: «Поскольку любое вещество построено из элементарных частиц, бесчисленные физические явления и свойства вещества можно в принципе объяснить с помощью нескольких простых свойств небольшого числа элементарных частиц. В поисках элементарных частиц человек первоначально установил, что все соединения состоят из «элементарных» молекул. Затем оказалось, что молекулы построены из «элементарных» атомов. Спустя столетия было обнаружено, что «элементарные» атомы построены из «элементарных» ядер и вращающихся вокруг них по орбитам электронов. Эти последовательные попытки выяснить, что же является истинно элементарным, похожи на «шелушение» луковицы. Более поздним этапом этого процесса «шелушения» обычного вещества явилось открытие того, что все атомные ядра построены из протонов и нейтронов. Достигли мы, наконец, сердцевины луковицы? Не существует ли каких-то иных физически реальных фундаментальных частиц? Ответ представляет собой решительное да! С 1933 года физики открыли свыше 200 новых элементарных частиц. И появляются все более убедительные аргументы в пользу того, что большинство из этих 200 частиц построено из четырех субчастиц, называемых кварками. Однако до сих пор ни одну из этих (200) частиц еще не удалось расщепить на составляющие ее кварки, а о кварках уже пишут в популярных журналах». [5, с. 564—565]. В этой цитате Орира, представляющей краткое выражение этапов развития физики элементарных частиц, некоторые положения безнадежно устарели, а именно: атомы не имеют положительного ядра и обращающихся вокруг него электронов, о чем мы подробно говорили в § 4.

Для того чтобы навести научный порядок в бывшей физике элементарных частиц необходимо однозначное решение статуса элементарности частиц, известных на сегодня. Такое решение уже

возможно в рамках единой теории физики, которое можно свести к трем постулатам:

1) Нет частицы без массы как нет и массы без заряда.

2) В природе существует только две элементарные частицы — электрон и электрино.

3) Все остальные частицы неэлементарны, они композиционны и состоят из обоих элементарных частиц.

Эти постулаты явились результатом глубокого анализа всего экспериментального материала, накопленного физикой и вовсе не являются моей прихотью, а потому заслуживают доверия.

Электрон открыт в 1897 г. Дж. Дж. Томсоном при исследовании каналовых лучей и за прошедшие 95 лет не было ни одного экспериментального факта, позволяющего усомниться в элементарности этой частицы. Масса и заряд электрона были определены экспериментально и с большой точностью. В этой работе нельзя не отметить большую заслугу Р. Милликена, отдавшего 8 лет жизни установлению заряда электрона. Мои исследования привели к уточнению массы электрона, заряд же остался таким, каким определил его Милликен. Полная физическая характеристика электрона и электрино дается в приложении этой книги.

Электрино (оно же фотон, нейтрино, носитель электрического тока, носитель магнитного поля) открыто мною в июле 1982 г. при исследовании энергии элементарного луча солнечного света и постоянной Планка, о чем подробно сказано выше, в § 2. Научной общественности открытие электрино еще неизвестно, она узнает об этом впервые только с выходом из печати этой книги. Поэтому потребуется определенное время, необходимое для экспериментального опровержения этого открытия и только когда все попытки в этом направлении закончатся подтверждением реальности электрино, оно получит статус законности. Исторически же человечество купается в потоке электрино в потоке солнечного света с момента своего становления, на протяжении, по крайней мере, $2{,}5 \cdot 10^6$ лет. А научное открытие этой частицы стало возможным уже в 1900 г., после выхода в свет самой ценной научной статьи XX века, статьи М. Планка «О необратимых процессах излучения» [1], где он обосновал на экспериментальных данных, полученных при исследовании излучения нагретых тел, две знаменитые постоянные, названные впоследствии постоянными Планкаи и Больцмана (h, k). Кем бы ни было сделано это открытие (открытие электрино) оно по праву будет считаться самым выдающимся открытием в истории мировой науки, ибо на долю электрино в строении вещества и материи в целом приходится ровно 50% заряда и 99,83% массы. Электрино есть та самая фундаментальная частица, еще никому неизвестная, но реально существующая, о которой говорит Дж. Орир.

Сделаем краткий обзор тех самых «элементарных» частиц,

зарегистрированных, в числе более 200, с начала тридцатых годов нашего столетия. По современной статистике они делятся на три группы: лептоны, мезоны и барионы. Анализ этих частиц с позиций единой теории и на основе вышеприведенных трех постулатов выявляет непомерную внутреннюю противоречивость теоретической основы физики элементарных частиц. Так, фотон принимается самостоятельной частицей, но лишенной заряда и массы. При этом, как это ни парадоксально, никого не удивляет тот неоспоримый факт, что поток фотонов от Солнца обеспечивает энергией всю органическую жизнь Земли. Ни в одном руководстве классической физики никто не ставит вопроса — как частица, не имеющая ни заряда, ни массы переносит энергию? Ведь единица энергии — это 1 Дж = 1 кг·1 м·с$^{-1}$·1 м·$\nu_{сд}$, из которой однозначно следует — *нет массы, нет и переноса энергии.* Но, *слава богу, истина* восторжествовала и мне удалось установить, что фотон обладает массой $m_э = 6{,}8557572 \cdot 10^{-36}$ кг и положительным зарядом э = $1{,}9876643 \cdot 10^{-27}$ Кл.

Возьмем позитрон, открытый в камере Вильсона в 1933 г. Утверждается: «Позитрон, или положительный электрон, имеет ту же массу, что и электрон, то противоположный электрический заряд» [32, с. 570]. Т. е. утверждается принципиально невозможное и, стало быть, основанное на ошибочной интерпретации результатов наблюдений и экспериментов. Почему невозможное? Потому что, как уже известно из всего вышеизложенного ь этой книге, положительный заряд композиционной частицы определяется только избыточным числом электрино в ее составе. Позитрон, который считается устойчивой частицей, не может состоять из одних только положительных электрино, но даже если допустить такой его состав, то и тогда получим массу позитрона, во много раз превосходящую массу электрона:

$$m_{e^+} = m_э \cdot \frac{|e^+|}{э} = 5{,}5261947 \cdot 10^{-28} \text{ кг} = 611{,}4 \cdot m_e, \qquad (22.1)$$

где m_{e^+} — масса позитрона, $m_э$ — масса электрино, m_e — масса электрона. Возникает резонный упрек в адрес физики элементарных частиц, переходящий в вопрос: если физика элементарных частиц не смогла объективно оценить такие стабильные частицы как фотон и позитрон, то какого доверия заслуживают все нестабильные частицы, коих было 200 и жизнь которых продолжается от 10^{-6} с до 10^{-21} с? Да простят меня мои коллеги, но я вынужден ответить: никакого!

Не вдаваясь в дальнейший анализ можно однозначно утверждать, что все частицы, зарегистрированные в атмосферных лавинах и добытые на ускорителях, являются, в конечном итоге, осколками элементарного атома — нейтрона. При этом все короткоживущие осколки — это сгустки, состоящие только из электрино. Чем больше

сгусток — тем больше время его жизни. У такого электринного осколка немедленно начинается разлет внешних электрино и в процессе распада электрино обращаются в нейтрино. Если взять предельный случай, когда от осколка остались последние два электрино и они разлетаются в противоположные стороны, то для этого случая можно написать:

$$V_\nu = \frac{\mathcal{P}}{m_э \cdot d_э \cdot \nu_{ед}} = \frac{13{,}037881 \cdot 10^{-22}}{7{,}5874358 \cdot 10^{-52}} = 1{,}7183514 \cdot 10^{30} \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}, \quad (22.2)$$

где $\mathcal{P}$ — постоянная Резерфорда, энергия связи электрино в составе нейтрона; v_ν — разлетная скорость нейтрино. Если же взять частный случай, когда два электрино, движущиеся с равными скоростями, сталкиваются во встречном движении, а потом разлетаются благодаря силе взаимного отталкивания их положительных зарядов, то в этом случае получим для них скорость разлета $v_э$:

$$V_э = \frac{\alpha \cdot э^2}{m_э \cdot d_э \cdot \nu_{ед}} = 2{,}7256371 \cdot 10^{18} \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \quad (22.3)$$

Из сказанного следует, что нейтрино — это электрино, вся энергия связи которого затрачивается на приобретение самой простой формы движения — прямолинейной, по траектории первого порядка. А раз так, то ни о каком антинейтрино не может быть и речи, ибо такая частица (хотя она и входит в состав 200 частиц) не имеет физического содержания.

Композиционные осколки, состоящие из одного электрона и сопутствующего ему количества электрино могут быть разными как по массе, так и по заряду. Если в осколке, содержащем один электрон, заряд сопутствующих электрино по модулю составляет $(+e)$, то мы имеем дело с мононейтроном, частицей, имеющей право на жизнь, но не открытой еще. Число электрино в его составе должно быть $n_э(\mu) = m_э/3 = 8{,}060663 \cdot 10^7$. Если в мононейтроне истинное электрино $n_1 < n_э(\mu)$, то эта частица будет обладать избыточным отрицательным зарядом, пропорциональным дефициту электрино. И, наоборот, если $n_2 > n_э(\mu)$, он будет носить избыточный положительный заряд. Далее, осколок может содержать два электрона и сопутствующее число электрино. Если при этом он электронейтрален, то содержит $2n_э(\mu)$ электрино, а масса его составит $2/3\, m_n$ и т. д. Словом, все возможные частицы-осколки, которые могут быть получены на ускорителях, можно рассчитать заранее, исходя из того, с какими пучками мы хотим иметь дело, ибо в рамках единой теории строение атома познано с надлежащей ясностью и глубиной. А раз так, то из этого следует вывод о полной бесперспективности исследований на дорогостоящих ускорителях (атомодробилках) с целью установления новых истин и расширения наших познаний. Игра не будет стоить свеч.

В период 1957—1960 гг. были получены экспериментальные доказательства того, что нуклоны (нейтрон и протон) обладают пространственным размещением внутренних зарядов с тремя какими-то центрами. По-видимому, эти факты пробудили в 1964 г. М. Гелл — Манна и, независимо от него, Дж. Цвейга выдвинуть гипотезу о кварковой модели строения нуклонов. Согласно этой гипотезе нейтрон состоит из трех кварков: одного u-кварка с положительным дробным зарядом, модуль которого составляет $2/3\,e$; одного d-кварка, с дробным отрицательным зарядом $-\frac{1}{3}\,e$ и s-кварка с таким же зарядом. Протон также состоит из трех кварков ($2u$-кварка и один d-кварк). Эта гипотеза глубоко ошибочна и как никакая другая вписывается в рамки знаменитого ньютоновского выражения «гипотез не измышляю», ибо она действительна измышлена, но никоим образом не обоснована. Чтобы убедиться в справедливости моего утверждения, достаточно задаться вопросом: откуда берутся истинно элементарные частицы с отрицательным зарядом (электроны), если в нейтроне и протоне носителем отрицательного заряда служат две разные частицы (d-кварк и s-кварк)? При попытке ответить на этот вопрос кварковая гипотеза разлетается в пух и прах. В § 4 мною было показано, что нейтрон действительно имеет три точки локализации отрицательного заряда — это выступающие над общей поверхностью нейтрона сегменты трех структурных электронов, что полностью согласуется с результатами вышеупомянутых экспериментов, но из этого вовсе не следует кварковое строение нейтрона, как не следовала планетарная модель атома из факта обратного рассеяния α-частиц атомами золота в опытах Марсдена — Гейгера.

В заключение параграфа кратко обсудим вопрос об античастицах и антивеществе. Во-первых, необходимо отметить, что эти понятия с приставкой «анти» слишком категоричны и малонаучны. Есть только две частицы, применительно к которым понятие «анти» допустимо — это элементарные частицы, ибо можно признать логичным выражения «электрино античастица электрона», «электрино — антипод электрона» и наоборот.

В § 14 было показано, что двухатомные молекулы кислорода и водорода диссоциируют в плазме горения на два иона:

$$O_2 \rightarrow O^+ + O^-,$$

$$H_2 \rightarrow H^+ + H^-.$$

Из того что два атома кислорода обладают избыточными полярными зарядами вовсе не следует будто они являются антиатомами, ибо они оба обладают основными физическими свойствами кислорода. Точно также бессмысленно называть два полярных атома водорода протоном и антипротоном, ибо это отдает журналистской сенсационностью, неуместной на научном поприще.

В рамках классической физики до сих пор продолжает хождение идея об антивеществе, утверждающая возможность существования вещества, атомы которого имеют противоположную структуру. А именно, их ядра состоят из антипротонов и антинейтронов, вокруг которых обращаются позитроны. С позиции единой теории — это чистейшей воды спекуляция.

Как известно, краеугольным камнем классической физики в области строения вещества являются четыре вида взаимодействия между частицами: сильное, слабое, электромагнитное и гравитационное. Ниже мы рассмотрим гравитационное взаимодействие и убедимся, что в рамках единой теории оно раскрыто полностью и сводится к электростатическому взаимодействию некомпенсированных зарядов. В первой главе (§§ 4, 8) было показано, что нейтрон есть электростатическая система, прочность которой определяется электростатическим взаимодействием составляющих ее элементарных частиц, n_e электронов и n_ν электрино. В основе гиперчастотной механики, пришедшей на смену отжившей свой век квантовой механики, лежит электродинамическое взаимодействие осцилляторов, ибо каждый из них обладает одновременно как положительным фоновым полем, так и локальными отрицательными полями. И далее, в §§ 19—21 мы убедились, что в основе генерации и транспортировки электрического тока также лежит электродинамическое взаимодействие электрино с отрицательным потенциалом электропроводников. Все это дает мне право утверждать, что в природе не существует иных взаимодействий кроме электростатического и электродинамического, ибо материя Вселенной состоит только из электронов и электрино.

И самое последнее в этом параграфе — мне хочется его закончить словами того же Дж. Орира, свидетельствующими об оптимизме и его научной интуиции: «Разумно надеяться на возможное сокращение в будущем числа истинно элементарных частиц» [5, с. 585]. Он оказался абсолютно прав, ибо сегодня они, благодаря развитию единой теории физики, действительно сокращены от 200 до 2 истинно элементарных частиц — электрона и электрино.

§ 23. Зарядовая структура атома и химическая валентность.

Периодическая система элементов была установлена в 1869 г. Д. И. Менделеевым и по сей день остается предметом восхищения людей науки как шедевр научного творчества. Но несмотря на это система содержит много нерешенных проблем, которые в рамках классической физики просто не могли быть решены. Некоторые положения ошибочны и в рамках единой теории система должна

быть свободна от них. Во-первых, порядковый номер элемента, по прежним представлениям, нес большую смысловую нагрузку. Считалось, что порядковому номеру соответствует число протонов в ядре атома и число электронов, обращающихся вокруг ядра. Это грубое заблуждение, ибо не существует ни одного электродинамического атома, т. е. атома состоящего из положительного ядра и обращающихся вокруг него электронов. Каждый атом, от нейтрона до урана, являет собой электростатическую систему, а порядковый номер элемента не несет иной смысловой нагрузки кроме того, что означает номер данного элемента в периодической системе.

Во-вторых, сложившиеся представления об электронных уровнях и подуровнях атомов, о внешней, валентной оболочке электронного облака, о терминах и спинах и т. д.— безнадежно устарели и в рамках единой теории не выдерживают никакой проверки. Реальные атомы по своему строению много проще их вымышленного классиками строения.

В-третьих, не выдерживает критики и сложившееся представление о валентности. Так, всем хорошо известно, что группа щелочных элементов, от лития до цезия, обладает одинаковой валентностью +1. Но также всем хорошо известно, что они обладают не одинаковой химической активностью и что их реакционноспособность резко возрастает от лития к цезию. Обратная картина наблюдается с группой галогенов — реакционноспособность резко уменьшается от фтора к астату при единой валентности группы равной — 1 и т. д.

Этот параграф посвящен рассмотрению физической основы периодичности химических свойств элементов таблицы Менделеева. Я не ставлю задачи полного анализа всей таблицы, ибо моя цель в данный момент сводится лишь к обоснованию принципиально нового подхода к исследованию элементов. Я думаю, каждый согласится со мной в том, что краеугольным камнем всей химии является химическая реакция, ее исходные и конечные продукты. Но поскольку, как было показано выше, в природе нет иных взаимодействий, кроме электростатического и электродинамического, и химические реакции также входят в этот класс взаимодействий, то совершенно очевидна крайняя важность установления зарядовой структуры всех элементов периодической системы. Именно величина и знак избыточного заряда элемента определяют степень его химической активности и его отношение к другим реагентам, его физические и химические свойства, его группу в периодической системе элементов Менделеева.

Прежде всего необходимо определиться в выборе объективного критерия валентности элементов. В § 14 мы уже частично касались зарядовой структуры атомов и молекул и там же получили величину $W_{ед} = 1$ валентности, эквивалентную модулю полузаряда электрона

(14.46). Исходя из этого соотношения валентность i-го элемента легко определяется из его избыточного заряда:

$$W_i = \frac{2Z_i}{|e|} = \frac{2q_i}{|e|}, \tag{23.1}$$

где Z_i и q_i — избыточный (положительный — Z_i или отрицательный — q_i) заряд i-го элемента.

Во-вторых, развитие единой теории физики привело к пониманию того, что все электроположительные атомы соединяются в молекулы с помощью электронов связи (H_2, O_2, N_2 и т. д.). Это обязывает нас учитываать в каждой химической реакции эти электроны, число которых в конечных продуктах реакции непременно должно равняться их числу в исходных продуктах.

В третьих, развитие новой электродинамики привело к радикальному пересмотру сложившихся представлений о знаке валентности и электрических зарядов элементов. Исторически первой, истинно элементарной частицей, открытой в 1897 г., был электрон, заряд которого определили как $e = -1{,}6021892 \cdot 10^{-19}$ Кл.

Вторая, истинно элементарная частица открыта в 1982 г. и, естественно, знак ее заряда мог быть только положительным э = $1{,}9876643 \cdot 10^{-27}$ Кл. До сих пор валентность кислорода определялась как — 2, а валентность металлов, образующих оксиды с кислородом, принимали положительной от +1 до +3. Но установленис истинной природы электрического тока и электропроводности металлов однозначно утвердило электроотрицательность атомов металлов и, стало быть, электроположительность атомов кислорода. Истинная валентность кислорода, как эталона химической активности, составляет W_0:

$$W_0 = \frac{Z_O}{|e|2|} = \frac{16{,}019932 \cdot 10^{-20}}{8{,}010946 \cdot 10^{-20}} = 1{,}9997553. \tag{23.2}$$

А теперь, основываясь на этих, уже твердо установленных положениях, мы сделаем анализ зарядовой структуры элементов главной подгруппы I группы периодической системы и элементов 2-го периода (от Li до Ne). Исходными величинами для анализа служат атомные массы изотопов и данные Международной таблицы, принятые в 1983 году [18]

I. Подгруппа щелочных металлов.

1) Литий. Существует в двух изтопах ^{6}Li и ^{7}Li. Около 40% атомов обоих изотопов не имеет нарушения состава электронов, но остальные 60% атомов обладает одним избыточным электроном. Рассмотрим каждый изотоп раздельно.

а) ^{6}Li: $A_1 = 6{,}0151$ а. е.; атомное число $A_{01} = 6$.

$$K_1 = \frac{m_n (A_1 - A_{01})}{m_э} = \frac{250{,}74607 \cdot 10^{-31}}{6{,}8557572 \cdot 10^{-36}} = 3{,}6574526 \cdot 10^6 \tag{23.3}$$

— избыточное число электрино атомов с целым составом электронов.

$$Z_1 = K_1 \cdot э = 7{,}2697879 \cdot 10^{-21} \text{ Кл} \qquad (23.4)$$

— избыточный заряд этих атомов, обусловленный избытком электрино K_1.

$$K_2 = \frac{m_n (A_1 - A_{01}) - m_e}{m_э} = \frac{241{,}70759 \cdot 10^{-31}}{m_э} = 3{,}5256147 \cdot 10^6 \qquad (23.5)$$

— избыточное число электрино у атомов с лишним электроном.

$$q_1 = (e + K_2 \cdot э) = -1{,}5321119 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \qquad (23.6)$$

— избыточный отрицательный заряд атома, обладающего одним избыточным электроном и K_2 электрино.
Заряд среднего атома ^{6}Li составляет $\bar{q}_1$:

$$\bar{q}_1 = (4Z_1 + 6q_1)/10 = -8{,}9018798 \cdot 10^{-20} \text{ Кл} \qquad (23.7)$$

б) ^{7}Li: $A_2 = 7{,}0160$ а. е.; атомное число $A_{02} = 7$, на долю этого изотопа приходится 92,5%.

$$K_1' = \frac{m_n (A_2 - A_{02})}{m_э} = \frac{265{,}6912 \cdot 10^{-21}}{m_э} = 3{,}8754464 \cdot 10^6, \qquad (23.8)$$

$$Z_2 = k_2' \cdot э = 7{,}7020864 \cdot 10^{-21} \text{ Кл} \qquad (23.9)$$

— заряд атомов с целым составом электронов и избытком электрино K_1'.

$$K_2' = \frac{m_n (A_2 - A_{02}) - m_e}{m_э} = \frac{256{,}65272 \cdot 10^{-31}}{m_э} = 3{,}7436086 \cdot 10^6, \qquad (23.10)$$

$$q_2 = (l + K_2' \cdot Э) = -1{,}5277789 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \qquad (23.11)$$

— избыточный заряд атомов ^{7}Li, обусловленный избыточным электроном и избытком K_2' электрино.

Заряд среднего атома ^{7}Li составляет $\bar{q}_2$:

$$\bar{q}_2 = (4L_1 + bq_2)/10 = -8{,}85855 \cdot 10^{-20} \text{ Кл} \qquad (23.12)$$

Заряд и валентность среднего по обоим изотопам атома, с учетом доли каждого изотопа, составят q_{Li} и w_{Li}:

$$q_{Li} = \frac{92{,}5 \cdot \bar{q}_2 + 7{,}5 \cdot \bar{q}_1}{100} = -8{,}8617997 \cdot 10^{-20} \text{ Кл} \qquad (23.13)$$

$$w_{Li} = \frac{-7{,}2569901}{8{,}010946} = -1{,}1062113. \qquad (23.14)$$

Из чего следует, что половина атомов лития электроположительны? Из рассмотрения его соединений. Так, литий горит с образованием оксида Li_2O и в очень незначительном количестве Li_2O_2. Учитывая, что в каждой молекуле кислорода имеется лишь один электрон связи, реакцию горения лития можно представить следующим образом:

$$4Li + O_2 = 2Li_2O, \qquad (23.15)$$

$$2Li^+ + 2Li^- + 2O^+ + e = O^+ - e\begin{matrix}/^{Li^+}\\ \backslash_{Li^+}\end{matrix} + Li^- - O^+ - Li^- \qquad (23.16)$$

При наличии хотя бы одного электрона связи в левой части реакции одна из молекул оксида правой части невозможна только с отрицательными атомами, ввиду чрезмерного дебаланса полярных зарядов. Аналогичная картина наблюдается и при образовании гидрида лития:

$$Li^+ + Li^- + 2H^+ + e = Li^+ - e - H^+ + Li^- - H^+ \qquad (23.17)$$

Напомню, что молекула водорода также, как и молекула кислорода, содержит один электрон связи и что между атомами в молекулах не существует расстояния, ибо они прижаты друг к другу с напряжением в 10^{14}—10^{16} Па. Принятая же мною форма записи реакции более наглядна чем общепринятая и раскрывает геометрию зарядов. При этом черточки между атомами ничего общего не имеют с традиционной валентной связью.

Из (23.15) следует, что все четыре атома лития, вступающие в реакцию с молекулой кислорода, одинаковы и обе молекулы оксида, получающиеся в результате этой реакции также одинаковы. Т. е. атомы и молекулы, если можно так выразиться, обезличены. Это старый, уравнительный подход к химическим реакциям. А из (23.16) и (23.17), напротив, следует, что каждый атом и каждая молекула имеют свое конкретное зарядовое лицо и что без учета электрона связи невозможно иметь объективное представление о реакции.

Для группы щелочных элементов очень характерна реакция с водой при комнатных условиях. Наиболее спокойно она протекает у металлического лития, без плавления и возгорания выделяющегося водорода, что свидетельствует о наименьшей электроотрицательности атомов лития:

$$Li^+ + Li^- + (H_2O)^+ + (H_2O)^- = Li^+ - e - O^+ - H^+ + Li^- - O^+ - e - H^+ +$$

$$+ (H^+ - e - H^+)\uparrow \qquad (23.18)$$

Напомню — положительная молекула воды содержит один электрон связи, отрицательная — два.

2) Натрий. Изотопов не содержит, $A = 22{,}98977$ а. е.; $A_0 = 23$. Все атомы натрия содержат один избыточный электрон и имеют дефицит $K_э$ электрино, что и обусловливает им значительный избыточный заряд отрицательного знака.

$$K_э = \frac{m_n (A - A_0) + m_e}{m_э} = \frac{-160{,}83782 \cdot 10^{-31}}{m_э} = -2{,}3460257 \cdot 10^6 \tag{23.19}$$

$$q_{Na} = (e + K_э \cdot э) = -1{,}6488203 \cdot 10^{19} \text{ Кл} \tag{23.20}$$

— избыточный заряд атомов натрия,

$$w_{Na} = \frac{q_{Na}}{8{,}010946 \cdot 10^{-20}} = -2{,}0582092 \tag{23.21}$$

— валентность натрия.

Металлический натрий горит с образованием оксида Na_2O_2 с очень незначительной примесью Na_2O:

$$2Na^- + (O^+ - e - O^+) = Na^- - O^+ - c - O^+ - Na^- \tag{23.22}$$

С водой реагирует бурно, но без возгорания выделяющегося водорода:

$$2Na^- + (H_2O)^+ + (H_2O)^- = 2\,(Na^- - O^+ - e - H^+) + (H^+ - e - H^+)\uparrow \tag{23.23}$$

3) Калий. Два изотопа: ^{39}K (93,2581%) и ^{40}K (6,7302%). Поскольку зарядовая структура обоих изотопов очень близка, то достаточно рассмотреть только ^{39}K с $A = 38{,}9637$ а. е. и $A_0 = 39$ а. е. Все атомы калия содержат один избыточный электрон и имеют дефицит электрино $K_э$:

$$K_э = \frac{m_n (A - A_0) + m_e}{m_э} = \frac{-593{,}74843 \cdot 10^{-31}}{m_э} = -8{,}6605813 \cdot 10^6, \tag{23.24}$$

$$q_K = (e + K_э \cdot э) = -1{,}7743324 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \tag{23.25}$$

— избыточный заряд атома ^{39}K,

$$w_K = \frac{q_K}{8{,}010946 \cdot 10^{-20}} = -2{,}2148849 \tag{23.26}$$

— валентность калия.

Сгорает с образованием оксида KO_2 и незначительного количества K_2O_2:

$$K^- + (O^+ - e - O^+) = K^- \begin{matrix} O^+ \\ | \\ e \\ | \\ O^+ \end{matrix} \qquad (23.27)$$

С водой взаимодействует более бурно, чем натрий, с возгоранием выделяющегося водорода. Самовоспламенение водорода свидетельствует о том, что высвобождается дополнительный электрон связи, т. е. выделяющаяся молекула водорода содержит два электрона связи и потому очень неустойчива и при соприкосновении с кислородом воздуха немедленно высвобождает второй электрон, который обращается в гиперчастотный генератор, зажигая водород:

$$2K^- + (H_2O)^+ + (H_2O)^- =$$

$$= K^-O^+-e-H^+ + O^+-K^--H^+ + (e-H^+-e-H^+)\uparrow \qquad (23.28)$$

Как видим, вторая молекула гидроокиси калия существенно отличается от первой, ибо не содержит электрона связи.

4) Рубидий. Два изотопа ^{85}Rb (72,165%) и ^{87}Rb (27835%). Все атомы обоих изотопов содержат по одному избыточному электрону и испытывают дефицит электрино. Рассмотрим их раздельно.

а) ^{85}Rb: A = 84,9117 а. е.; $A_0 = 85$ а. е.

$$K_э = \frac{m_n (A - A_0) + m_e}{m_э} = \frac{-1457{,}2449 \cdot 10^{-31}}{m_э} = -2{,}1255783 \cdot 10^7, \qquad (23.29)$$

$$q_1 = (l + K_э \cdot э) = -2{,}0246828 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \qquad (23.30)$$

— избыточный заряд ^{87}Rb.

б) ^{87}Rb: A = 86,9092 а. е.; $A_0 = 87$ а.е.

$$K_э = \frac{m_n (A - A_0) + m_e}{m_э} = \frac{-1498{,}7591 \cdot 10^{-31}}{m_э} = -2{,}1861321 \cdot 10^7 \qquad (23.31)$$

$$q_2 = (l + K_э \cdot э) = -2{,}0367188 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \qquad (23.32)$$

— избыточный заряд ^{87}Rb.

Среднее значение заряда и валентности по обоим изотопам составит q_{Rb} и w_{Rb}:

$$q_{Rb} = \frac{72{,}165 \cdot q_1 + 27{,}835 \cdot q_2}{100} = -2{,}0280329 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}, \qquad (23.33)$$

$$w_{Rb} = \frac{q_{Rb}}{8{,}010946 \cdot 10^{-20}} = -2{,}5315772. \qquad (23.34)$$

Металлический рубидий при соприкосновении с кислородом воспламеняется и сгорает с образованием оксида RbO_2:

$$R\bar{b} + (O^+ - e - O^+) = R\bar{b}\begin{matrix} O^+ \\ | \\ e \\ | \\ O^+ \end{matrix} \qquad (23.35)$$

С водой реагирует еще интенсивнее, чем калий и также с возгоранием водорода:

$$2Rb^- + (H_2O)^+ + (H_2O)^- = Rb^- - O^+ - e - H^+ + H^+ - Rb^- - O^+ + \qquad (23.36)$$

$$H^+ \begin{matrix} e \\ \diagup\diagdown \\ e \end{matrix} H^+.$$

По-видимому, в этой реакции обе молекулы гидроксида рубидия лишены электрона связи, т. е. все три электрона, входящие в реакцию в составе воды, в правой части обращаются в гиперчастотные генераторы. Ввиду очень большого отрицательного заряда атома рубидия электрон в молекуле гидроксида оказывается лишним, несовместимым с ним.

5) Цезий. Изотопов в природе не имеет, $A = 132{,}9054$ а. е.; $A_0 = 133$ а. е. Все атомы обладают одним избыточным электроном при значительном дефиците электрино, а около 20% атомов имеют еще второй избыточный электрон.

$$K_1 = \frac{m_n (A - A_0) + m_e}{m_э} = \frac{-1561{,}8608 \cdot 10^{-31}}{m_э} = -2{,}278174 \cdot 10^7, \qquad (23.37)$$

$$q_1 = (l + K_1 \cdot э) = -2{,}0550137 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \qquad (23.38)$$

— избыточный заряд у 80% атомов цезия.

$$K_2 = \frac{m_n (A - A_0) + m_e}{m_э} = \frac{-1552{,}8224 \cdot 10^{-31}}{m_э} = -2{,}2649903 \cdot 10^7, \qquad (23.39)$$

$$q_2 = (2e + K_2 \cdot э) = -3{,}6545824 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \qquad (23.40)$$

— избыточный заряд у 20% атомов цезия.

Заряд и валентность среднего атома цезия составляют q_{Cs} и w_{Cs}:

Таблица 5

Динамика избыточного заряда щелочных элементов I группы

Элемент	Избыточный заряд атома, Кл	Валентность	Избыточный заряд гидроксида	Твердость по Бринеллю, МПа
Li	$-0{,}88617997\cdot10^{-19}$	$-1{,}1062113$	$-0{,}6886538\cdot10^{-19}$	5,00
Na	$-1{,}6488203\cdot10^{-19}$	$-2{,}0582092$	$-1{,}6107898\cdot10^{-19}$	0,69
K	$-1{,}7743324\cdot10^{-19}$	$-2{,}2148849$	$-1{,}8704146\cdot10^{-19}$	0,363
Rb	$-2{,}0280329\cdot10^{-19}$	$-2{,}5315772$	$-1{,}9900024\cdot10^{-19}$	0,216
Cs	$-2{,}3749273\cdot10^{-19}$	$-2{,}9646028$	$-2{,}3368968\cdot10^{-19}$	0,147

$$q_{Cs} = \frac{80\cdot q_1 + 20\cdot q_2}{100} = -2{,}3749273\cdot10^{-19}\ \text{Кл}, \tag{23.41}$$

$$w_{Cs} = \frac{q_{Cs}}{8{,}010946\cdot10^{-20}} = -2{,}9646028. \tag{23.42}$$

Говоря о 20% атомов, обладающих двумя избыточными электронами, я не располагаю количественными доказательствами именно такой доли, а исхожу из анализа реакционноспособности цезия в сравнении с остальными элементами этой подгруппы. Доля атомов с двумя избыточными электронами может быть и больше 20%.

Совершенно очевидно, что цезий (об элементе франция данных нет) является самым реакционноспособным элементом среди электроотрицательных, он же и самый мягкий из металлов, он же дает и самое сильное основание (CsOH) и все это — благодаря самому большому избыточному заряду атомов.

При контакте с кислородом и галогенами мгновенно воспламеняется с образованием оксида CsO_2 и незначительного количества Cs_2O_2:

$$C\bar{s} + O_2 = C\bar{s}\begin{array}{l} \diagup\ O^+ \\ \quad\ \ | \\ \quad\ \ e \\ \quad\ \ | \\ \diagdown\ O^+ \end{array} \tag{23.43}$$

Способен давать трехокись в форме озонида:

$$2Cs + 3O_2 = O^+ - C\bar{s}\begin{array}{l} \diagup\ O^+ \\ \quad\ \ | \\ \quad\ \ e + e - O^+ - C\bar{s}\begin{array}{l} \diagup\ O^+ \\ \quad\ \ | \\ \quad\ \ e \\ \quad\ \ | \\ \diagdown\ O^+ \end{array} \\ \quad\ \ | \\ \diagdown\ O^+ \end{array} \tag{23.44}$$

С водой металлический цезий взаимодействует со взрывом:

$$2Cs+(H_2O)^+ +(H_2O)^- = Cs^- - O^+ - e - H^+ + H^+ - Cs^- - O^+ + H_2\uparrow + e \qquad (23.45)$$

А теперь для наглядности сведем полученные результаты по зарядовой структуре исследованных элементов в табл. 5 и сравним их между собой и сопоставим со сложившимися представлениями. В классической химии принято, что элементы главной подгруппы I группы электроположительно одновалентны, со степенью окисления равной +1 [33]. Из нашей же таблицы следует, что они электроотрицательны, валентность отрицательна и растет от лития к цезию от — 0,9 до — 2,9. При этом данные таблицы совершенно корректны, в чем мы убедились выше.

Во-вторых, химическая реакционноспособность этой группы элементов, возрастающая от лития к цезию, полностью коррелирует с ростом избыточного заряда атомов. В-третьих, падение твердости и, стало быть, и механической прочности этих элементов в металлическом состоянии обратно пропорционально росту отрицательного избыточного заряда атомов. Это связано с тем, что по мере роста отрицательного заряда растет и сила взаимного отталкивания между атомами, которую легко показать рассмотрев модуль Юнга этих металлов. Именно с большой силой взаимного отталкивания атомов связана и необыкновенно низкая для металлов плотность данной группы элементов. Так, например, такие металлы как литий, натрий и калий легче воды и плавают на ней как пробка. И еще одно свойство элементов этой подгруппы состоит в их самой высокой теплоемкости среди твердых тел (за исключением лития), что опять-таки связано с их большим избыточным зарядом атомов, обусловливающим им большую подвижность нулевого колебания (большая амплитуда нулевого колебания, *большая линейная скорость*, большой объем области частотного пребывания атома в пространстве элементарной ячейки). Высокую теплоемкость имеют также и радиоактивные элементы, насыщенные избыточными электронами. Выше, в § 15, был выведен коэффициент полярных напряжений для кристаллических структур (15.60), характеризующий механическую прочность структуры. Чем больше модуль этого коэффициента, тем выше значение модуля Юнга и наоборот. Говоря о щелочных металлах, еще не приступая к расчету, можно утверждать, что для них коэффициент полярных напряжений близок к единице (к примеру у золота $n_p = -26{,}65$).

Рассмотрим модуль Юнга для цезия, самого мягкого из металлов в твердом состоянии и самого перегруженного избыточным зарядом. Исходные экспериментальные данные для анализа следующее:

$C_l = 7{,}5$ кал·моль$^{-1}$·град$^{-1}$ [34, с. 153] – теплоемкость,

$P = 175$ кгс·мм$^{-2}$ = 1,7161637·10^9 Па [21, Т. 2] – модуль Юнга,

$\rho_1 = 1{,}88 \cdot 10^3$ кг·м$^{-3}$ [21, T.2]] – плотность цезия,

$T_1 = 300$ К.

Кристаллическая решетка цезия кубическая, объем элементарной ячейки и период решетки составляют V_1 и Q_1:

$$V_1 = \frac{m}{\rho_1} = \frac{2{,}2069872 \cdot 10^{-25}}{1{,}88 \cdot 10^3} = 1{,}1739293 \cdot 10^{-28} \text{ м}^3, \tag{23.46}$$

$$a_1 = \sqrt[3]{V_1} = \sqrt[3]{117{,}39293 \cdot 10^{-30}} = 4{,}8964423 \cdot 10^{-10} \text{ м}, \tag{23.47}$$

$$n_\lambda = n_e \cdot A_0 = 3 \cdot 133 = 399 \tag{23.48}$$

— число электронных полей,

$$k = c_1 / N_A = 5{,}214356 \cdot 10^{-23} \text{ Дж} \cdot \text{К}^{-1} \tag{23.49}$$

— теплоемкость атомная,

$$Q = (n_\lambda \cdot q_\lambda + q_{Cs}) = -1{,}8044242 \cdot 10^{-18} \text{ Кл} \tag{23.50}$$

— полный заряд отрицательных полей атома, где q_λ — заряд электронного луча; q_{Cs} — избыточный заряд атома;

$$E_1 = \alpha \cdot Z_\lambda \cdot Q = -3{,}9660685 \cdot 10^{-22} \text{ Дж} \tag{23.51}$$

— энергия взаимного сближения атома с окружением, где $Z_\lambda = -2{,}1125234.10^{-24}$ Кл — постоянная положительного поля атома;

$$E_2 = n_\lambda \alpha \cdot Z_\lambda^2 = 1{,}8526611 \cdot 10^{-25} \text{ Дж} \tag{23.52}$$

— энергия взаимного отталкивания с окружением; α — электродинамическая постоянная;

$$E_3 = k \cdot T_1 = 1{,}5643068 \cdot 10^{-20} \text{ Дж} \tag{23.53}$$

— механическая энергия, энергия нулевого колебания атома;
Примем, что ширина межглобулярного канала в структуре цезия меньше, чем у золота в 2 раза и тогда

$r_1 \approx 3 \cdot 10^{-11}$ м,

$$s_1 = a_1^2 = 2{,}3975147 \cdot 10^{-19} \text{ м}^2 \tag{23.54}$$

— площадь грани элементарной ячейки.
Из общего решения модуля Юнга для твердых тел (15.50) находим координационное число дальнего порядка атома цезия K_1:

$$K_1 = \frac{P \cdot V_1 \cdot s_1 \cdot r_1 - E_3 \cdot V_1}{s_1 \cdot 4\,(E_1 + E_2)} = \frac{-14{,}490493 \cdot 10^{-49} - 18{,}363855 \cdot 10^{-49}}{-2{,}8512796 \cdot 10^{-51}} =$$

$$= 1{,}1522667 \cdot 10^3; \tag{23.55}$$

$$P_1 = \frac{K_1 \cdot E_1}{V_1} = \frac{-4{,}5699686 \cdot 10^{-19}}{V_1} = -3{,}8928823 \cdot 10^{9} \text{ Па} \quad (23.56)$$

— напряжение гравитации атома;

$$P_2 = \frac{K_1 \cdot E_2}{V_1} = \frac{2{,}1347596 \cdot 10^{-22}}{V_1} = 1{,}8184737 \cdot 10^{6} \text{ Па} \quad (23.57)$$

— положительное напряжение атома в решетке;

$$P_3 = \frac{k \cdot T_1}{s_1 \cdot r_1} = \frac{15{,}643068 \cdot 10^{-21}}{7{,}1925441 \cdot 10^{-30}} = 2{,}1749005 \cdot 10^{9} \text{ Па} \quad (23.58)$$

— напряжение нулевого колебания атома;

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = -1{,}7161633 \cdot 10^{9} \text{ Па} \quad (23.59)$$

— баланс напряжений атома, модуль Юнга;

$$n_p = \frac{P_1}{(P_2 + P_3)} = \frac{-3{,}8928823}{2{,}176719} = -1{,}7884174 \quad (23.60)$$

— коэффициент полярных напряжений атома цезия в кристаллической решетке.

$$A_1 = (a_1 - r_1) = 4{,}5964423 \cdot 10^{-10} \text{ м} \quad (23.61)$$

— амплитуда нулевого колебания атома;

$$\Delta V_1 = \pi A_1^3/6 = 5{,}0846846 \cdot 10^{-29} \text{ м}^3 = 43{,}31338\% \ V_1 \quad (23.62)$$

— объем глобулы атома, объем пространства частотного пребывания атома;

$$\eta_1 = \frac{m \cdot f_1}{\pi A_1} = \frac{m_n A \cdot \psi_в \cdot T_1}{\pi \cdot A_1} = \frac{13{,}791394 \cdot 10^{-13}}{1{,}4440149 \cdot 10^{-9}} = 9{,}5507283 \cdot 10^{-4} \text{ Па} \cdot \text{с} \quad (23.63)$$

— динамическая вязкость цезия для $T_1 = 300$ К.

$$f_1 = \psi_в \cdot T_1 = 6{,}2489691 \cdot 10^{12} \text{ с}^{-1} \quad (23.64)$$

— частота нулевого колебания атома;

$$v_1 = 2A_1 \cdot f_1 = 5{,}744605 \cdot 10^{3} \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \quad (23.65)$$

— линейная скорость атома;

$$u_1 = \frac{k \cdot T_1}{m \cdot v_1} = \frac{1{,}5643068 \cdot 10^{-20}}{1{,}2678269 \cdot 10^{-21}} = 12{,}338488 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \quad (23.66)$$

— шаговая скорость атома в нулевом колебании;

$$\sin \alpha_1 = 2u_1/v_1 = 4{,}2956784 \cdot 10^{-3};$$

$$H_1 = A_1 \cdot \sin \alpha_1 = 1{,}9744837 \cdot 10^{-12} \text{ м} \qquad (23.67)$$

— линейный шаг нулевого колебания атома;

$$\alpha_1 = 0°15' \qquad (23.68)$$

— угловой шаг атома.

Результаты этого анализа действительно подтверждают вышесказанное и прежде всего — низкий коэффициент полярных напряжений цезия, свидетельствующий о малой механической прочности его кристаллической структуры. Во-вторых, они подтверждают высокую долю положительного напряжения, развиваемого очень динамичным атомом в нулевом колебании. Именно высокая кинетическая энергия атома при комнатной температуре держит кристаллическую структуру цезия на грани разрушения, на грани плавления. Достаточно очень небольшого притока внешней энергии, чтобы расплавить и без того расшатанную кристаллическую решетку ($T_{пл} = 301{,}75$ К).

Такова в основных чертах истинная картина о щелочных металлах, обладателях избыточного отрицательного заряда. Теперь же перейдем к рассмотрению элементов II периода, от лития до неона. Что можно утверждать априори об этом периоде? Прежде всего то, что от лития к фтору непременно должны возрастать положительный избыточный заряд атомов. Почему? Потому что фтор известен как наиболее реакционноспособный элемент среди неметаллов. Во-вторых цезий со фтором реагирует со взрывом или воспламенением, из чего следует, поскольку уже известно, что цезий электроотрицателен — фтор может быть только электроположительным. А коли так, электроположительны и все остальные галогены VII группы.

2. Элементы II периода.

1) Бериллий. Изотопов не содержит. $A = 9{,}01218$ а. е.; $A_0 = 9$ а. е. Хороший электропроводник. У 40% атомов состав электронов не нарушен, а у 60% атомов — один избыточный электрон, как у лития.

$$K_1 = \frac{m_n (A - A_0)}{m_э} = \frac{202{,}25742 \cdot 10^{-31}}{m_э} = 2{,}9501835 \cdot 10^6, \qquad (23.69)$$

$$Z = K_1 \cdot э = 5{,}8639744 \cdot 10^{21} \text{ Кл}$$

— избыточный заряд атомов с нормальным составом электронов.

$$K_2 = \frac{m_n (A - A_0) - m_e}{m_э} = \frac{193{,}21894 \cdot 10^{-31}}{m_э} = 2{,}8183457 \cdot 10^6, \qquad (23.70)$$

— избыточный заряд электроотрицательных атомов бериллия.

$$q = (l + K_2 \cdot э) = -1{,}54617 \cdot 10^{-19}\ Кл \qquad (23.71)$$

Заряд и валентность среднего атома составляет q_{Be} и w_{Be}:

$$q_{Be} = (4Z + 6q)/10 = -9{,}042611 \cdot 10^{-20}\ Кл, \qquad (23.72)$$

$$w_{Be} = q_{Be}/8{,}010946 \cdot 10^{-20} = -1{,}1287632. \qquad (23.73)$$

Характерны следующие реакции:

$$Be^+ + Be^- + O_2 = Be^- - O^+ + Be^+ - e - O^+, \qquad (23.74)$$

$$2Be^+ + Be^- + N_2 = Be^+ - e - N^+ - Be^- - N^+ - e - Be^+, \qquad (23.75)$$

где молекула N_2 содержит 2 электрона связи (Рис. 17). Электроотрицательный бериллий образует карбид:

$$2BeO + C^+ + 2C^- = Be^- - C^+ - Be^- + 2\,(C^- - O^+), \qquad (23.76)$$

Как видим в этой реакции электроны не участвуют. Несмотря на легкость и сходство с алюминием, бериллий высокопрочный, но хрупкий до $t = 200°$ С металл, что является следствием малой амплитуды колебания атомов.

2) Бор. Состоит из двух природных изотопов: ^{10}B (19,9%) и ^{11}B (80,1%). Полупроводник. Второй после углерода (алмаза) по твердости элемент, хрупкий до $t = 1800°$ С. Атомы бора обоих изотопов лишены одного структурного электрона при избытке электрино, а потому электроположительны.

а) ^{10}B, A = 10,0129 а. е.; $A_0 = 10$ а. е.

$$K_1 = \frac{m_n (A - A_0) + m_e}{m_э} = \frac{223{,}25201 \cdot 10^{-31}}{m_э} = 6{,}2564165 \cdot 10^6, \qquad (23.77)$$

$$Z_1 = (K_1 \cdot э - e) = 1{,}6669158 \cdot 10^{-19}\ Кл \qquad (23.78)$$

— избыточный заряд атома

б) ^{11}B, A = 11,0093 а. е.; $A_0 = 11$ а. е.

$$K_2 = \frac{m_n (A - A_0) + m_e}{m_э} = \frac{163{,}47149 \cdot 10^{-31}}{m_э} = 2{,}384441 \cdot 10^6, \qquad (23.79)$$

$$Z_2 = (K_2 \cdot э - e) = 1{,}6495838 \cdot 10^{-19}\ Кл \qquad (23.80)$$

— избыточный заряд атома ^{11}B.

Заряд и валентность среднего атома бора составляют Z_B и w_B:

$$Z_B = \frac{19{,}9 \cdot Z_1 + 80{,}1 \cdot Z_2}{100} = 1{,}6530328 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}, \tag{23.81}$$

$$w_B = Z_B / 8{,}010946 \cdot 10^{-20} = 2{,}0634676. \tag{23.82}$$

Поскольку кристаллический бор является полупроводником, а в периодической системе еще целый ряд элементов с полупроводниковыми свойствами, играющими важную роль в электронике, то целесообразно осветить физическую суть явления с позиций единой теории. Во-первых, из вышеизложенного по электродинамике следует, что материал, состоящий из атомов с избыточным положительным зарядом, как кристаллический бор и другие полупроводники, должны быть чистыми изоляторами. Полупроводники же при комнатной температуре ведут себя как изоляторы, а при нагреве становятся проводниками тока. Изюминка явления состоит в двух вещах: первое — электроположительные атомы полупроводников обладают электронами сопровождения; второе — в кристаллической структуре полупроводника электроны сопровождения всегда обращены внутрь кристалла. Это надо понимать так, что внешние атомы не могут быть ориентированы так чтобы электроны сопровождения были обращены во внешнее пространство. Собственно а чем отличается электрон сопровождения от избыточного электрона? Тем, что избыточный электрон исторически является частью атома, частью данного кусочка нейтронного тела, тогда как электрон сопровождения есть следствие захвата электроположительным атомом, это приобретенный электрон. Поэтому электрон сопровождения не встроен в структуру атома, как избыточный электрон, всегда занимая наружное положение в координатах атома. По своей сути — это электроны связи, без которых электроположительные атомы никогда бы не могли организоваться в кристаллическую структуру с дальним порядком.

Гиперчастотная особенность полупроводников состоит в том, что атомы их обладают малой амплитудой колебания и в комнатных условиях отрицательное поле электронов сопровождения не распространяется за пределы кристаллической структуры и полностью поглощены функцией межатомных связей. Но когда мы нагреваем полупроводник, амплитуда нулевого колебания возрастает пропорционально росту температуры и тогда мелькающие электронные поля выходят за пределы пространства кристалла и способны организовать вихревое движение электрино вокруг кристалла, т. е. полупроводник переходит в режим проводимости тока.

Конечно, у читателя есть право спросить меня, почему я так уверенно утверждаю о наличии электронов сопровождения у бора. Обратимся к фактам. Напомню, что два атома кислорода связаны в молекулу одним электроном связи. Бор химически малоактивен, хотя в природе встречается исключительно в химически связанном

виде. Реакция горения бора начинается при достижении $t = 700°$ С и завершается образованием триоксида бора:

$$4B + 3O_2 = 2B_2O_3. \qquad (23.83)$$

Допустим, что атомы бора не имеют электронов сопровождения. Тогда в левой части реакции есть только три электрона связи, поставляемые тремя молекулами кислорода. Стало быть, в правой части реакции на две молекулы триоксида приходится три электрона связи. Развернем триоксид:

$$B_2O_3 = O^+ - e - O^+ - e - O^+ \qquad (23.84)$$
$$\qquad\qquad\quad |\qquad\quad |$$
$$\qquad\qquad B^+ \qquad B^+$$

Это минимально возможное число электронов связи в триоксиде бора, но тогда на соединение пяти положительных атомов во второй молекуле остается лишь один электрон связи. Да и в данной форме триоксида, с двумя электронами связи, сумма положительных зарядов превосходит сумму отрицательных более чем в 2,5 раза. При таком дебалансе зарядов молекула не может иметь устойчивое состояние. Отсюда вывод: реальное число электронов связи в триоксиде бора не может быть меньше трех.

Возьмем вторую реакцию, реакцию получения бора восстановлением из триоксида магнием:

$$B_2O_3 + 3Mg = 2B + 3MgO. \qquad (23.85)$$

Оксид магния чисто ионная молекула и не содержит электрона связи. Тогда куда же делись минимум три электрона связи в левой части реакции, из триоксида бора? Они захвачены двумя атомами бора. И вот еще одна реакция, совершенно аналогичная:

$$2BBr_3 + 3H_2 = 2B + 6HBr. \qquad (23.86)$$

В каждой молекуле водорода по одному электрону связи, а в бромиде бора их три:

$$BBr_3 = Br^+ - e - B^+ - e - Br^+ \qquad (23.87)$$
$$\qquad\qquad\quad |$$
$$\qquad\qquad\quad e$$
$$\qquad\qquad\quad |$$
$$\qquad\qquad Br^+$$

Поэтому совершенно очевидно, что в левой части реакции (23.86) мы располагаем девятью электронами связи. В правой же шесть электронов связи идут на формирование шести молекул $HBr = (H^+ - e - Br^+)$, а три электрона — опять захвачены двумя атомами бора. И как тут не быть уверенным?

Таким образом, в среднем каждый атом бора располагает 1,5 электронами сопровождения или каждая пара атомов захватывает

три электрона связи при выделении бора в чистом виде. Учитывая это важное положение, мы можем рассмотреть еще несколько интересных реакций с участием бора:

$$2B + N_2 \xrightarrow{1000^\circ C} 2BN \qquad (23.88)$$

Поскольку N_2 является двухмостиковой молекулой, что будет показано ниже, то в левой части реакции участвуют пять электронов связи. Тогда две молекулы нитрида бора в правой части содержат столько же электронов связи и, стало быть, одна из них двухмостиковая, а вторая — трехмостиковая

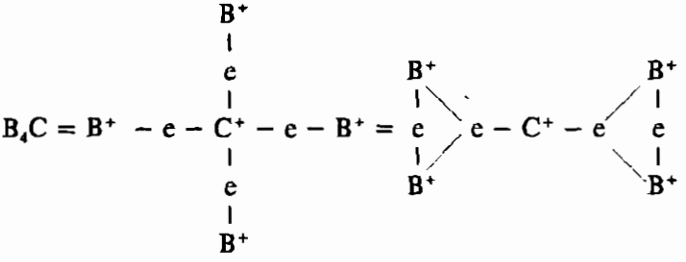
$$BN = B^+ \langle {e \atop e} \rangle N^+ \qquad (23.89)$$

$$(BN)' = B^+ \langle {e \atop e \atop e} \rangle N^+ = e - B^+ \langle {e \atop e} \rangle N^+ = e - B^+ - e - N^+ - e$$

(23.90)

$$2B_2O_3 + JC \xrightarrow{2500^\circ C} B_4C + 6CO\uparrow,$$

(23.92)



Как известно нитрид и карбид бора отличаются очень большой твердостью, близкой к алмазу.

3) Углерод. Содержит два природных изотопа: ^{12}C (98,90%) и ^{13}C (1,10%). Углерод возглавляет главную подгруппу IV группы периодической системы, куда входят еще кремний, германий, олово и свинец. Из них Si и Ge — типичные полупроводники, α — олово также полупроводник, свинец — типичный металл, хорошо проводящий ток, но его селениды и теллуриды — типичные полупроводники. А что же углерод? Одна из двух его аллотропических модификаций — графит является электропроводником, правда, уступающим алюминию примерно в 500 раз. Он же проявляет полупроводниковые свойства. Так, при $T_1 = 293$ K его электропроводность составляет $\sigma_1 = 7{,}7 \cdot 10^4$ См·м$^{-1}$, а при $T_2 = 873$ K элект-

ропроводность повышается до $\sigma_2 = 10{,}4 \cdot 10^4$ См·м$^{-1}$. Часть природных алмазов — полупроводники в широком диапазоне температур и давлений. Но самым типичным полупроводником является кремний, который при комнатной температуре примерно в 70 раз хуже чем графит проводит ток, но при высоких давлениях претерпевает структурную перестройку, приобретая обычную для типичных металлов электропроводность и переходя в состояние сверхпроводимости при $T = 6{,}7$ К. Совершенно очевидно, что столь радикальная перестройка кристаллической структуры кремния обусловлена наличием электронов сопровождения, которые придают атомам четко выраженную ориентацию в пространстве в зависимости от межатомных расстояний, которые изменяются при больших давлениях (до $P = 1{,}5 \cdot 10^{10}$ Па). Нет сомнения в том, что углерод, кремний и германий — это электроположительные элементы, обладающие электронами сопровождения. А олово и свинец, хотя и ведут себя как типичные металлы при комнатной температуре, обладающие избыточным электроном, своими полупроводниковыми свойствами дают основание полагать, что их избыточные электроны также имеют природу электронов сопровождения.

а) ^{12}C, $A = 12{,}0000$ а. е. и $A_0 = 12$ а. е. Дефект массы атома, обусловленный дефицитом одного электрона восполняется избытком электрино K_1, общая масса которых $\Delta m = K_1 \cdot m_э = m_e$.

$$K_1 = \Delta m / m_э = m_e / m_э = 1{,}318379 \cdot 10^5, \tag{23.93}$$

$$Z_1 = (K_1 \cdot э - e) = 1{,}6048096 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \tag{23.94}$$

— избыточный заряд атома ^{12}C,

б) ^{13}C, $A = 13{,}0034$ а. е.; $A_0 = 13$ а. е.

$$K_2 = \frac{m_n (A - A_0) + m_e}{m_э} = \frac{65{,}497867 \cdot 10^{-31}}{m_э} = 9{,}5537028 \cdot 10^5, \tag{23.95}$$

$$Z_2 = (K_2 \cdot э - e) = 1{,}5831997 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \tag{23.96}$$

— избыточный заряд атома ^{13}C,

$$Z_c = \frac{98{,}9 \cdot Z_1 + 1{,}1 \cdot Z_2}{100} = 1{,}6045717 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \tag{23.97}$$

— заряд среднего углерода;

$$w_c = Z_c / 8{,}010946 \cdot 10^{-20} = 2{,}002974 \tag{23.98}$$

— валентность углерода.

А теперь попытаемся установить число электронов сопровождения у среднего атома углерода по характерным реакциям:

$$C + O_2 = CO_2. \qquad (23.99)$$

Это хорошо изученная реакция, ни у кого не вызывающая сомнений, ибо до сих пор никого не интересовали электроны связи. Нам же без них не обойтись. В левой части реакции, в явном виде, только один электрон связи, поставляемый молекулой кислорода. Возникает вопрос: а может ли иметь устойчивость диоксид углерода, продукт этой реакции, обладая одним электроном связи на три положительных атома? Ответ — только отрицательный, ибо истинный состав диоксида включает в себя два электрона связи:

$$CO_2 = O^+ - e - C^+ - e - O^+. \qquad (23.100)$$

Стало быть, второй электрон связи предоставлен этой реакции атомом углерода. Аналогичная картина и в следующих реакциях:

$$C + (H_2O)^+ + (H_2O)^- = CO_2 + 2H_2, \qquad (23.101)$$

где две молекулы воды поставляют 3 e в левую часть реакции, а в продуктах правой части — 4 e (два в CO_2 и два электрона в двух молекулах H_2). И здесь четвертый электрон связи — это электрон сопровождения атома углерода.

$$2C + H_2 = C_2H_2 = H^+ - e - C^+ - e - C^+ - e - H^+ \qquad (23.102)$$

$$2C + N_2 = C_2N_2 = C^+ - e - N^+ \langle {}^{e}_{e} \rangle N^+ - e - C^+. \qquad (23.103)$$

В обеих реакциях каждый атом углерода располагает одним электроном сопровождения, хотя молекулу ацетилена и нитрид углерода как будто можно сократить на один электрон связи. Однако карбид кремния возражает против этого:

$$SiO_2 + 2C \xrightarrow{2500^\circ C} SiC + CO_2, \qquad (23.104)$$

$$SiC = Si^+ \langle {}^{e}_{e} \rangle C^+. \qquad (23.105)$$

Расчеты показывают, что высокая жаростойкость, стойкость против активных сред, высокая прочность и твердость карбида кремния возможны только при двухмостиковой связи. Стало быть, основой прочности соединения двух электроположительных атомов кремния и углерода являются их электроны сопровождения, по одному у каждого. И у атома германия также один электрон сопровождения:

$$Ge + O_2 = GeO_2 = O^+ - e - Ge^+ - e - O^+ \quad (\text{при } t = 700^\circ C) \qquad (23.106)$$

Таким образом, атомы углерода, кремния и германия, будучи электроположительными, но обладая электронами сопровождения, способны проявлять себя в химических реакциях как положительными, так и отрицательными ионами. Электроны сопровождения низводят электроположительность этих атомов почти до нейтрального состояния и именно поэтому они химически малоактивны и для того чтобы пошла та или иная реакция, необходима высокая температура, обусловливающая рост амплитуды колебания и пространственное перестроение атомов.

4) Азот. Состоит из двух природных изотопов: ^{14}N (99,634%) и ^{15}N(0,366%).

Все атомы обоих изотопов лишены одного структурного электрона при небольшом избытке электрино. Рассмотрим основной изотоп, атомная масса которого A = 14,0031 а. е., $A_0 = 14$ а. е.

$$K_э = \frac{M_a (A - A_0) + m_e}{m_э} = \frac{60{,}516157 \cdot 10^{-31}}{m_э} = 8{,}8270566 \cdot 10^5, \tag{23.107}$$

$$Z_N = (K_э \cdot э - e) = 1{,}6197344 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \tag{23.108}$$

— избыточный заряд атома;

$$w_N = Z_N / 8{,}010946 \cdot 10^{-20} = 2{,}0219015 \tag{23.109}$$

— валентность азота.

Два атома соединены в молекулу газообразного азота двумя электронными мостиками, образуя почти нейтральную и очень прочную структуру и потому химически инертную. Энергия атомизации этой молекулы составляет $E = 9{,}45 \cdot 10^5$ Дж·моль$^{-1}$ или $\varepsilon = E/N_A = -1{,}5692386 \cdot 10^{-18}$ Дж/N_2. Расстояние между силовыми центрами в молекуле составляет $r_{(N-N)}$:

$$r_{(N-N)} = 2\gamma \cdot \frac{e \cdot Z_N}{\varepsilon} = \frac{-1{,}8930874 \cdot 10^{-31}}{-1{,}5692386 \cdot 10^{-18}} = 1{,}2063732 \cdot 10^{-13} \text{ м}, \tag{23.110}$$

а прочность соединения атомов в молекуле $P_{(N-N)}$:

$$P_{(N-N)} = \frac{2\gamma \cdot e \cdot Z_N}{s_0 \cdot r^2_{(N-N)}} = \frac{-1{,}8930874 \cdot 10^{-31}}{1{,}8039977 \cdot 10^{-46}} = -1{,}0493845 \cdot 10^{15} \text{ Па} \tag{23.111}$$

Рассмотрим некоторые характерные реакции азота:

$$N_2 + O_2 = 2NO = N^+ - e - O^+ + e - N^+ - e - O^+, \tag{23.112}$$

первая молекула NO сильно положительная, способна к дальнейшим

взаимодействиям, тогда как вторая, двухмостиковая, почти нейтральна;

$$N_2+3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 = H^+ - e - N^+ - e\begin{matrix}H^+\\H^+\end{matrix} + H^+ - e - \overset{\overset{H^+}{|}\\e\\|}{N^+} - e - H^+ - \qquad (23.113)$$

— двух- и трехмостиковые молекулы аммиака.

$$3Mg + N_2 = Mg_3N_2 = Mg^- - N^+ \overset{e}{\underset{Mg^-}{\lessgtr}} N^+ - Mg^- , \qquad (23.114)$$

$$Mg_3N_2 + 6H_2O = 3Mg(OH)_2 + 2NH_3 =$$

$$= 3[H^+ - e - O^+ - Mg^- - O^+ - e - H^+] + 2NH_3, \qquad (23.115)$$

$$CaC_2 + N_2 = CaCN_2 + C = Ca^- - \overset{\overset{e-N^+}{|}}{C^+} - e - N^+ + C^+ \qquad (23.116)$$

$$3NO_2 + (H_2O)^- = 2\left[(H^+ - e -)^- - \overset{\overset{e-O^+}{|}\\|\\e-O^+}{N^+} - e - O^+\right] + N^+ - e - O^+, \qquad (23.117)$$

где $(H^+ — e)^-$ — отрицательный ион водорода, представляющий функциональную группу азотной кислоты. Функциональная группа щелочей, гидроксильная группа, едина для всех оснований и электроположительная, вопреки сложившемуся представлению:

$$(OH)^+ = (H^+ - e - O^+)^+, \qquad (23.118)$$

$$Z_{(OH)} = 3{,}80305 \cdot 10^{-21} \text{ Кл} \qquad (23.119)$$

— заряд гидроксильной группы.

Следующий элемент II периода — это кислород, который был рассмотрен в § 14.

5) Фтор. Изотопов не содержит, $A = 18{,}998403$ а. е., $A_0 = 19$ а. е. Самый реакционноспособный электроположительный элемент периодической системы реагирует со всеми остальными элементами от водорода до урана. Около 50% атомов фтора лишены одного структурного электрона, а остальные 50% имеют дефицит в два электрона.

Газообразный фтор при комнатной температуре зримо виден и имеет желтоватозеленый цвет, из чего следует, что он находится в парообразном состоянии. В свою очередь этот факт свидетельствует о том, что существуют два сорта молекул фтора — электроположительные и электроотрицательные, которые, соединяясь друг с другом, образуют суперосцилляторы F_n.

$$K_1 = \frac{m_n (A - A_0) + m_e}{m_э} = \frac{-17{,}480815 \cdot 10^{-31}}{m_э} = -2{,}5498007 \cdot 10^5, \tag{23.120}$$

$$Z_1 = (K_1 \cdot э - e) = 1{,}5971211 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \tag{23.121}$$

— избыточный заряд атомов с дефицитом одного электрона и K_1 электрино;

$$K_2 = \frac{m_n (A - A_0) + 2m_e}{m_э} = \frac{-8{,}442328 \cdot 10^{-31}}{m_э} = -1{,}2314216 \cdot 10^5, \tag{23.122}$$

$$Z_2 = (K_2 \cdot э - 2e) = 3{,}2019308 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \tag{23.123}$$

— избыточный заряд атомов с дефицитом одного электронов и K_2 электрино

$$Z_F = (Z_1 + Z_2)/2 = 2{,}3995259 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \tag{23.124}$$

— избыточный заряд среднего атома фтора

$$w_F = Z_F/8{,}010946 \cdot 10^{-20} = 2{,}995309 \tag{23.125}$$

—валентность среднего атома фтора.

Обозначив высокозарядный атом фтора через F′ получим два сорта молекул фтора:

$$F_2^+ = F < \overset{e}{e} > F, \tag{23.126}$$

избыточный заряд которой $Z_{F_2^+} = 1{,}5946735 \cdot 10^{-19}$ Кл;

$$F_2^- = F < \overset{e}{e} > F' - e \tag{23.127}$$

$$Z_{F_2^-} = -7{,}5157 \cdot 10^{-22} \text{ Кл}$$

Если на поверхность горячей воды направить струйку газообразного фтора, то вода горит. С водородом фтор взаимодействует всегда со взрывом. Суть этих реакций теперь становится понятной, ибо га-

зообразный фтор как никакое другое соединение насыщен электронами связи, легко переходящими в гиперчастотные генераторы.

$$H_2 + F_2^- = 2\,(H^+ - e - F^+ - e), \tag{23.128}$$

$$H_2 + F_2^+ = H - e - F + H - e - F - e, \tag{23.128}$$

$$(H_2O)^+ + F_2^+ = H - e - F + H - e - F - e + O^+, \tag{23.129}$$

$$(H_2O)^- + F_2^+ = H - e - F + H - e - F - e + O^+ - e, \tag{23.130}$$

$$2F_2^+ + 2NaOH = Na^- - F^+ - e + Na - F + (H_2O)^+ + e -$$
$$- F^+ - e - O^+ - e - F^+ - e, \tag{23.131}$$

$$F_2^+ + F_2^- + 2NaOH = Na - F - e + Na - F + (H_2O)^- + OF_2, \tag{23.132}$$

$$O_2 + F_2^+ \xrightarrow{e} O_2F_2 \tag{23.133}$$

— в условиях тлеющего разряда. Развернув этот фторид кислорода, получим:

$$O_2F_2 = O^+ - e - F^+ - e - F^+ - e - O^+, \tag{23.134}$$

$$O_2F_2 = O^+ - e - F\left\langle\begin{matrix} e \\ e \end{matrix}\right\rangle F - e - O^+. \tag{23.135}$$

Если судить о валентности фтора по его оксидам OF_2 и O_2F_2 на основе классического подхода, то валентность фтора (при валентности кислорода — 2) составляет +1. Если же взять другой оксид, O_4F_2, то его валентность оказывается +4. В то же время во всех справочниках мы найдем утверждение, что валентность фтора неизменно равна —1. И вся эта черезполосица — следствие неучета электронов связи как в молекулах фтора, так и в остальных соединениях. Рассмотрим еще формулу тетракислороддифторида:

$$O_4F_2 = \begin{matrix} O^+ - e \\ O^+ - e \end{matrix}\!\!>\!F^+ - e - F^+\!<\!\begin{matrix} e - O^+ \\ e - O^+ \end{matrix} \tag{23.136}$$

6) Неон. Содержит три природных изотопа, из которых на долю ^{20}Ne приходится 90,51%. Все изотопы — одноатомные газы, истинно благородны, ибо неизвестно ни одного химического соединения с их участием. Электронный состав атома не нарушен, $n = A_0 \cdot n_e =$

Таблица 6

Динамика избыточного заряда элементов II периода

Элемент	Избыточный заряд, Кл	Валентность
Li	$-8{,}8617997\cdot10^{-20}$	−1,1062113
Be	$-9{,}0424611\cdot10^{-20}$	−1,1287632
B	$1{,}6530328\cdot10^{-19}$	2,0634676
C	$1{,}6045717\cdot10^{-19}$	2,002974
N	$1{,}6197344\cdot10^{-19}$	2,0219015
O	$1{,}6019932\cdot10^{-19}$	1,9997553
F	$2{,}3995259\cdot10^{-19}$	2,995309
Ne	$-3{,}6589659\cdot10^{-21}$	−0,045674

= 60 электрона, где $A_0 = 20$ — атомнос число изотопа ^{20}Ne. A = = 19,9924 а. е.

$$K_э = \frac{m_n (A - A_0)}{m_э} = \frac{-126{,}20332\cdot10^{-31}}{m_э} = -1{,}840837\cdot10^{6}, \quad (23.137)$$

$$q_{Ne} = K_э \cdot э = -3{,}6589659\cdot10^{-21}\ \text{Кл} \quad (23.138)$$

— избыточный заряд атома неона;

$$w_{Ne} = q_{Ne}/8{,}010946\cdot10^{-20} = -0{,}0456745 \quad (23.139)$$

— валентность неона.

Уместно рассмотреть, хотя бы бегло, избыточные заряды остальных элементов главной подгруппы VIII группы:

$Z_{He} = 1{,}2517515\cdot10^{-21}$ Кл; $w_{He} = 0{,}0156255$;

$q_{Ar} = -1{,}8102253\cdot10^{-20}$ Кл; $w_{Ar} = -0{,}2259689$;

$q_{Kr} = -4{,}1203489\cdot10^{-20}$ Кл; $w_{Kr} = -0{,}5143398$;

$q_{Xe} = -4{,}5790567\cdot10^{-20}$ Кл; $w_{Xe} = -0{,}5716$;

$Z_{Rn} = 3{,}9670893\cdot10^{-20}$ Кл; $w_{Rn} = 0{,}495085$.

Как оказалось, не только у неона, но и у всех остальных благородных газов, каждый из которых замыкает период, нет нарушения электронного состава — в этом же состоит главная и единственная особенность элементов этой подгруппы VIII группы. Но электринный состав атома нарушен у всех благородных газов, примерно в такой же мере, как и у элементов остальных подгрупп. Лишь у криптона и ксенона избыточный заряд достигает той величины, когда они способны вступить в химическое взаимодействие

с самыми электроположительными элементами — кислородом и фтором. У остальных благородных газов модуль избыточного заряда слишком мал для взаимодействия даже с цезием или фтором.

Из таблицы 6 следует, что первые два элемента II периода — это переходные металлы, в которых сосуществуют полярные атомы. С бора начинаются неметаллы этого периода и совершенно очевидно, что главное их отличие от металлов — это их электроположительность. Достигнув предельного значения у элемента VII группы (у фтора) избыточный заряд скачком понижается на 2 порядка у элемента VIII группы (у неона). Каждый период начинается элементом сильно электроотрицательных (одним из щелочных металлов), электроотрицательность постепенно уменьшается и типичные металлы, ближе к концу периода, заменяются элементами — полупроводниками, а заканчивается период одним из галогенов — типичным неметаллом, одним из самых электроположительных элементов. Подгруппа же благородных газов играет роль некой разделительной межи между электроотрицательными и электроположительными членами системы.

В 1815 г. Проут высказал гипотезу, что все элементы образовались из водорода путем его конденсации. Эта идея вызвала большой отклик в научном мире не только XIX столетия, но и нашего века, вокруг которой сломано немало копий. Противники идеи совершенно справедливо ссылались на то обстоятельство, что если бы дело обстояло по Проуту, то атомные массы всех элементов непременно должны были иметь целочисленное значение. Ниже, в главе IX, будет показано, что элементы не есть продукт конденсации элементарного атома, а являются частью конечного продукта расщепления нейтронного ядра Земли на звездной стадии ее эволюции. Иными словами, атомы есть микрокусочки первичного нейтронного вещества, остатки фазового перехода высшего рода.

3. Алмаз и алмазоподобные соединения. Алмаз очень хорошо изученный кристалл, но который, тем не менее продолжает оставаться под перекрестным огнем кристаллофизиков и специалистов по структурной химии. Из ряда факторов, определяющих твердость алмаза, я хочу выделить такие, о которых алмазники не имеют ни малейшего представления, в силу узких рамок классической физики. Речь идет о сбалансированности электрических полей атома углерода в этом кристалле, координационном числе дальнего порядка и амплитуде нулевого колебания.

1) Алмаз.

Исходные данные для анализа:

$T_1 = 298$ K,

$\rho_1 = 3{,}514 \cdot 10^{-3}$ [34, с. 67] — пикнометрическая плотность алмаза,

$p_1 = -8{,}825985 \cdot 10^{11}$ Па [21, Т. 1, с. 47] — модуль Юнга алмаза,

$C = 1{,}462$ Кал $\cdot$ моль $^{-1} \cdot \mathrm{K}^{-1} = 6{,}1211016$ Дж $\cdot$ моль $^{-1} \cdot \mathrm{K}^{-1}$ [34, с. 150] — теплоемкость алмаза.

Прежде всего определим три составляющие модуля Юнга и коэффициент полярных напряжений атома в решетке алмаза, исходя из допущения, что все атомы в кристалле представлены изотопом ^{12}C и отсутствуют примесные атомы.

$$V_1 = \frac{m_n \cdot A_0}{\rho_1} = \frac{19{,}92684 \cdot 10^{-27}}{3{,}514 \cdot 10^3} = 5{,}6707 \cdot 10^{-30} \text{ м}^3 \tag{23.140}$$

— объем элементарной ячейки алмаза;

$$a_1 = \sqrt[3]{V_1} = 1{,}78325 \cdot 10^{-10} \text{ м} \tag{23.141}$$

— ребро элементарной ячейки.

По литературным данным период решетки алмаза $a_1' = 3{,}56676 \cdot 10^{-10}$ м [34, с. 49], из чего следует, что за элементарную ячейку кристаллофизики принимают большой куб с ребром $a_1' = 2a_1$, в котором размещены четыре атома углерода. Это ошибочный подход, о чем я уже говорил в § 15. Кроме того, отчетливо выраженная анизотропия алмаза неотразимо свидетельствует в пользу того, что кристаллическая структура алмаза не может иметь кубическую систему.

Поскольку у электроположительного атома углерода отсутствует один структурный электрон, то число электронных лучей составляет $n_\lambda = (A_0 n_e - 1) = 35$. Однако дефицит одного электронного луча с лихвой восполняется электроном сопровождения, половина заряда которого обращена во внешнее пространство.

$$Q = (n_\lambda \cdot q_\lambda + e/2) = -2{,}1755959 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} \tag{23.142}$$

— суммарный заряд отрицательных полей атома углерода, где $q_\lambda = -3{,}9271467 \cdot 10^{-21}$ Кл — заряд электронного луча.

$$Z = n_\lambda \cdot Z_\lambda = 7{,}3938319 \cdot 10^{-23} \text{ Кл} \tag{23.143}$$

— суммарный заряд положительных полей атома, взаимодействующих с электронными полями окружения, где $z_\lambda = 2{,}1125234 \cdot 10^{-24}$ Кл — постоянная положительного поля нейтрона.

$$E_1 = \alpha \cdot Q \cdot Z_\lambda = -4{,}7818923 \cdot 10^{-23} \text{ Дж} \tag{23.144}$$

— энергия гравитации атома углерода в алмазе, где α — электродинамическая постоянная;

$$E_2 = n_\lambda \cdot \alpha \cdot Z_\lambda^2 = 1{,}6251412 \cdot 10^{-26} \text{ Дж} \tag{23.145}$$

— энергия гравитации атома углерода в алмазе.

$$k = C/N_A = 1{,}0164517 \cdot 10^{-23} \text{ Дж} \cdot \mathrm{K}^{-1} \tag{23.146}$$

— атомная теплоемкость алмаза;

$$E_3 = k \cdot T_1 = 3{,}029026 \cdot 10^{-21}\ \text{Дж} \qquad (23.147)$$

— энергия нулевого колебания атома в алмазе.

Теперь для того чтобы определить координационное число дальнего порядка в структуре алмаза, нам необходимо знать ширину межглобулярного канала r. Прямых данных по этому параметру для алмаза нет и не скоро будет. Но есть выход на предельное решение, вытекающий из того факта, что твердость обратно пропорциональна амплитуде колебания структурного элемента кристаллической решетки. Уменьшение же амплитуды колебания ведет к изменению соотношения между линейной и шаговой скоростями осциллятора, т. е. к росту углового шага. Поэтому при условии $A \to 0$, $\sin \alpha \to 1$. Поскольку алмаз обладает предельной на сегодня твердостью и минимальной теплоемкостью, то мы вправе допустить для атомов углерода в его составе шаговый угол $\alpha = 90°$ и $\sin \alpha = 1$. Тогда интересующие нас гиперчастотные параметры легко определяются, с учетом $\sin \alpha = 2u/v$ (16.52), из системы двух уравнений для энергии нулевого колебания атомов углерода ε_1:

$$\left.\begin{aligned} \varepsilon_1 &= k \cdot T_1 \\ \varepsilon_1 &= m v_1 u_1 = m v_1^2/2 \end{aligned}\right\} \qquad (23.148)$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2kT_1}{m}} = \sqrt{\frac{6{,}058052 \cdot 10^{-21}}{1{,}992684 \cdot 10^{-26}}} = 5{,}5137526 \cdot 10^2\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1}; \qquad (23.149)$$

$$u_1 = v_1/2 = 2{,}7568763 \cdot 10^2\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1}; \qquad (23.150)$$

$$A_1 = v_1/2f_1 = \frac{5{,}5137526 \cdot 10^2}{1{,}2414618 \cdot 10^{13}} = 4{,}4413389 \cdot 10^{-11}\ \text{м}; \qquad (23.151)$$

$$\Delta V_1 = \pi A_1^3/6 = 4{,}5871225 \cdot 10^{-32}\ \text{м}^3 = 0{,}8089164\%\ \text{от}\ V_1 \qquad (23.152)$$

— объем глобулы атома, объем области частотного пребывания атома углерода в структуре алмаза;

$$r_1 = a_1 - A_1 = 1{,}3391162 \cdot 10^{-10}\ \text{м} \qquad (23.153)$$

— ширина межглобулярного канала в решетке алмаза;

$$S_1 = a_1^2 = 3{,}1799805 \cdot 10^{-20}\ \text{м}^2$$

— площадь грани элементарной ячейки, принимаемой за куб.

Теперь мы располагаем всеми данными для определения координационного числа дальнего порядка К в структуре алмаза из соотношения (15.54):

$$K_1 = \frac{P \cdot V_1 S_1 r_1 - E_3 \cdot V_1}{S_1 \cdot r_1 (E_1 + E_2)} = \frac{-2131{,}2901 \cdot 10^{-50} - 1{,}7177 \cdot 10^{-50}}{-2{,}0356114 \cdot 10^{-52}} =$$

$$= 1{,}0478462 \cdot 10^5; \qquad (23.155)$$

$$P_1 = \frac{K_1 \cdot E_1}{V_1} = \frac{-50{,}106876 \cdot 10^{-19}}{5{,}6707\ 10^{-30}} = -8{,}8361006 \cdot 10^{11}\ \text{Па} - \qquad (23.156)$$

— гравитационное напряжение атома углерода в решетке алмаза, напряжение взаимного притяжения каждого из K_1 атомов.

$$P_2 = \frac{K_1 \cdot E_2}{V_1} = \frac{17{,}02898 \cdot 10^{-22}}{V_1} = 3{,}0029767 \cdot 10^8\ \text{Па} \qquad (23.157)$$

— напряжение взаимного отталкивания каждого из К атомов углерода в структуре алмаза;

$$P_3 = \frac{k \cdot T_1}{S_1 \cdot r_1} = \frac{30{,}29026 \cdot 10^{-22}}{4{,}2583634 \cdot 10^{-30}} = 7{,}1131223 \cdot 10^8\ \text{Па} \qquad (23.158)$$

— механическое напряжение атома, напряжение нулевого колебания.

$$\text{Контроль } P = P_1 + P_2 + P_3 = -8{,}8259846 \cdot 10^{11}\ \text{Па} \qquad (23.159)$$

$$n_p = \frac{P_1}{(P_2 + P_3)} = \frac{-8{,}8361006 \cdot 10^{11}}{1{,}0116099 \cdot 10^9} = -873{,}46917 \qquad (23.160)$$

— коэффициент полярных напряжений атома углерода в решетке алмаза.

Прежде чем делать выводы из полученных результатов полезно сравнить гиперчастотную картину решетки алмаза с другой, хорошо изученной решеткой. Такой структурой, по которой мы имеем абсолютно достоверную картину, благодаря электронной фотографии Х. Хасимото, является решетка золота.

Что же следует из сравнения данных табл. 7? Во-первых, объем элементарной ячейки золота превосходит таковой алмаза почти в 3 раза, но зато по объему глобулы это превосходство достигает 77,85 раз. В то же время по значению линейного и углового шагов атомы алмаза превосходят соответственно в 16,49 и 110,2 раза. Из этих фактов следует, что *при одной и той же частоте колебания* сам характер колебания атомов углерода качественно отличается от атомов золота. Если у золота колебание осциллятора в координатах большой глобулы происходит в типичном возвратно-поступательном режиме, при этом атом золота в каждом периоде проходит либо через геометрический центр глобулы, либо вблизи него, то атомы углерода никогда не проходят через геометрический центр

Таблица 7

Гиперчастотные параметры золота и алмаза

Параметр	Золото	Алмаз
Объем элементарной ячейки, $м^3$	$16{,}9382 \cdot 10^{-30}$	$5{,}6707 \cdot 10^{-30}$
Объем глобулы, $м^3$	$357{,}10566 \cdot 10^{-32}$	$4{,}5871225 \cdot 10^{-32}$
Межатомное расстояние, м	$2{,}6066823 \cdot 10^{-10}$	$1{,}78325 \cdot 10^{-10}$
Амплитуда колебания атома, м	$18{,}964121 \cdot 10^{-11}$	$4{,}4413389 \cdot 10^{-11}$
Ширина межглобулярного канала, м	$0{,}6035879 \cdot 10^{-10}$	$1{,}3391162 \cdot 10^{-10}$
Линейная скорость атома, $м \cdot с^{-1}$	$23{,}166099 \cdot 10^2$	$5{,}5137526 \cdot 10^2$
Шаговая скорость атома, $м \cdot с^{-1}$	16,450545	$2{,}7568763 \cdot 10^2$
Линейный шаг атома, м	$2{,}6933332 \cdot 10^{-12}$	$44{,}413389 \cdot 10^{-12}$
Угловой шаг атома, град	0°49'	90°
Атомная теплоемкость, $Дж \cdot К^{-1}$	$4{,}2519965 \cdot 10^{-23}$	$1{,}0164517 \cdot 10^{-23}$
Координационное число дальнего порядка	3004, 8302	104784,62
Коэффициент полярных напряжений	−26,651795	−873,46917
Модуль Юнга, Па	$-7{,}9 \cdot 10^{10}$	$-88{,}25985 \cdot 10^{10}$
Микротвердость, Па	$6{,}6 \cdot 10^8$	$882 \cdot 10^8$

глобулы. Они большими шагами, равными амплитуде колебания, перемещаются вдоль сферической границы маленькой глобулы. Поэтому правильнее говорить, что у атомов алмаза отсутствует возвратно-поступательное колебание, ибо им свойственно шаговое *перемещение вдоль сферической поверхности* радиуса $R_1 = A_1/2$. Чем обусловлена эта форма движения? Прежде всего очень большим координационным числом дальнего порядка. Ведь пробный атом углерода в алмазе находится в состоянии взаимодействия одновременно с 104784 атомами окружения. Это взаимодействие охватывает большой куб с ребром $A = a_i \cdot \sqrt[3]{K_i} = 8{,}4070714 \cdot 10^{-9}$ м, где вдоль каждой из трех главных осей размещено по 47 атомов. Другим очень важным фактором является отсутствие избыточного электрона в составе атомов алмаза. Именно благодаря сбалансированности зарядов, в сочетании с большим координационным числом, коэффициент *полярных напряжений алмаза достигает столь большого* значения, можно сказать — рекордного значения. Ведь наличие значительного избыточного заряда в структурных элементах, независимо от его знака, неминуемо ведет к увеличению положительных напряжений в решетке и, стало быть, к падению коэффициента полярных напряжений и прочности структуры. Вот почему сверхпрочные и сверхтвердые материалы возможны только на атомах и

молекулах с хорошо сбалансированными зарядами и прежде всего на электроположительных атомах с электронами сопровождения.

Во-вторых, у всякой элементарной ячейки имеется динамическая составляющая $a_i^2 \cdot r_i$, где a_i^2 — площадь грани, r_i — ширина межглобулярного канала. Для любого твердого тела, при условии $T \to \infty$, $a_i^2 \cdot r_i \to 0$. Совершенно однозначно, рост амплитуды колебания ведет к сокращению $r_i = (a_i - A_i)$ и динамического объема элементарной ячейки и, стало быть, к росту P_3 — механического напряжения решетки и падению коэффициента полярных напряжений — главного показателя прочности структуры. У алмаза очень широкий межглобулярный канал при малой и очень стабильной амплитуде колебания. В пользу очень медленного роста амплитуды колебания, при росте T, свидетельствует тот факт, что алмаз обладает наименьшим коэффициентом температурного линейного расширения среди твердых тел и очень высокой тройной точкой T = 4100 K (графит ⇄ алмаз ⇄ расплав).

В-третьих, алмаз является обладателем наименьшей теплоемкости среди твердых тел. В этом он уступает золоту более чем в 4 раза, что опять-таки связано с малой амплитудой колебания и малой массой атома.

В-четвертых, алмаз обладает наименьшим межатомным расстоянием среди кристаллических тел. Оно у алмаза меньше чем у бора в 1,1075 раз и меньше, чем у бериллия в 1,132 раза. Если бы межатомное расстояние золота сократить до межатомного расстояния алмаза, то кубический сантиметр золота имел бы вес не 19,3 грамма, а 58 граммов. Малое межатомное расстояние алмаза есть следствие большого координационного числа дальнего порядка и рекордного коэффициента полярных напряжений. Рекордно малое межатомное расстояние алмаза обусловливает и рекордно малый объем элементарной ячейки, что в свою очередь, приводит к рекордной объемной концентрации энергии, что выражается рекордным модулем упругости и рекордной твердостью алмаза.

Таким образом, мы видим, важнейшие свойства алмаза обусловлены многими факторами фундаментального характера, рассмотренными здесь лишь бегло. Поэтому мне хочется сказать специалистам по алмазу, которые с конца 50-х годов ломают головы над примесными атомами азота в кристаллах алмаза, что даже если не будет ни одного атома азота в кристалле, от этого данный кристалл не перестанет быть алмазом.

2) Нитрид бора, эльбор, BN.

Исходные данные для анализа:

$T_1 = 293$ K,

$\rho_1 = 3{,}465 \cdot 10^3$ кг·м$^{-3}$ — плотность кубического нитрида бора,

$P = -8{,}5 \cdot 10^4$ кг·с·мм$^{-2}$ $= 8{,}3356526 \cdot 10^{11}$ Па — модуль Юнга,

$C_p = 0{,}13$ кал/г·К $= 5{,}44284 \cdot 10^2$ Дж/кг·К — удельная теплоемкость,

$k = C_p \cdot m = 2{,}2430775 \cdot 10^{-23}$ Дж·К$^{-1}$ — атомная теплоемкость эльбора,

$m = 24{,}8177$ а. е. $\cdot m_n = 4{,}1211528 \cdot 10^{-26}$ кг — масса молекулы *BN*.

В литературе нет данных по теплоемкости эльбора, поэтому мною взято приближенное значение из сравнения теплоемкости алмазоподобных материалов и алмаза [21, Т. 1, с. 15]. Кстати, в этой статье для модуля Юнга алмаза приводится значение, превосходящее принятое мною выше к расчету значение, на 10—16%.

Эльбор уступает алмазу по твердости ($n = H_{алм.}/H_{эльб.} = 1{,}081$), но превосходит его по теплостойкости в $n_1 = 1200/850 = 1{,}41176$ раз, что делает его превосходным абразивным материалом. Выше было показано, что существуют двухмостиковый и трехмостиковый нитриды бора, из чего следует, что в среднем на каждую молекулу BN приходится 2,5 электрона связи, которые обусловливают молекуле некоторый избыточный заряд отрицательного знака:

$$Q_{BN} = Z_B + Z_N + 2{,}5 \cdot e = -7{,}327058 \cdot 10^{-20} \text{ Кл}. \qquad (23.161)$$

Вполне корректно допустить, что кубический нитрид бора, обладающий наибольшей плотностью и твердостью среди трех его модификаций, состоит из двухмостиковых молекул. В этом случае избыток заряда молекулы составит небольшую положительную величину z_{BN}:

$$Z_{BN} = Z_B + Z_N + 2e = 6{,}83888 \cdot 10^{-21} \text{ Кл}. \qquad (23.162)$$

Однако примем к расчету гиперчастотных параметров нитрид бора, содержащий в кристалле ровное количество молекул обоих сортов. Поскольку атомное число бора равно 11, азота — 14, а дефицит по одному структурному электрону восполняется электронами сопровождения, то число электронных полей молекулы можно принять ненарушенным:

$$n_\lambda = (A_B + A_N) \cdot n_e = 75, \qquad (23.163)$$

$$Q = (n_\lambda \cdot q_\lambda + Q_{BN}) = -3{,}6780658 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} - \qquad (23.164)$$

— суммарный заряд электронных полей молекулы;

$$Z = n_\lambda \cdot z_\lambda = 1{,}5843925 \cdot 10^{-22} \text{ Кл} \qquad (23.165)$$

— суммарный заряд положительных полей взаимодействия с зарядом Q;

$$E_1 = \alpha \cdot Q \cdot Z_\lambda = -8{,}0842747 \cdot 10^{-23}\ \text{Дж}; \quad (23.166б)$$

$$E_2 = \alpha \cdot Z \cdot Z_\lambda = 3{,}4824456 \cdot 10^{-26}\ \text{Дж}; \quad (23.167)$$

$$E_3 = k \cdot \mathrm{T}_1 = 6{,}572217 \cdot 10^{-21}\ \text{Дж}. \quad (23.168)$$

Как и в случае с алмазом, примем $\sin\alpha = 1$, тогда

$$v_1 = \sqrt{2k\mathrm{T}_1/m} = \sqrt{15{,}94752 \cdot 10^4} = 3{,}9934346 \cdot 10^2\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1}; \quad (23.168а)$$

$$u_1 = v_1/2 = 1{,}9967173 \cdot 10^2\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1}; \quad (23.168б)$$

$$A_1 = \frac{v_1}{2\psi_* \cdot \mathrm{T}_1} = \frac{v_1}{1{,}2206319 \cdot 10^{13}} = 3{,}2716125 \cdot 10^{-11}\ \text{м} - \quad (23.169)$$

— амплитуда колебания молекулы BN;

$$\Delta V_1 = \pi A_1^3/6 = 1{,}8335136 \cdot 10^{-32}\ \text{м}^3 \quad (23.170)$$

— объем глобулы,

$$v_1 = \frac{m}{\rho_1} = \frac{4{,}1211528 \cdot 10^{-26}}{3{,}465 \cdot 10^3} = 1{,}1893658 \cdot 10^{-29}\ \text{м}^3 \quad (23.171)$$

— объем элементарной ячейки;

$$a_1 = \sqrt[3]{v_1} = \sqrt{11{,}893658 \cdot 10^{-30}} = 2{,}2826456 \cdot 10^{-10}\ \text{м} \quad (23.172)$$

— длина ребра элементарной ячейки, равная межатомному расстоянию,

$$r_1 = (a_1 - A_1) = 1{,}9554843 \cdot 10^{-10}\ \text{м} \quad (23.173)$$

— ширина межглобулярного канала,

$$\mathrm{B} = a_1^2 \cdot r_1 = 1{,}0188994 \cdot 10^{-29}\ \text{м}^3 \quad (23.174)$$

— динамическая составляющая объема элементарной ячейки;

$$\mathrm{K}_1 = \frac{P \cdot V_1 \cdot \mathrm{B} - E_3 \cdot V_1}{\mathrm{B} \cdot (E_1 + E_2)} = \frac{-10{,}101511 \cdot 10^{-47} - 7{,}8167701 \cdot 10^{-5}}{-8{,}2335755 \cdot 10^{-52}} =$$

$$= 1{,}2278173 \cdot 10^5 \quad (23.175)$$

— координационное число дальнего порядка;

$$P_1 = \frac{\mathrm{K}_1 \cdot E_1}{V_1} = \frac{-9{,}9260123 \cdot 10^{-18}}{1{,}1893568 \cdot 10^{-29}} = -8{,}3456976 \cdot 10^{11}\ \text{Па}; \quad (23.176)$$

$$P_2 = \frac{\mathrm{K}_1 \cdot E_2}{V_1} = \frac{4{,}2758069 \cdot 10^{-21}}{V_1} = 3{,}5950309 \cdot 10^8\ \text{Па}; \quad (23.177)$$

$$P_3 = \frac{k \cdot T_1}{B} = \frac{6{,}572217 \cdot 10^{-21}}{1{,}0188994 \cdot 10^{-29}} = 6{,}45031 \cdot 10^{8} \text{ Па}; \quad (23.178)$$

Контроль: $P = p_1 + p_2 + p_3 = -8{,}3356523 \cdot 10^{11}$ Па; (23.179)

$$n_p = \frac{P_1}{(P_2 + P_3)} = \frac{P_1}{1{,}004534 \cdot 10^{9}} = -830{,}80289 - \quad (23.180)$$

— коэффициент полярных напряжений молекулы в решетке эльбора.

Если сравнить полученные результаты по эльбору с аналогичными по алмазу, то нельзя не отметить их большое сходство. Объем элементарной ячейки эльбора превосходит таковой алмаза более чем в 2 раза, но зато и суммарная энергия гравитации $E = K_1 E_1$ у молекулы BN больше чем у атома углерода в алмазе в 1,98 раз, что в итоге обусловливает для эльбора почти такую же объемную концентрацию энергии взаимного сближения элементов решетки, как и у алмаза. Координационное число дальнего порядка в кристалле эльбора больше, чем у алмаза, но большее межатомное расстояние не позволяет эльбору перекрыть рекордный коэффициент полярных напряжений алмаза. При анализе структуры алмаза мы уже отмечали большую роль ширины межглобулярного канала в вопросе термостойкости кристалла. При сравнении алмаза с Эльбором по данному признаку эта роль особенно наглядна. Так, во сколько раз эльбор превосходит алмаз по теплостойкости ($n_1 = 1{,}41176$), почти ровно во столько же раз ширина межглобулярного канала эльбора превосходит таковую алмаза ($n_r = r_э/r_а = 1{,}4602797$). Амплитуда колебания молекулы BN еще меньше, чем у атома углерода в алмазе, меньше и общая подвижность ($v_1 u_1$), но атомная теплоемкость эльбора тем не менее выше за счет большей массы молекулы BN.

Из остальных алмазоподобных кристаллов рассмотрим электрокорунд, интересный тем, что в его основе — электроотрицательные атомы алюминия.

3) Электрокорунд, Al_3O_3.

Исходные данные для анализа:

$T_1 = 293{,}15$ K,

$\rho_1 = 3{,}99 \cdot 10^{3}$ кг·м$^{-3}$,

$P = -3{,}8049802 \cdot 10^{11}$ Па,

$C_p = 0{,}18$ кал/г·К $= 0{,}753624$ Дж·г$^{-1}$·К$^{-1}$ =

$= 7{,}53624 \cdot 10^{2}$ Дж·кг$^{-1}$·К$^{-1}$,

$m = A \cdot m_n = (2A_{Al} + 3A_0) \cdot m_n = 101{,}96129 \cdot m_n =$

$= 1{,}6931385 \cdot 10^{-25}$ кг,

$k = C_p \cdot m = 1{,}2759898 \cdot 10^{-22}$ Дж·К$^{-1}$.

Избыточный заряд атома алюминия составляет $q_{Al} = -1{,}688443 \cdot 10^{-19}$ Кл. Из реакции горения алюминия следует, что образуется равное число двух- и одномостиковых молекул оксида алюминия, т. е. в средней молекуле Al_2O_3 имеется 1,5 е связи. Поэтому избыточный заряд структурного элемента корунда составляет $q_{Al_2O_3}$:

$$q_{Al_2O_3} = 2q_{Al} + 3Z_O + 1{,}5 \cdot e = -9{,}741902 \cdot 10^{-20} \text{ Кл}; \quad (23.181)$$

$$n_\lambda = [2A_{Al} \cdot n_e + 3\,(A_O - 1) \cdot n_e] = 297 \quad (23.182)$$

— число электронных полей оксида алюминия;

$$Q = n_\lambda \cdot q_\lambda + q_{Al_2O_3} = 1{,}2637815 \cdot 10^{-18} \text{ Кл}; \quad (23.183)$$

$$Z = n_\lambda \cdot Z_\lambda = 6{,}2741944 \cdot 10^{-22} \text{ Кл}; \quad (23.184)$$

$$E_1 = \alpha \cdot Q \cdot Z_\lambda = -2{,}7777525 \cdot 10^{-22} \text{ Дж}; \quad (23.185)$$

$$E_2 = \alpha \cdot Z \cdot Z_\lambda = 1{,}3790484 \cdot 10^{-25} \text{ Дж}; \quad (23.186)$$

$$E_3 = k \cdot T_1 = 3{,}740564 \cdot 10^{-20} \text{ Дж}; \quad (23.187)$$

$$V_1 = \frac{m}{\rho_1} = \frac{16{,}931385 \cdot 10^{-26}}{3{,}99 \cdot 10^3} = 4{,}2434548 \cdot 10^{-29} \text{ м}^3; \quad (23.188)$$

$$a_1 = \sqrt[3]{V_1} = \sqrt[3]{42{,}434548 \cdot 10^{-30}} = 3{,}4879737 \cdot 10^{-10} \text{ м}; \quad (23.189)$$

И опять мы вынуждены допускать, что $\sin I = 1$:

$$v_1 = \sqrt{2kT_1/m} = \sqrt{44{,}184974 \cdot 10^4} = 6{,}6471778 \cdot 10^2 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}; \quad (23.190)$$

$$u_1 = v_1/2 = 3{,}3235889 \cdot 10^2 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \quad (23.191)$$

$$A_1 = \frac{v_1}{2\psi_e \cdot T_1} = \frac{v_1}{1{,}2212568 \cdot 10^{13}} = 5{,}4428993 \cdot 10^{-11} \text{ м}; \quad (23.192)$$

$$\Delta V_1 = \pi A_1^3/6 = 8{,}4428578 \cdot 10^{-32} \text{ м}^3; \quad (23.193)$$

$$r_1 = (a_1 - A_1) = 2{,}9436838 \cdot 10^{-10} \text{ м}; \quad (23.194)$$

$$B = a_1^2 \cdot r_1 = 3{,}5812739 \cdot 10^{-29} \text{ м}^3; \quad (23.195)$$

$$K_1 = \frac{P \cdot V_1 \cdot B - E_3 V_1}{B \cdot (E_1 + E_2)} = \frac{-57{,}824183 \cdot 10^{-47} - 1{,}5872914 \cdot 10^{-48}}{-9{,}9429539 \cdot 10^{-51}} =$$

$$= 5{,}8315579 \cdot 10^{4} \qquad (23.196)$$

— координационное число дальнего порядка в кристалле корунда;

$$P_1 = K_1 \cdot E_1 / V_1 = -3{,}8173197 \cdot 10^{11}\ \text{Па}; \qquad (23.197)$$

$$P_2 = K_1 \cdot E_2 / V_1 = 1{,}895154 \cdot 10^{8}\ \text{Па}; \qquad (23.198)$$

$$P_3 = k \cdot T_1 / B = 1{,}0444786 \cdot 10^{9}\ \text{Па}. \qquad (23.199)$$

Контроль: $P = P_1 + P_2 + P_3 = -3{,}8049798 \cdot 10^{11}$ Па; (23.200)

$$n_p = \frac{P_1}{(P_2 + P_3)} = \frac{P_1}{1{,}233994 \cdot 10^{9}} = -309{,}34669 \qquad (23.201)$$

— коэффициент полярных напряжений в корунде.

Из этого анализа следует, что гиперчастотные параметры корунда существенно отличаются от таковых алмаза и эльбора. Во-первых, прослеживается четкая корреляция между ростом массы осциллятора и ростом атомной теплоемкости кристалла:

$$\left.\begin{aligned} m_c : m_{BN} : m_{Al_2O_3} &= 1 : 2{,}0681416 : 8{,}4967736, \\ k_a : k_э : k_к &= 1 : 2{,}2067723 : 12{,}553373 \end{aligned}\right| \qquad (23.202)$$

где $K_а$, $K_э$ и $K_к$ — атомные теплоемкости алмаза, эльбора и корунда соответственно. Но полного соответствия между ростом массы осцилляторов и энергией их нулевого колебания нет, ибо у корунда энергия осциллятора в 1,5 раза больше ожидаемого значения. Почему? Потому что структурные элементы корунда обладают более чем в 1,5 раза большей подвижностью, обусловленной избыточным зарядом молекулы Al_2O_3. У атома углерода в алмазе избыточный заряд пренебрежимо мал, ибо составляет $\Delta z = (Z_c + e) = 2{,}6204 \cdot 10^{-22}$ Кл. У молекул нитрида бора и корунда избыточный заряд существенен, формируя дополнительную энергию взаимного отталкивания ΔE_i:

$$\Delta E_э = \alpha \cdot q_{BN}^2 = 5{,}5857217 \cdot 10^{-19}\ \text{Дж}, \qquad (23.203)$$

$$\Delta E_К = \alpha \cdot q_{Al_2O_3}^2 = 9{,}8743281 \cdot 10^{-19}\ \text{Дж}. \qquad (23.204)$$

И если теперь учесть, что эта дополнительная электродинамическая

энергия трансформируется в кинетическую энергию осцилляторов через силу ΔF, то получим:

$$\Delta F_э = \frac{\Delta E_э}{a_{1э}} = \frac{5{,}5857217 \cdot 10^{-19}}{2{,}2826456 \cdot 10^{-10}} = 2{,}4470385 \cdot 10^{-29}\ \text{Н}, \qquad (23.205)$$

$$\Delta F_К = \frac{\Delta E_К}{a_{1К}} = \frac{9{,}8743281 \cdot 10^{-19}}{3{,}4879737 \cdot 10^{-10}} = 2{,}830964 \cdot 10^{-29}\ \text{Н}, \qquad (23.206)$$

где индекс «э» относится к эльбору, «к» — к корунду.
И поскольку дополнительная сила обращается в энергию сложного движения в трехмерном пространстве глобулы, то конечное отношение этих сил определится соотношением их кубов:

$$n_F = \Delta F_К^3 / \Delta F_э^3 = 1{,}54839. \qquad (23.207)$$

Введя этот коэффициент в (23.202), получим пропорциональный ряд для атомных теплоемкостей, практически совпадающий с пропорциональным рядом масс осцилляторов:

$$K_а : K_э : K_К = 1 : 2{,}2067723 : 8{,}1073715 \qquad (23.208)$$

Таким образом, избыточный заряд в структурных элементах корунда ведет к значительному росту энергии нулевого колебания, росту механического напряжения решетки и падению коэффициента полярных напряжений. Фактором, сдерживающим отрицательное влияние избыточного заряда на прочность структуры кристалла, является координационное число дальнего порядка, ибо чем оно больше, тем меньше амплитуда и энергия нулевого колебания структурных элементов. Значение же координационного числа во многом зависит от распределения избыточного заряда в координатах структурного элемента кристалла: чем равномернее распределен этот заряд, тем больше координационное число и наоборот. Подтверждением такому заключению служат пропорциональные ряды подвижности и координационного числа K_{ui}:

$$(v_i u_i)_а : (v_i u_i)_э : (v_i u_i)_К = 1{,}90634 : 1 : 2{,}77065, \qquad (23.209)$$

$$K_{1а} : K_{1э} : K_{1К} = 1{,}79685 : 2{,}1055 : 1$$

Как явствует из этих рядов, корреляция между подвижностью структурного элемента и его координационным числом — обратная. Минимальной подвижности элементов эльбора соответствует максимальное координационное число, а максимальной подвижности элементов корунда — минимальное координационное число.

Из анализа гиперчастотных свойств алмаза, эльбора и электрокорунда следует, что на пути синтеза сверхтвердых материалов необходимо исходить из двух важных положений:

а) Минимум избыточного заряда в структурном элементе (порядка $10^{-21} — 10^{-22}$ Кл);

б) Минимум массы структурного элемента.

Например, если бы вместо громоздкой молекулы Al_2O_3 с 1,5 электронами связи иметь ионный монооксид AlO, без электрона связи, то кристалл на его основе мог бы обладать хорошими достоинствами. Или, если бы у элементарного чистого бора удалось отнять часть электронов сопровождения так, чтобы их оставалось по одному на атом, то мы бы получили кристаллический бор, возможно превосходящий алмаз по ряду важнейших свойств. Один из путей освобождения атомов бора от избытка электронов сопровождения — это их нейтрализация в потоке сильного магнитного поля, при температуре кипения бора.

ГЛАВА VI.

ПРИРОДА ГРАВИТАЦИИ

Предварительные замечание к главе. В 1687 г., опираясь на результаты Г. Галилея и И. Кеплера, И. Ньютон вывел формулу, известную как уравнение закона всемирного тяготения:

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}.$$

Из этого уравнения следует, что сила взаимного притяжения двух тел пропорциональна произведению их масс и обратно пропорциональна не расстоянию, а квадрату расстояния между ними. Этот факт Ньютон установил из сравнения центростремительного ускорения Луны в орбитальном движении. Коэффициент пропорциональности φ впервые экспериментально измерил Г. Кавендиш в 1798 г. Однако до настоящего времени закон всемирного тяготения остается феноменологическим, самым непонятным и самым неразработанным во всей физике. Совершенно неизвестно, на каком физическом явлении базируется взаимное притяжение тел, почему сила обратно пропорциональная квадрату расстояния, а не просто расстоянию и, наконец, почему не существует взаимного отталкивания между телами. Вот три фундаментальных вопроса, ответив на которые мы поймем природу гравитации.

§ 24. Явление перекрёстного замыкания полей композиционных тел.

В § 22 мы уже приходили к выводу, что в природе существует лишь два вида взаимодействия — электродинамическое и электростатическое. Предварительный анализ показал, что гравитация есть следствие электростатического взаимодействия некомпенсированных зарядов структурных элементов тел на макрорасстояниях. Чтобы убедиться в этом, необходимо начать с уточнения численного значения постоянной Кавендиша. За последние 45 лет экспериментальные значения этой постоянной колеблются в диапазоне $6{,}668 \cdot 10^{-11} - 6{,}676 \cdot 10^{-11}$ м$^3 \cdot$ с$^{-2} \cdot$ кг$^{-1}$. В 1976 г. XVI Генеральная ассамблея МАС утвердила значение $G' = 6{,}672 \cdot 10^{-11}$ [35, с. 561]. Мною, после открытия нейтронного ядра Солнца, было установлено абсолютное значение этой постоянной:

$$G = 6{,}6720022 \cdot 10^{-11}\ \text{м}^3 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{кг}^{-1} = \text{Const}. \qquad (24.1)$$

Возьмем для анализа явления два сферических тела из гранита единичной массы $m_1 = m_2 = 1$ кг, удаленных друг от друга на еди-

ничное расстояние $r_{ед} = 1$ м. Тогда, согласно уравнению Ньютона, сила гравитации между ними составит величину F_0:

$$F_0 = g \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r_{ед}^2} = \frac{I \cdot m_{ед}^2}{r_{ед}^2} = 6{,}6720022 \cdot 10^{-11}\ \text{Н}. \tag{24.2}$$

Из главы I этой книги мы уже знаем, что каждый средний нуклон, входящий в состав структурных элементов тел, содержит в себе равное количество положительного и отрицательного зарядов:

$$Z_n = n_э \cdot э = 4{,}8065676 \cdot 10^{-19}\ \text{Кл}, \tag{24.3}$$

$$q_n = n_e \cdot e = -\,4{,}8065676 \cdot 10^{-19}\ \text{Кл}$$

Поскольку в единичной массе всякого тела содержится N_A нейтронов, то полярные заряды наших тел в опыте составляют:

$$Z\,(m_{ед}) = N_A \cdot n_э \cdot э = 2{,}8945287 \cdot 10^{8}\ \text{Кл}, \tag{24.4}$$

$$Q\,(m_{ед}) = N_A \cdot n_e \cdot e = -\,2{,}8945287 \cdot 10^{8}\ \text{Кл}$$

Совершенно очевидно, что эти заряды взаимно компенсируются тем, что почти целиком направлены на создание организованной микроструктуры тела. Однако, если бы эти заряды абсолютно полностью были заняты друг другом, то никакой гравитации между телами не могло быть. Факт существования гравитации неотразимо свидетельствует в пользу того, что существует некоторая доля заряда обоих знаков в теле единичной массе, обращенная в пространство и взаимодействующая с аналогичным зарядом окружающих тел. Обозначим эти гравитационные заряды в двух наших телах через (Z_{g1}, g_{g1}) — первого тела и (Z_{g2}, q_{g2}) — второго. Установлено, что положительная гравитационный заряд первого тела Z_{g1} взаимодействует с отрицательным гравитационным зарядом второго тела q_{g2}, в положительный заряд второго тела Z_{g2} — с отрицательным зарядом первого q_{g2}. Это ранее неизвестное явление названо перекрестным замыканием полей композиционных тел. Теперь силу гравитации в нашем опыте можно выразить электростатически:

$$F_0 = \gamma \cdot \left(\frac{Z_{g1}}{r_{ед}} \cdot \frac{q_{g2}}{r_{ед}} + \frac{Z_{g2}}{r_{ед}} \cdot \frac{q_{g1}}{r_{ед}} \right), \tag{24.5}$$

где $\gamma = 3{,}6473973 \cdot 10^6$ Дж $\cdot$ м $\cdot$ Кл$^{-2}$ — электростатическая постоянная. У нас есть все основания исходить из того, что по модулю все четыре гравитационных заряда равны между собой, т. е. справедливо равенство:

$$|Z_{g1}| = |q_{g1}| = |Z_{g2}| = |q_{g2}| = \pm\, q_g \tag{24.6}$$

с учетом этого (24.5) преобразуется к виду:

$$F_0 = \gamma \cdot \left[- \frac{q_g^2}{r_{ед}^2} + \left(- \frac{q_g^2}{r_{ед}^2} \right) \right] = - 2\gamma \cdot \frac{q_g^2}{r_{ед}^2}, \text{ Н.} \tag{24.7}$$

Теперь не составляет труда определить точное значение модуля гравитационного заряда одного знака в единичной массе $|q_g|$:

$$|q_g| = \sqrt{\frac{F_0 \cdot r_{ед}^2}{2 \cdot \gamma}} = \sqrt{\frac{6{,}6720022 \cdot 10^{-11}}{7{,}2947946 \cdot 10^{6}}} = 3{,}0242769292 \cdot 10^{-9} \text{ Кл.} \tag{24.8}$$

Из этого результата становится ясным содержание гравитационных зарядов в единичной массе, независимо от агрегатного состояния тела:

$$Z_g (m_{ед}) = 3{,}0242769 \cdot 10^{-9} \text{ Кл} = \text{Const}, \tag{24.9}$$

$$q_g (m_{ед}) = - 3{,}0242769 \cdot 10^{-19} \text{ Кл} = \text{Const}$$

Зная полный заряд одного знака в единичной массе тела (24.4) и гравитационный заряд этого тела, легко установить долю некомпенсированных зарядов, обусловливающую гравитационное взаимодействие тел:

$$\text{K}_g = \frac{Z_g (m_{ед})}{Z (m_{ед})} \equiv \frac{3{,}0242769 \cdot 10^{-9}}{2{,}8945287 \cdot 10^{-8}} \equiv 1{,}0448253386 \cdot 10^{-17} = \text{Const} \tag{24.10}$$

Данный результат свидетельствует, что гравитационный заряд всякого тела составляет $1{,}0448253 \cdot 10^{-15}\%$ от его полного заряда. Как было показано выше (7.11) масса тела m_i и его полный заряд Q_i одного знака связаны постоянной Перрена p:

$$Q_i = \frac{m_i}{p} = Z_i, \text{ Кл.} \tag{24.11}$$

С учетом (24.10) от полного заряда i-го тела легко перейти к его гравитационному заряду одного знака Q_{gi}:

$$Q_{gi} = \text{K}_g \cdot Q_i = \frac{m_i \cdot \text{K}_g}{p} = Z_{gi} \tag{24.12}$$

Итак, мы располагаем всем необходимым для составления истинного уравнения всемирного тяготения, для чего достаточно в (24.7) перейти от тел единичной массы на единичном расстоянии к телам произвольной массы и, стало быть, и произвольных гравитационных зарядов на произвольных расстояниях:

$$F_{(1-2)} = - 2\gamma \cdot \frac{Q_{g1} \cdot Q_{g2}}{r_{(1-2)}^2} = 2\gamma \cdot \frac{Q_{g1} \cdot Z_{g2}}{r_{(1-2)}^2}, \tag{24.13}$$

где Q_{g1} и Z_{g2} — полярные гравитационные заряды взаимодействующих тел; $r_{(1\text{-}2)}$ — расстояние между ними. Для i-ой звездной системы, как например, Галактика, или планетной системы типа нашей, (24.13) приобретает вид:

$$F_i = 2\gamma \cdot \frac{Q_{g0} \cdot Z_{gi}}{a_i^2}, \tag{2.14}$$

где Q_{go} — отрицательный гравитационный заряд центрального тела системы; Z_{gi} — положительный гравитационный заряд i-го члена системы, a_i — средний радиус его орбиты. Из (24.14) легко выводится связь между постоянной Кавендиша G и электростатической постоянной γ:

$$\gamma = \frac{F_i \cdot r_i^2}{2Q_{g0} \cdot Q_{gi}} = \frac{\dfrac{Gm_0 \cdot m_i}{r_i^2} \cdot r_i^2}{2 \cdot \dfrac{m_0 \cdot K_g}{P} \cdot \dfrac{m_i \cdot K_g}{P}} = \frac{G \cdot P^2}{2 \cdot K_g^2}, \tag{24.15}$$

$$G = \frac{2K_g^2 \cdot \gamma}{P^2} = \frac{7{,}9634349 \cdot 10^{-28}}{11{,}9356 \cdot 10^{-18}} = 6{,}6720022 \cdot 10^{-11}\ \text{м}^3 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{кг}^{-1} \tag{24.16}$$

Можем ли мы теперь ответить на вопросы, поставленные во вводной части этой главы? Да, разумеется. Во-первых, совершенно очевидно, что в основе гравитации действительно лежит электростатическое взаимодействие некомпенсированных полярных зарядов. Очевидность этого подтверждается несколькими фактами: а) коэффициентом пропорциональности в истинном уравнении всемирного тяготения служит электростатическая постоянная γ, корректность которой подтверждена выше многочисленными расчетами электростатических сил и напряжений в микроструктуре тел; б) отрицательный знак перед численным значением силы гравитации в (24.5) появляется естественным образом, как следствие взаимодействия полярных электрических полей. В уравнении же Ньютона этому знаку появиться неоткуда, ибо там взаимодействие приписано безликой массе тел.

Во-вторых, квадрат расстояния в истинном уравнении всемирного тяготения появляется совершенно естественным путем, как следствие взаимодействия парных зарядов композиционных тел, что хорошо видно на том же уравнении (24.5). В-третьих, между композиционными телами, обладающими полярными зарядами, нет и не может быть силы взаимного отталкивания в силу перекрестного замыкания их полей: положительное поле первого тела замыкается на отрицательное поле второго, а положительное поле второго — на отрицательное поле первого. Результатом такого взаимодействия может и является только сила взаимного притяжения — гравитация.

Таким образом, ответив на все вопросы, мы можем уверенно констатировать — природа гравитации раскрыта и понята. А раз так, то здесь уместно коснуться двух спекуляций из общей теории относительности. В первой речь идет о предсказании данной теории будто бы тела, двигающиеся с переменным ускорением, излучают гравитационные волны, распространяющиеся в вакууме со скоростью света [4, с. 234]. Возмущения гравитационного поля якобы квантованы, аналогично квантованию электро-магнитного поля и существует квант гравитационного поля — гравитон. Гравитону, как частице приписан спин, равный 2, но масса, как и у фотона, нулевая. В рамках единой теории все это — не более чем измышления. Но сам термин гравитон весьма симпатичен и его можно принять и наполнить реальным содержанием, обусловленным истинным соотношением между массой и ее гравитационным зарядом. Поскольку квантом композиционных тел в природе является нейтрон, то через гравитон можно обозначить гравитационный заряд нейтрона, который явится квантом гравитационного заряда g. Определение численного значения гравитона не составит труда, поскольку нам уже известен гравитационный заряд единичной массы g_g, состоящей из NA нейтронов.

$$g = \frac{q_g}{N_A} = \frac{\pm\ 3{,}0242769 \cdot 10^{-9}\ \text{Кл}}{6{,}0220285 \cdot 10^{26}} = \pm\ 5{,}0220235 \cdot 10^{-36}\ \text{Кл} = \text{Const}. \tag{24.17}$$

Через гравитон легко определяется гравитационный заряд i-го тела, если известна его масса:

$$Z_{gi} = Q_{gi} = \frac{m_i}{m_n} \cdot g,\ \text{Кл}, \tag{24.18}$$

Приравняв правые части (24.18) и (24.12) найдем для гравитона:

$$g = \frac{K_g \cdot m_n}{p} = \text{Const} \tag{24.19}$$

Таким образом, гравитон — это квант гравитационного заряда композиционных тел, реальная физическая величина из числа фундаментальных постоянных единой теории физики.

Вторая спекуляция из общей теории относительности — это искривление луча света гравитационным полем массивного тела. Но прежде рассмотрим более общий вопрос — взаимодействие элементарных частиц с гравитационным зарядом композиционных тел. Выше мы получили (24.9), что гравитационный заряд всякого электронейтрального тела единичной массы является парным и полярным ($\pm 3{,}024 \cdot 10^{-9}$ Кл), но эти парные заряды еще и равны по модулю. Стало быть, элементарные частицы (электрон и электрино), обладающие только одним видом заряда (положительным или отрицатель-

ным) не могут иметь перекрестного замыкания с полями композиционных тел. Т. е. электрическое поле элементарной частицы одновременно взаимодействует как с положительным, так и с отрицательным компонентами гравитационного заряда композиционного тела, при этом развиваются две равные по модулю, но полярные силы, полностью компенсирующие друг друга. Проверим это положение количественно. Пусть мы имеем свободный электрон, пролетающий на расстоянии $r_{ед}$ от сферической формы гранитного тела единичной массы и пусть опыт проходит в вакууме. При этом $m_e = 9{,}038487 \cdot 10^{-31}$ кг, $v_e = 1 \cdot 10^3$ м·с$^{-1}$, $m_e \cdot v_e = 9{,}038487 \cdot 10^{-28}$ кг·м·с$^{-1}$. Предстоит выяснить, изменит ли массивное тело траекторию электрона, если гравитационное влияние других тел исключено условиями опыта.

$$F_1 = \gamma \cdot \frac{Z_g \cdot e}{z_{ед}^2} = -\ 1{,}7673331 \cdot 10^{-21}\ \text{Н}$$

— сила гравитации (24.2) между электроном и массивным телом, развиваемая при взаимодействии положительного компонента гравитационного поля с отрицательным зарядом электрона.

$$F_2 = \gamma \cdot \frac{q_g \cdot e}{r_{ед}^2} = 1{,}7673331 \cdot 10^{-21}\ \text{Н}$$

— сила отталкивания (24.21) электрона от массивного тела, развиваемая в результате взаимодействия отрицательного компонента гравитационного поля с зарядом электрона.

При этом собственная сила движения электрона $F_e = m_e v_e v_{сд} = 9{,}038 \cdot 10^{-28}$ Н во много раз меньше сил F_1 и F_2 и, разумеется, если бы F_1 и F_2 полностью не компенсировали друг друга, то траектория электрона вблизи массивного тела претерпела бы резкое отклонение либо в направлении тела, либо от него. Однако в реальном опыте такого отклонения нет и не может быть. Такое заключение следует еще из анализа многочисленных экспериментов с электронами в гравитационном поле Земли, составляющем $Q_g = \pm\ 1{,}8067975 \cdot 10^{16}$ Кл. Никто из экспериментаторов еще не обнаружил влияния гравитационного поля Земли на движение электрона в этих опытах, большинство из которых очень тонки.

А. Эйнштейн пришел к заключению, что луч света, проходя вблизи массивного тела, должен искривиться в направлении этого тела. Так, луч от далекой звезды, проходя вблизи поверхности Солнца, должен якобы отклониться на угол $\alpha = 1{,}75''$, согласно соотношению:

$$\alpha = \frac{4}{c^2} = \frac{4 \cdot G \cdot M_\odot}{c^2 \cdot R_\odot}, \qquad (24.22)$$

где $\varphi = G \cdot M_\odot / R_\odot$ — гравитационный потенциал Солнца, c — скорость света. Я не знаю, каким путем Эйнштейн пришел к (24.22), но с уверенностью могу сказать, что это соотношение лишено физического смысла, ибо в нем отсутствуют субъекты взаимодействия как заряд осевого поля луча, масса и заряд фотона, компоненты гравитационного поля Солнца и т. д. Я не берусь судить о результатах А. Эддингтона, который первым подтвердил это предсказание по наблюдениям полного солнечного затмения 1919 года, и результатах остальных исследователей, также получивших положительный результат. Но я с уверенностью могу утверждать, что сам метод проверки гипотезы Эйнштейна не заслуживает доверия по нескольким причинам. Во-первых, контрольное фотографирование участка неба, в котором находилось Солнце на период затмения, делается спустя несколько месяцев, когда Солнце покидает данный участок. Во-вторых, за этот промежуток времени все сфотографированные звезды изменяют свои координаты за счет собственного орбитального движения, но в каком направлении и с какой скоростью — этого никто не знает и никакими поправками этого учесть невозможно. В-третьих, никто из наблюдателей не знал истинной орбитальной скорости Солнца, которая впервые определена мною и публикуется только сейчас $U_\odot = 2{,}3398058 \cdot 10^3$ м $\cdot$ с$^{-1}$ (обоснование — в гл. IX). А раз наблюдатель не знал свою собственную скорость и, стало быть, не знал, на какое расстояние переместился в пространстве за период между двумя фотографированиями исследуемого участка неба, то о каком искривлении луча света он может утверждать? Совершенно очевидно, что результаты всех наблюдателей ничего общего не имеют с искривлением луча света, но свидетельствуют о перемещении Солнца относительно фотографируемых звезд за период в несколько месяцев. Более того, на основании значений угла α, полученных наблюдателями, можно определить расстояние до исследуемых звезд, поскольку нам уже известна истинная галактоцентрическая скорость Солнца $U_\odot$.

Итак, световой луч не взаимодействует с гравитационным полем композиционных тел, а точнее он инвариантен к гравитационным полям Мирового пространства в силу элементарности заряда его компонентов. Именно поэтому также спекулятивна гипотеза о черных дырах во Вселенной. Какой бы большой массой ни обладала звезда, свет, нейтрино и электроны беспрепятственно будут ее покидать.

В заключение этой короткой главы напомню, что скорость распространения гравитационного взаимодействия между двумя удаленными телами не имеет ограничения, ибо электрическое поле распространяется в пространстве с бесконечной скоростью.

Глава VII

ФИЗИКА СОЛНЦА

§ 25. Закон вращения и нейтронное ядро Солнца.

В классической астрофизике прочно осело нелепое утверждение будто Солнце есть плазменный шар. Напомню 4-ое следствие из закона вращения, которое гласит, что если тело образовано только жидкостью или только газом, то оно лишено регулярного вращения. А Солнце обладает четко выраженным регулярным вращением с периодом $t_\odot = 25{,}38$ сут. Более того, конвективная зона по диску Солнца имеет дифференциальное вращение — максимальная скорость — на экваторе, минимальная — у полюсов. Эти два факта неотразимо свидетельствуют в пользу того, что Солнце обладает твердотельным ядром с фиксированной в пространстве осью вращения и что это ядро вращается много быстрее чем плазма конвективной зоны. Поскольку линейная скорость точки на поверхности твердого ядра есть функция широты φ, а максимального значения $\sin\varphi$ достигает на экваторе, то отсюда совершенно очевидно, что дифференциальное вращение конвективной зоны есть следствие увлечения ее во вращательное движение твердым ядром Солнца. Насколько мне известно, такую догадку впервые высказал Р. Дикке, но обосновать ее ему не удалось.

Чтобы убедиться, что Солнце не может быть газовым шаром сделаем небольшой предварительный расчет. Ведь мы теперь хорошо знаем, что каждый фотон света обладает массой m_γ, а Солнце обладает излучательной мощностью $Z_\odot = 3{,}5771174 \cdot 10^{26}$ Вт [30, с. 231] с уточнением за изменение величины астрономической единицы. Удельная энергоемкость электрино составляет $C_\gamma = 1{,}9017419 \cdot 10^{14}$ Дж $\cdot$ кг$^{-1}$ и позволяет определить секундный расход первичной массы конвективной зоной Солнца на излучение μ_λ:

$$\mu_\lambda = Z_\odot / C_\gamma = 1{,}8809689 \cdot 10^{12} \text{ кг}\cdot\text{с}^{-1}. \qquad (25.1)$$

Солнце как энергетическая система существует уже $T_\odot = 5 \cdot 10^9$ лет и за этот период им рассеяна в пространство масса Δm_λ:

$$\Delta m_\lambda = \mu_\lambda \cdot T_\odot = \mu_\lambda \cdot 1{,}7 \cdot 10^{17} \text{ с} = 3{,}1976471 \cdot 10^{29} \text{ кг}. \qquad (25.2)$$

А теперь зададимся вопросом: как при таком истечении вещества газовое тело может сохранять термодинамическую стационарность? Ведь за всю историю наблюдений за Солнцем не отмечено никаких существенных сдвигов в его функциональной деятельности! Ответ только один — никак! Без твердотельного ядра оно бы давно зачахло.

1. Нейтронное ядро Солнца. Прежде чем приступить к анализу вопроса, необходимо сказать, что в связи с уточнением значения

скорости распространения луча локатора, принимавшейся ранее равной скорости света $c = 2{,}9979246 \cdot 10^8$ м $\cdot$ с$^{-1}$, но в действительности равной $v_0 = 2{,}8992629 \cdot 10^8$ м $\cdot$ с$^{-1}$, изменилось численное значение большинства фундаментальных постоянных астрономии. Поэтому пусть никого не удивляет тот факт, что на страницах этой и последующих глав будут фигурировать новые значения астрономических величин, каждое из которых имеет полное обоснование в рамках единой теории и приводится в надлежащем месте дальнейшего изложения материала.

Исходные данные для анализа:

$m_\odot = I_\odot/G = 1{,}7988565 \cdot 10^{30}$ кг — масса Солнца,

$R_\odot = 6{,}7308401 \cdot 10^8$ м — геометрический радиус,

$V_\odot = 4\pi R_\odot^3/3 = 1{,}2773102 \cdot 10^{27}$ м^3 — объем Солнца,

$\omega\,(17°) = 2{,}865 \cdot 10^{-6}$ рад$\cdot$с$^{-1}$ — угловая скорость вращения Солнца по широте $\varphi = 17°$ [30, с. 256],

Предварительный анализ показал, что Солнце должно рассматриваться как двусложное тело, состоящее из твердого ядра и вязкой плазмы. Такое тело не подчиняется строго закону вращения, но поскольку ведущую роль во вращении играет твердотельные ядро, занимающее по массе более 99%, то радиус вращения Солнца $R_{c\odot}$ имеет точное решение, если известно точное значение угловой скорости $\omega_\odot$. Но последнее еще не установлено, хотя $\omega\,(17°)$ используется в расчетах именно в этом значении. Точное значение угловой скорости мы можем получить лишь после установления точной массы конвективной зоны, что будет сделано ниже. А пока рассмотрим приближенные значения радиуса вращением $R'_{c\odot}$ и объема ядра $V'_{N\odot}$, описываемого этим радиусом:

$$R'_{c\odot} = \frac{v_c}{\omega\,(17°)} = \frac{7{,}7369622}{2{,}865 \cdot 10^{-6}} = 2{,}7005103 \cdot 10^6 \text{ м}, \tag{25.3}$$

$$V'_{N\odot} = 4\pi R'^3_{c\odot}/3 = 8{,}2494706 \cdot 10^{19} \text{ м}^3. \tag{25.4}$$

Для всякого твердого тела орбитального движения плотность ядра, согласно закону вращения, определяется как $\rho_{Ni} = m_i/2v_{Ni}$ для звезды же, которой и является Солнце, плотность ядра в первом приближении определяется соотношением

$$\rho'_{N\odot} = m_\odot/V'_{N\odot} = 3m_\odot/4\pi R'^3_{c\odot} \approx 2{,}18057 \cdot 10^{10} \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}. \tag{25.5}$$

Из этого результата неотразимо следует не только наличие у Солнца твердого ядра, но и то, что оно непременно нейтронное, ибо в природе не существует никакого другого состояния вещества, кроме первичного, нейтронного плотности $\rho_n = 9{,}2019428 \cdot 10^{12}$ кг $\cdot$ м$^{-3}$, могу-

щего обусловить плотность ядра Солнца в $2 \cdot 10^{10}$ кг $\cdot$ м$^{-3}$. Совершенно очевидно, что ядро Солнца состоит из двух частей: нейтронного тела, занимающего геометрический центр, и плазменной части, имеющей высокую плотность, порядка 10^7 кг $\cdot$ м$^{-3}$. Дальше — все просто, ибо существуют определенные соотношения между частями ядра. Так установлено, что объемный коэффициент ядра k_v почти равен плотностному коэффициенту k_ρ.

$$k_v = V_{N1}/V_{n\odot} \text{ и } V_{N1} = k_v \cdot V_{n\odot}, \tag{25.6}$$

где v_{N1} — объем плазменной части ядра, $V_{n\odot}$ — объем нейтронного тела ядра. Теперь для полного объема ядра можно записать:

$$V_{N\odot} = V_{N1} + V_{n\odot} = k_v \cdot V_{n\odot} + V_{n\odot} = (k_v + 1) \cdot V_{n\odot}, \tag{25.7}$$

$$k_v \approx k_\rho = \rho_n/\rho'_{N\odot} \approx 421{,}995, \tag{25.8}$$

откуда легко устанавливаются приближенные значения основных параметров обеих частей ядра Солнца:

$$V'_{n\odot} = \frac{V'_{N\odot}}{(k_v + 1)} = \frac{824{,}94706 \cdot 10^{17}}{422{,}995} = 1{,}9502525 \cdot 10^{17} \text{ м}^3$$

— объем нейтронного тела ядра,

$$M'_{n\odot} = V'_{n\odot} \cdot \rho_n = 1{,}7946111 \cdot 10^{30} \text{ кг} = 99{,}76\% m_\odot$$

— масса нейтронного тела,

$$V'_{N1} = V'_{N\odot} - V'_{n\odot} = 8{,}22997 \cdot 10^{19} \text{ м}^3$$

— объем плазменной части ядра.

На этом можно и остановиться, ибо мы убедились в том, что Солнце действительно обладает нейтронным ядром. К точным решениям вернемся в § 27.

§ 26. Структура конвективной зоны

В классической астрофизике принято было моделировать конвективную зону Солнца, ибо для построения подлинной теории ее структуры никогда не хватало отправных истин. В рамках единой теории физики я располагаю достаточным материалом для воссоздания истинной картины конвективной зоны. Правда, картина, нарисованная в этой книге, в будущем может подвергнуться уточнению в деталях.

Предварительный анализ излучаемого Солнцем света привел к пониманию того факта, что наиболее длинноволновая его часть излучается внешним, наиболее рыхлым и наименее горячим слоем конвективной зоны, а наиболее коротковолновая часть — мягкое рентгеновское излучение исходит от дна конвективной зоны, т. е.

от поверхности нейтронного ядра. Это привело к необходимости разбить спектр солнечного излучения на 70 диапазонов и на столько же поясов разбить конвективную зону вдоль радиуса с тем, чтобы каждому диапазону соответствовал излучающий его слой конвективной зоны. Разумеется при этом, что никаких слоев *реально не* существует и существовать не может в этом сверхбурлящем реакторном котле из высокотемпературной плазмы. Но несмотря на чрезвычайно интенсивную конвекцию плазмы все ее термодинамические параметры остаются сравнительно постоянными для каждого пояса, ибо являются функцией глубины H. Как не может внешний слой конвективной зоны генерировать ультрафиолетовое излучение, а дно конвективной зоны — инфракрасное, также не могут плотность плазмы и ее температура у поверхности быть больше, чем на дне. Этим я хочу сказать, что не существует ни одного свойства плазмы Солнца без четко выраженного градиента вдоль радиуса. При этом градиент одних параметров носит линейный характер (шаг фотона, масса осциллятора) и не велик, у других он экспоненциальный (объем глобул, плотность, давление и т. д.). Каждый из 70 слоев конвективной зоны характеризуется прежде всего геометрически: глубиной расположения, толщиной слоя и занимаемым объемом. Нумерация слоев — от поверхности конвективной зоны к ее дну, или к поверхности нейтронного ядра. Рассмотрим принцип обоснования геометрических параметров слоев.

За самый глубокий, 70-й слой, принята плазменная часть ядра Солнца, объем которой есть V_{N1}. Этот слой разбит на две неравные части с помощью градиентного коэффициента плотности $K_{70} = 1{,}6217712$:

$$V_{70} = V_{N1}/K_{70} = 5{,}0746795 \cdot 10^{19} \text{ м}^3, \tag{26.1}$$

$$V_{71} = V_{N1} - V_{70} = 3{,}1553326 \cdot 10^{19} \text{ м}^3. \tag{26.2}$$

Объем V_{70} принят базовым для определения объемов всех вышележащих слоев по принципу экспоненциального роста их, по мере роста радиусов, от придонного слоя до внешнего. Можно легко определить градиент по изменению объема слоев от 70-го до первого C_v, а уже из него вывести степенной ряд коэффициентов для всех слоев.

$$C_v = V_\odot / V_{N1} = 1{,}5520149 \cdot 10^7 \tag{26.3}$$

Этот коэффициент разложен в ряд из 69 членов с шагом $h = 0{,}0049375$. Значение первого члена ряда $S_{69} = 1{,}0912002$, а последнего — $S_1 = 1{,}4269542$. Значение членов ряда и шаг ряда выбраны таким образом, чтобы их произведение было меньше C_v, а именно C_k:

$$C_k = S_{69} \cdot S_{68} \cdot \ldots S_1 = 6{,}4819495 \cdot 10^6. \tag{26.4}$$

Это сделано с целью достижения полного схождения суммы объемов слоев с объемом конвективной зоны, согласно соотношению

$$\frac{4\pi R_{\odot}^3}{3} \geq \sum_{1}^{71} V \tag{26.5}$$

Расчеты привели к необходимости выделения внешнего дополнительного полуслоя V_0:

$$V_0 = \frac{4\pi R_0^3}{3} - \sum_{1}^{71} V = 1{,}547456 \cdot 10^{26} \text{ м}^3. \tag{26.6}$$

Этот слой может рассматриваться либо самостоятельно, либо его можно присоединить к первому слою, ибо это не имеет принципиального значения. В таблице 8 представлена геометрическая характеристика слоев конвективной зоны, полученные очень простым приемом:

$$V_{69} = S_{69} \cdot V_{70},$$

$$V_{68} = S_{68} \cdot V_{69} = S_{68} \cdot S_{69} \cdot V_{70}, \tag{26.7}$$

$$V_{67} = S_{67} \cdot V_{68} = S_{67} \cdot S_{68} \cdot S_{69} \cdot V_{70} \text{ и т. д.}$$

В общем виде можно записать:

$$V_i = S_i \cdot V\,(i+1). \tag{26.8}$$

$$R_{71} = \sqrt[3]{(3V_{71} + 4\pi R_{n\odot}^3)/4\pi} \tag{26.9}$$

— радиус придонного полуслоя,

$$l_{71} = (R_{71} - R_{n\odot}) \tag{26.10}$$

— толщина придонного полуслоя,

$$H_{71} = (R_{71} - R_{\odot}) \tag{26.11}$$

— глубина расположения природного полуслоя,

$$l_{12} = (R_{\odot} - R_{n\odot}) = 6{,}7272494 \cdot 10^8 \text{ м} \tag{26.12}$$

—толщина конвективной зоны Солнца.

$$R_i = \sqrt[3]{[3V_i + 4\pi R_{(i+1)}^3]/4\pi} \tag{26.13}$$

— общий вид решения радиуса i-го слоя конвективной зоны,

$$l_i = [R_i - R_{(i+1)}] \tag{26.14}$$

— общий вид определения толщины i-го слоя,

$$H_i = (R_i - R_{\odot}) \tag{26.15}$$

— общий вид определения глубины.

Таблица 8

Геометрическая характеристика слоев конвективной зоны

Слой	Объем, V, м^3	Радиус слоя R, м	Толщина слоя l, м	Глубина слоя, H, м
71	$3{,}1553326\cdot10^{19}$	$1{,}9642910\cdot10^{6}$	$1{,}6052227\cdot10^{6}$	$-6{,}7111972\cdot10^{8}$
70	$5{,}0746795\cdot10^{19}$	$2{,}700503\cdot10^{6}$	$7{,}362120\cdot10^{5}$	$-6{,}7038351\cdot10^{8}$
69	$5{,}5374913\cdot10^{19}$	$3{,}204741\cdot10^{6}$	$5{,}04235\cdot10^{5}$	$-6{,}6987927\cdot10^{8}$
68	$6{,}0698535\cdot10^{19}$	$3{,}6191511\cdot10^{6}$	$4{,}1444101\cdot10^{5}$	$-6{,}6946486\cdot10^{8}$
67	$6{,}6833658\cdot10^{19}$	$3{,}9866204\cdot10^{6}$	$3{,}674693\cdot10^{5}$	$-6{,}6909739\cdot10^{8}$
66	$7{,}3918894\cdot10^{19}$	$4{,}3268691\cdot10^{6}$	$3{,}402487\cdot10^{5}$	$-6{,}6875714\cdot10^{8}$
65	$8{,}2120233\cdot10^{19}$	$4{,}651031\cdot10^{6}$	$3{,}241619\cdot10^{5}$	$-6{,}6843298\cdot10^{8}$
64	$9{,}1636982\cdot10^{19}$	$4{,}9761189\cdot10^{6}$	$3{,}250879\cdot10^{5}$	$-6{,}6810789\cdot10^{8}$
63	$10{,}270907\cdot10^{19}$	$5{,}2864426\cdot10^{6}$	$3{,}103237\cdot10^{5}$	$-6{,}6779757\cdot10^{8}$
62	$11{,}562609\cdot10^{19}$	$5{,}5961491\cdot10^{6}$	$3{,}097065\cdot10^{5}$	$-6{,}6748786\cdot10^{8}$
61	$13{,}073850\cdot10^{19}$	$5{,}9105506\cdot10^{6}$	$3{,}144015\cdot10^{5}$	$-6{,}6717346\cdot10^{8}$
60	$14{,}847165\cdot10^{19}$	$6{,}2310595\cdot10^{6}$	$3{,}205089\cdot10^{5}$	$-6{,}6685295\cdot10^{8}$
59	$16{,}934316\cdot10^{19}$	$6{,}5604264\cdot10^{6}$	$3{,}293669\cdot10^{5}$	$-6{,}6652358\cdot10^{8}$
58	$19{,}398485\cdot10^{19}$	$6{,}9010986\cdot10^{6}$	$3{,}406722\cdot10^{5}$	$-6{,}6618291\cdot10^{8}$
57	$22{,}317004\cdot10^{19}$	$7{,}255486\cdot10^{6}$	$3{,}543874\cdot10^{5}$	$-6{,}6582852\cdot10^{8}$
56	$25{,}784810\cdot10^{19}$	$7{,}626022\cdot10^{6}$	$3{,}705360\cdot10^{5}$	$-6{,}6545799\cdot10^{8}$
55	$29{,}918788\cdot10^{19}$	$8{,}0152127\cdot10^{6}$	$3{,}891907\cdot10^{5}$	$-6{,}6506880\cdot10^{8}$
54	$34{,}863275\cdot10^{19}$	$8{,}4256789\cdot10^{6}$	$4{,}104662\cdot10^{5}$	$-6{,}6465833\cdot10^{8}$
53	$40{,}797043\cdot10^{19}$	$8{,}8601938\cdot10^{6}$	$4{,}345149\cdot10^{5}$	$-6{,}6422382\cdot10^{8}$
52	$47{,}942184\cdot10^{19}$	$9{,}321190\cdot10^{6}$	$4{,}615252\cdot10^{5}$	$-6{,}6376229\cdot10^{8}$
51	$56{,}575435\cdot10^{19}$	$9{,}8134395\cdot10^{6}$	$4{,}917205\cdot10^{5}$	$-6{,}6327057\cdot10^{8}$
50	$67{,}042671\cdot10^{19}$	$10{,}338799\cdot10^{6}$	$5{,}253600\cdot10^{5}$	$-6{,}6274521\cdot10^{8}$
49	$79{,}777520\cdot10^{19}$	$10{,}901537\cdot10^{6}$	$5{,}627380\cdot10^{5}$	$-6{,}6218247\cdot10^{8}$
48	$95{,}325273\cdot10^{19}$	$11{,}505729\cdot10^{6}$	$6{,}041920\cdot10^{5}$	$-6{,}6157828\cdot10^{8}$
47	$1{,}1437380\cdot10^{21}$	$1{,}215583\cdot10^{7}$	$6{,}501010\cdot10^{5}$	$-6{,}6092818\cdot10^{8}$
46	$1{,}3779344\cdot10^{21}$	$1{,}2856719\cdot10^{7}$	$7{,}008890\cdot10^{5}$	$-6{,}6022729\cdot10^{8}$
45	$1{,}6668895\cdot10^{21}$	$1{,}3613752\cdot10^{7}$	$7{,}570330\cdot10^{5}$	$-6{,}5947026\cdot10^{8}$
44	$2{,}0246694\cdot10^{21}$	$1{,}4432823\cdot10^{7}$	$8{,}190710\cdot10^{5}$	$-6{,}5865119\cdot10^{8}$
43	$2{,}4692396\cdot10^{21}$	$1{,}532042\cdot10^{7}$	$8{,}875970\cdot10^{5}$	$-6{,}5776359\cdot10^{8}$
42	$3{,}0236192\cdot10^{21}$	$1{,}6283706\cdot10^{7}$	$9{,}632860\cdot10^{5}$	$-6{,}568003\cdot10^{8}$
41	$3{,}7173943\cdot10^{21}$	$1{,}7330594\cdot10^{7}$	$10{,}46888\cdot10^{5}$	$-6{,}5575342\cdot10^{8}$
40	$4{,}5887122\cdot10^{21}$	$1{,}8469841\cdot10^{7}$	$11{,}39247\cdot10^{5}$	$-6{,}5461417\cdot10^{8}$
39	$5{,}6869149\cdot10^{21}$	$1{,}9711149\cdot10^{7}$	$12{,}41308\cdot10^{5}$	$-6{,}5337286\cdot10^{8}$
38	$7{,}0760963\cdot10^{21}$	$2{,}1065294\cdot10^{7}$	$13{,}54144\cdot10^{5}$	$-6{,}5201872\cdot10^{8}$
37	$8{,}8393869\cdot10^{21}$	$2{,}2544211\cdot10^{7}$	$14{,}78917\cdot10^{5}$	$-6{,}6505398\cdot10^{8}$
36	$11{,}085826\cdot10^{21}$	$2{,}4137643\cdot10^{7}$	$15{,}93432\cdot10^{5}$	$-6{,}4894637\cdot10^{8}$
35	$13{,}957911\cdot10^{21}$	$2{,}5910649\cdot10^{7}$	$17{,}73006\cdot10^{5}$	$-6{,}4717336\cdot10^{8}$

Таблица 8 (продолжение)

Слой	Объем, V, м^3	Радиус слоя R, м	Толщина слоя l, м	Глубина слоя, H, м
34	$17{,}643004 \cdot 10^{21}$	$2{,}7852703 \cdot 10^{7}$	$19{,}42054 \cdot 10^{5}$	$-6{,}4523131 \cdot 10^{8}$
33	$22{,}388131 \cdot 10^{21}$	$2{,}9982267 \cdot 10^{7}$	$21{,}29564 \cdot 10^{5}$	$-6{,}4310174 \cdot 10^{8}$
32	$28{,}520014 \cdot 10^{21}$	$3{,}2319968 \cdot 10^{7}$	$23{,}37701 \cdot 10^{5}$	$-6{,}4076404 \cdot 10^{8}$
31	$36{,}472175 \cdot 10^{21}$	$3{,}488887 \cdot 10^{7}$	$25{,}68902 \cdot 10^{5}$	$6{,}3819514 \cdot 10^{8}$
30	$46{,}821702 \cdot 10^{21}$	$3{,}7714797 \cdot 10^{7}$	$28{,}25927 \cdot 10^{5}$	$-6{,}3536921 \cdot 10^{8}$
29	$60{,}339245 \cdot 10^{21}$	$4{,}0826689 \cdot 10^{7}$	$31{,}11892 \cdot 10^{5}$	$-6{,}3225732 \cdot 10^{8}$
28	$78{,}057273 \cdot 10^{21}$	$4{,}4257015 \cdot 10^{7}$	$34{,}30326 \cdot 10^{5}$	$-6{,}2882699 \cdot 10^{8}$
27	$101{,}36343 \cdot 10^{21}$	$4{,}804224 \cdot 10^{7}$	$37{,}85225 \cdot 10^{5}$	$-6{,}2504177 \cdot 10^{8}$
26	$132{,}12878 \cdot 10^{21}$	$5{,}2223354 \cdot 10^{7}$	$41{,}81114 \cdot 10^{5}$	$-6{,}2086066 \cdot 10^{8}$
25	$172{,}88427 \cdot 10^{21}$	$5{,}6846485 \cdot 10^{7}$	$46{,}23131 \cdot 105$	$-6{,}1623752 \cdot 10^{8}$
24	$227{,}06452 \cdot 10^{21}$	$6{,}1963590 \cdot 10^{7}$	$51{,}17105 \cdot 10^{5}$	$-6{,}1112042 \cdot 10^{8}$
23	$299{,}34549 \cdot 10^{21}$	$6{,}7633250 \cdot 10^{7}$	$56{,}69660 \cdot 10^{5}$	$-6{,}0545076 \cdot 10^{8}$
22	$396{,}11356 \cdot 10^{21}$	$7{,}3921575 \cdot 10^{7}$	$62{,}88325 \cdot 10^{5}$	$-5{,}9916243 \cdot 10^{8}$
21	$5{,}2611922 \cdot 10^{23}$	$8{,}0903237 \cdot 10^{7}$	$6{,}981662 \cdot 10^{6}$	$-5{,}9218077 \cdot 10^{8}$
20	$7{,}0139089 \cdot 10^{23}$	$8{,}8662673 \cdot 10^{7}$	$7{,}759436 \cdot 10^{6}$	$-5{,}8442134 \cdot 10^{8}$
19	$9{,}3851579 \cdot 10^{23}$	$9{,}7295432 \cdot 10^{7}$	$8{,}632759 \cdot 10^{6}$	$-5{,}7578858 \cdot 10^{8}$
18	$12{,}604414 \cdot 10^{23}$	$10{,}690975 \cdot 10^{7}$	$9{,}661432 \cdot 10^{6}$	$-5{,}6617426 \cdot 10^{8}$
17	$16{,}990162 \cdot 10^{23}$	$11{,}762835 \cdot 10^{7}$	$10{,}71860 \cdot 10^{6}$	$-5{,}5545566 \cdot 10^{8}$
16	$22{,}985834 \cdot 10^{23}$	$12{,}959047 \cdot 10^{7}$	$11{,}96212 \cdot 10^{6}$	$-5{,}4349354 \cdot 10^{8}$
15	$31{,}210816 \cdot 10^{23}$	$14{,}295432 \cdot 10^{7}$	$13{,}36385 \cdot 10^{6}$	$-5{,}3012969 \cdot 10^{8}$
14	$42{,}533036 \cdot 10^{23}$	$15{,}789973 \cdot 10^{7}$	$14{,}94541 \cdot 10^{6}$	$-5{,}1518428 \cdot 10^{8}$
13	$58{,}172569 \cdot 10^{23}$	$17{,}463133 \cdot 10^{7}$	$16{,}73160 \cdot 10^{6}$	$-4{,}9845268 \cdot 10^{8}$
12	$79{,}850059 \cdot 10^{23}$	$19{,}338223 \cdot 10^{7}$	$18{,}75090 \cdot 10^{6}$	$-4{,}7970178 \cdot 10^{8}$
11	$109{,}99973 \cdot 10^{23}$	$21{,}441815 \cdot 10^{7}$	$21{,}03592 \cdot 10^{6}$	$-4{,}5866586 \cdot 10^{8}$
10	$152{,}07640 \cdot 10^{23}$	$23{,}804230 \cdot 10^{7}$	$23{,}62415 \cdot 10^{6}$	$-4{,}3504171 \cdot 10^{8}$
9	$210{,}99898 \cdot 10^{23}$	$26{,}460100 \cdot 10^{7}$	$26{,}55870 \cdot 10^{6}$	$-4{,}0848301 \cdot 10^{8}$
8	$293{,}79314 \cdot 10^{23}$	$29{,}449010 \cdot 10^{7}$	$29{,}88910 \cdot 10^{6}$	$-3{,}7859391 \cdot 10^{8}$
7	$410{,}52562 \cdot 10^{23}$	$32{,}816262 \cdot 10^{7}$	$33{,}67252 \cdot 10^{6}$	$-3{,}4492139 \cdot 10^{8}$
6	$575{,}66629 \cdot 10^{23}$	$36{,}613728 \cdot 10^{7}$	$37{,}97466 \cdot 10^{6}$	$-3{,}0694673 \cdot 10^{8}$
5	$810{,}07984 \cdot 10^{23}$	$40{,}900875 \cdot 10^{7}$	$42{,}87147 \cdot 10^{6}$	$-2{,}6407526 \cdot 10^{8}$
4	$1143{,}9474 \cdot 10^{23}$	$45{,}745929 \cdot 10^{7}$	$48{,}45054 \cdot 10^{6}$	$-2{,}1562472 \cdot 10^{8}$
3	$1621{,}0639 \cdot 10^{23}$	$51{,}227243 \cdot 10^{7}$	$54{,}81314 \cdot 10^{6}$	$-1{,}6081158 \cdot 10^{8}$
2	$2305{,}1798 \cdot 10^{23}$	$57{,}434880 \cdot 10^{7}$	$62{,}07637 \cdot 10^{6}$	$-0{,}9873521 \cdot 10^{8}$
1	$3289{,}3860 \cdot 10^{23}$	$64{,}472458 \cdot 10^{7}$	$70{,}37578 \cdot 10^{6}$	$-0{,}2835943 \cdot 10^{8}$
0	$1547{,}4560 \cdot 10^{23}$	$67{,}308401 \cdot 10^{7}$	$28{,}35943 \cdot 10^{6}$	0,000000

$$\sum_{0}^{71} V = 1{,}2773102 \cdot 10^{27}$$

Теперь, когда мы разбили всю конвективную зону на 70 сферических слоев, мы можем приступить к поиску объективных критериев для установления в них важнейших гиперчастотных параметров. Первым и совершенно объективным критерием является шаг фотона λ_γ, точно измеренный по всем диапазонам спектра, но перерасчитанный на основе $\lambda_\gamma = \sqrt{\mu/\nu_i}$. Ценность шага излучения, генерируемого i-ым слоем, состоит в том, что он равен межосцилляторному расстоянию a_i, т. е. для солнечной плазмы имеет место равенство:

$$a_i = \lambda_\gamma \tag{26.16}$$

Чрезвычайно важными и объективными критериями в анализе конвективной зоны являются солнечная постоянная s_0, установленная многочисленными *заатмосферными* измерениями, а также ее производная — полная мощность излучения Солнца $L_\odot$.

1. Поток солнечных нейтрино. Мною проработаны 25 вариантов полного решения конвективной зоны прежде чем удалось получить структуру, лишенную несходимостей. И тем не менее я не утверждаю, что предлагаемый здесь вариант является окончательным, ибо процессы, происходящие в конвективной зоне Солнца, являют собой верх динамизма и физической сложности.

Исходные данные для анализа:

$A_0 = 1{,}4467460 \cdot 10^{11}$ м

— астрономическая единица, уточненное значение;

$s_0 = 1360$ Вт $\cdot$ м$^{-2}$

— солнечная постоянная [30, 32];

$L_\odot = 4\pi A_0^2 \cdot s_0 = 3{,}5771183 \cdot 10^{26}$ Вт

— полная мощность солнечного излучения;

$k_\odot = 5{,}5393714 \cdot 10^{-12}$ Дж $\cdot$ К$^{-1}$

— энергетическая постоянная солнечной плазмы;

$$\varepsilon_q = \frac{1}{2}\,\alpha \cdot q_\lambda \cdot q_\lambda = \alpha \cdot q_\lambda^2/2 = 8{,}0231385 \cdot 10^{-22}\ \text{Дж} = \text{Const}$$

— электродинамическая энергия осциллятора солнечной плазмы, где $q_\lambda = -3{,}9271467 \cdot 10^{-21}$ — заряд электронного луча осциллятора; $\alpha = 1{,}0404472 \cdot 10^{20}$ Дж $\cdot$ Кл$^{-2}$ — электродинамическая постоянная осциллятора;

$$h_\odot = \varepsilon_q/\nu_{ел} = \alpha \cdot q_\lambda^2/2\nu_{ел} = 8{,}0231385 \cdot 10^{-22}\ \text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1} = \text{Const}$$

— момент импульса осциллятора солнечной плазмы;

$$E_i = f_i \cdot h_\odot = k_\odot \cdot T_i$$

— частотная и термодинамическая энергия осциллятора солнечной плазмы.

В самом начале исследования я, как и все остальные астрофизики, исходил из того, что практически вся солнечная энергия, поступающая на Землю, приходит в виде светового потока. А сейчас, когда я пишу эти строки, мне хорошо известно, что львиная доля солнечной энергии рассеивается в пространство в виде потока нейтрино. Доля же световой энергии по всему частотному спектру ничтожна мала и нужны специальные опыты для ее точного определения. Фактически генерация света в конвективных зонах звезд есть явление побочное, сопутствующее основному — генерации потока нейтрино и электронов в результате фазового перехода высшего рода (ФПВР). В доказательство того, что нас греет не свет солнечный, а поток солнечных нейтрино, можно привести два следующих факта.

1) Характерной особенностью фотона является момент его импульса, равный постоянной Герца $\hbar = 4{,}1106086 \cdot 10^{-34}$ кг·м^2·с$^{-1}$ и не зависящий от частоты луча. Вторая особенность фотона — одноразовость его взаимодействия с веществом, при котором он передает веществу энергию $\varepsilon_0 = \hbar \cdot \nu_{ед}$. Допустим, что классическая астрофизика права и лучистая энергия Солнца состоит только из светового потока. Тогда секундное истечение фотонов от Солнца составит A:

$$A = L_\odot / \hbar \cdot \nu_{ед} = 8{,}70216 \cdot 10^{59} \text{ фот} \cdot \text{с}^{-1}, \qquad (26.17)$$

При этом секундный расход нейтронного вещества на генерацию только излучаемого света составит B:

$$B = A \cdot m_э = 5{,}965 \cdot 10^{24} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \qquad (26.18)$$

При такой интенсивности ФПВР продолжительной жизни Солнца, как энергетической системы, составит C:

$$C = m_\odot / B = 3{,}0151844 \cdot 10^5 \text{ с} = 3{,}489 \text{ сут.} \qquad (26.19)$$

Таким образом мы пришли к абсурдному результату, ибо Солнце уже функционирует $T_\odot = 1{,}5779 \cdot 10^{17}$ с $= 5 \cdot 10^9$ лет. Стало быть, частицы, нисходящие от Солнца, обладают значительно большей энергией, чем фотон и могут ими быть только нейтрино, т. е. электрино, летящие по прямолинейным траекториям.

2) Общепринято думать, что Солнце обладает значительным магнитным полем, индукция которого составляет около $2 \cdot 10^{-4}$ Тл, а поток вблизи полюсов — около $8 \cdot 10^{21}$ Мк [30]. При этом никого не шокирует тот факт, что находясь на Земле, люди измеряют параметры магнитного поля Солнца. Я бы предложил этим специ-

алистам по магнитному полю слетать на Луну и, сидя на ней, измерить магнитное поле Земли, которое здесь хорошо промерено. Могу с уверенностью утверждать, что при этом они не обнаружат и намека на существование магнитного поля у Земли. И этот нулевой эффект возможно заставил бы их задуматься над тем, что же они измеряли у Солнца в качестве магнитного поля.

Зададимся вопросом: чем отличается магнитный поток от потока нейтрино? Принципиально — ничем, ибо в обоих потоках действующий объект — электрино. Отличие может касаться лишь плотности потока и скорости частиц в потоке. Если же взять структурную основу этих потоков, то разница между ними состоит в том, что всякий магнитный поток организован вокруг силового центра, представляющего собой отрицательный электростатический потенциал, обусловленный наличием определенного числа избыточных электронов. Поток же солнечных нейтрино не организован, он свободно расходится от Солнца во все стороны физического пространства, плотность которого падает по мере удаления от источника. Солнце не имеет магнитного поля и не может его иметь на стадии активного функционирования. А «магнитный поток» Солнца, экспериментально определяемый на основе эффекта Зеемана, есть нейтринный поток, начинающийся на Солнце и заканчивающийся на Земле. Блестящим подтверждением этому служат отличные снимки Солнца и его частей, сделанные в 1974 году на обсерватории Китт-Пик и именуемые магнитограммами, хотя будет точнее называть их нейтринограммами [36, фото 1—3].

Рассмотрим основные свойства нейтрино, испускаемые внешним слоем конвективной зоны и ее придонным полуслоем. Как мы уже знаем, энергия связи электрино в составе нейтрона равна постоянной Резерфорда $\mathcal{P} = 1{,}3037881 \cdot 10^{-21}$ Дж. Особенность солнечной плазмы состоит в том, что она достаточно разрежена и в ней нет электронных глобул, как в плазме горения в земных условиях. Поэтому электрино, отрываемые от осцилляторов электронами — генераторами, не становятся гиперчастотными осцилляторами, раздающими энергию связи окружающим частицам плазмы, а покидают конвективную зону в качестве нейтрино. При этом их скорость является функцией межосцилляторного расстояния a_i. Из таблицы 10 следует, что $a_0 = 1{,}216727 \cdot 10^{-5}$ м и $a_{71} = 2{,}9469125 \cdot 10^{-8}$ м.

$$v_{\nu 0} = \frac{2\mathcal{P}}{m_э \cdot a_0 \cdot \nu_{ед}} = \frac{2.13{,}037881 \cdot 10^{-22}}{8{,}341589 \cdot 10^{-41}} = 3{,}1259945 \cdot 10^{19} \ \text{м} \cdot \text{с}^{-1} \qquad (26.20)$$

— скорость нейтрино, генерируемого внешним слоем конвективной зоны.

$$v_{\nu 1} = \frac{2\mathcal{P}}{m_э \cdot a_{\tau 1} \cdot \nu_{ед}} = \frac{2{,}6075762 \cdot 10^{-21}}{2{,}0203316 \cdot 10^{-43}} = 1{,}2906674 \cdot 10^{22} \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \quad (26.21)$$

— скорость нейтрино придонного слоя.

Солнечная плазма представляет собой жидкокристаллическую структуру, но не глобулярную как плазма горсния. Это связано прежде всего с большой массой осцилляторов солнечной плазмы и малой скоростью их блуждания. Электроны — генераторы наоборот обладают очень большой подвижностью. При этом расстояние между электроном и осцилляторами в i-ом слое всегда составляет $r_i = a_i/2$, именно поэтому в числителе (26.20—26.21) и появляется коэффициент 2. Полученные скорости солнечного нейтрино — это предельные значения для всего нейтринного потока. Нетрудно видеть, что нейтрино несет в себе всю свою энергию связи, равную постоянной Резерфорда.

$$\varepsilon_\nu = m_э \cdot n_{\nu i} \cdot a_i \cdot \nu_{ед}/2 = \mathcal{P}. \quad (26.22)$$

Из которого следует, что оно является частицей многоразового взаимодействия с веществом. Как было показано в § 14, в энергии связи электрино содержится $n_{\hbar} = 3{,}1717642 \cdot 10^{12}$ квантов частотной энергии (14.113), т. е. нейтрино может $n_{\hbar}$ раз вступать в повторные взаимодействия с веществом — в этом важнейшее его достоинство как носителя энергии. Иными словами, по своей энергоемкости каждое нейтрино заменяет $n_{\hbar}$ фотонов солнечного света. Поэтому истинный секундный расход нейтронного вещества конвективной зоной Солнца μ определится на основе энергии нейтрино, а не фотона:

$$\mu = L_\odot/C_э = L_\odot \cdot m_э/P = 1{,}8809693 \cdot 10^{12} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1}, \quad (26.23)$$

$$\Delta m_\odot = \mu \cdot T_\odot = 2{,}9679814 \cdot 10^{29} \text{ кг}$$

— масса Солнца, израсходованная на ФПВР за весь период его существования (без учета массы электронов).

Как видим $\Delta m_\odot = 16{,}49927\% m_\odot$ и теперь нет никакого противоречия в наших результатах, Солнце еще миллиарды лет будет посылать свою живительную энергию на Землю в виде потока нейтрино и световых фотонов.

Из (26.22) с очевидностью следует новая фундаментальная постоянная, представляющая собой секториальную скорость нейтрино δ:

$$\delta = v_{\nu i} \cdot a_i/2 = 1{,}9017419 \cdot 10^{14} \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-1} = \text{const}. \quad (26.25)$$

Теперь скорость нейтрино, генерируемого i-ым слоем конвективной

зоны, легко определяется только на основе межосцилляторного расстояния плазмы в этом слое a_i:

$$v_{\omega} = 2\delta / a_i. \qquad (26.26)$$

Напомню, что существует еще одна категория солнечных нейтрино, обладающих предельной в природе скоростью, которую мы уже рассматривали выше (22.2). Доля этих сверхскоростных нейтрино в общем потоке составляет 10^{-10}, но несмотря на малость содержания эти нейтрино играют роль первой скрипки в процессе фазового перехода высшего рода в солнечной плазме, о чем разговор будет ниже.

Итак, солнечный свет всех частот в качестве носителя энергии играет второстепенную роль и пока не будет точно определена его доля в излучаемой мощности Солнца нам придется исходить из положения, что вся лучистая энергия Солнца рассеивается в виде потока нейтрино.

2. Средний шаг фотона конвективной зоны Солнца.

Как было сказано выше, солнечная плазма имеет структуру жидкого кристалла, в которой важнейшую роль играет межосцилляторное расстояние a_i, одновременно выступающее и в роли ребра элементарной ячейки i-го слоя, и в роли шага фотона λ_{oi}, излучаемого этим слоем света, т. е. для i-го слоя конвективной зоны справедливо равенство:

$$a_i = \lambda_{oi} \qquad (26.27)$$

где λ_{oi} — генераторный шаг фотона светового излучения i-го слоя. Объем элементарной ячейки плазмы V_{gi}, объемная плотность осцилляторов N_i и генераторная частота излучаемого слоем света V_{oi} определяется из соотношений:

$$V_{gi} = a_i^3 = \lambda_{oi}^3, \qquad (26.28)$$

$$N_i = 1/V_{gi} = 1/a_i^3 \qquad (26.29)$$

$$f_i = \mu/a_i^2 = \mu/\lambda_{0i}^2, \qquad (26.30)$$

где μ — постоянная Милликена, f_i — частота осциллятора. Установлено, что объемная плотность электронов — генераторов меньше таковой осцилляторов во всех слоях конвективной зоны в $n_{\hbar}$ раз и составляет N_{ei}:

$$N_{ei} = N_i/n_{\hbar} = 1/a_i^3 \cdot n_{\hbar}. \qquad (26.31)$$

Также установлено, что существует совершенно объективный путь к установлению объемной плотности осцилляторов, от поверхности конвективной зоны до ее дна. Он основан на солнечной

постоянной s_0, ведущей к полной мощности излучения Солнца $L_\odot$. Для определения полного числа нейтрино, излучаемых Солнцем в единицу времени, можно составить систему из двух уравнений:

$$\left.\begin{aligned} n_\nu &= L_\odot/\mathcal{P} \\ n_\nu &= N_{ek}\cdot f_{ek}\cdot V_\odot\cdot\eta_\odot \end{aligned}\right\}, \tag{26.32}$$

где N_{ek} — средняя объемная плотность генераторов по всему объему конвективной зоны, f_{ek} — средняя частота генератора также по всей конвективной зоне, $\eta_\odot = 0{,}953637$ — КПД фазового перехода высшего рода для солнечной плазмы. Поскольку частота генератора f_{el} равна частоте осциллятора f_l, то для произведения $N_{ek}\cdot f_{ek}$ имеем:

$$N_{ek}\cdot f_{ek} = \frac{1}{a_k^3\cdot n_{\hbar}}\cdot\frac{\mu}{a_k^2} = \frac{\mu}{a_k^5\cdot n_{\hbar}}. \tag{26.33}$$

С учетом этого система (26.32) приводит к уравнению с единственным неизвестным $a_k^5 = \lambda_{ok}^5$ — средним шагом фотона для конвективной зоны:

$$\frac{L_\odot}{\mathcal{P}} = \frac{\mu\cdot\eta_\odot V_\odot}{a_k^5\cdot n_{\hbar}}. \tag{26.34}$$

$$a_k = \sqrt[5]{\mu\cdot\mathcal{P}\cdot\eta_\odot\cdot V_\odot/L_\odot n_{\hbar}} = \sqrt[5]{16785{,}454\cdot10^{-35}\ \text{м}^5} =$$

$$6{,}9982045\cdot10^{-7}\ \text{м} = \text{Const на эпоху 1993}, \tag{26.35}$$

$$V_{gk} = a_k^3 = 3{,}4273612\cdot10^{-19}\ \text{м}^3 = \text{Const на эпоху 1993}, \tag{26.36}$$

$$f_{ok} = \mu/\lambda_{ok}^2 = 2{,}4485412\cdot10^{14}\ \text{с}^{-1} = \text{Const на эпоху 1993}, \tag{26.37}$$

$$N_k = 1/a_k^3 = 2{,}9176965\cdot10^{18}\ \text{м}^{-3} = \text{Const на эпоху 1993}, \tag{26.38}$$

$$N_{ek} = 1/a_k^3\cdot n_{\hbar} = 9{,}1989704\cdot10^{5}\ \text{м}^{-3} = \text{Const на эпоху 1993}. \tag{26.39}$$

Все эти пять величин (26.35—26.39) являются важными показателями солнечной плазмы, характеризующими ее состояние на текущий период. Очевидно все они являются еще и монотонной функцией времени. Из шести величин, входящих в подкоренное выражение (26.35), три являются фундаментальными постоянными, а три — переменными. Выпишем переменные величины и сделаем небольшие преобразования:

$$\sigma_\odot = \frac{\eta_\odot\cdot V_\odot}{L_\odot} = \frac{\eta_\odot 4\pi R_\odot^3/3}{4\pi A_0^2\cdot S_0} = \frac{\eta_\odot\cdot R_\odot^3}{3A_0^2\cdot S_\odot}, \quad \text{м}^3/\text{Вт}. \tag{26.40}$$

Поскольку эта величина является обратной мощности единицы объема солнечной плазмы, то удобнее взять обратную ей величину:

$$A_\odot = \frac{1}{\sigma_\odot} = \frac{L_\odot}{\eta_\odot \cdot V_\odot} = 0{,}29366603\ \text{Вт}\cdot\text{м}^{-3} = \text{Const на эпоху 1993.} \tag{26.41}$$

Конечно, для нас сегодня имеет чрезвычайно большое значение функция $\sigma_\odot = f(\tau)$. Каким было значение $\sigma_\odot$ в начале эволюции Солнца и каким оно станет к ее концу — вот важнейшая проблема для человеческой цивилизации. Легко раскрывается лишь функция $R_\odot = f(\tau)$. Так, в начале эволюции радиус Солнца составлял $R_\odot \approx 3{,}6\cdot 10^5$ м, а объем конвективной зоны $V_{ko} = 0$. За прошедший период $T_\odot = 1{,}5779075\cdot 10^{17}$ с радиус Солнца увеличился до нынешнего значения $R_\odot$ и, стало быть, секундное приращение радиуса и объема конвективной зоны легко устанавливаются:

$$\Delta R_\odot = \frac{R_\odot - R_0}{T_\odot} = \frac{l_k}{T_\odot} = 4{,}2633931\cdot 10^{-9}\ \text{м}\cdot\text{с}^{-1}, \tag{26.42}$$

$$\Delta V_\odot = (V_\odot - V_{n\odot})/T_\odot = 8{,}0949624\cdot 10^{9}\ \text{м}^3\cdot\text{с}^{-1}. \tag{26.43}$$

Таким образом за период $T_\odot$ среднегодовое приращение видимого радиуса Солнца составляет $\Delta l_\odot$, а приращение объема ΔV_k:

$$\Delta l_\odot = \Delta R_\odot \cdot 3{,}155815\cdot 10^7\ \text{с} = 1{,}3454479\cdot 10^{-1}\ \text{м/год}, \tag{26.44}$$

$$\Delta V_k = \Delta V_\odot \cdot 3{,}155815\cdot 10^7\ \text{с} = 2{,}5546203\cdot 10^{17}\ \text{м}^3/\text{год}. \tag{26.45}$$

При этом годовое приращение мощности конвективной зоны составит ΔW_k:

$$\Delta W_k = A_\odot \cdot \Delta V_k = 7{,}502052\cdot 10^{16}\ \text{Вт/год}, \tag{26.46}$$

а годовое приращение излучаемой мощности составит $\Delta L_\odot$:

$$\Delta L_\odot = \Delta W_k \cdot \eta_\odot = 7{,}1542343\cdot 10^{16}\ \text{Вт} = 2\cdot 10^{-10}\cdot L_\odot \tag{26.47}$$

Соблюдаются ли эти темпы приращения сегодня или Солнце находится в стадии динамического равновесия, характеризующегося постоянством объема конвективной зоны и генерируемой ею энергии? Только длительные и точные наблюдения могут дать ответ на этот и ряд других вопросов. Пожалуй, в этих наблюдениях упор следует делать на регулярное измерение солнечной постоянной, годичное приращение которой ожидается равной Δs_0:

$$\Delta s_0 = \Delta L_\odot / 4\pi A_0^2 = 2{,}72\cdot 10^{-7}\ \text{Вт}\cdot\text{м}^{-2} \tag{26.48}$$

Ниже будет доказано, что астрономическая единица A_0 не является функцией времени, хотя масса Солнца беспрерывно уменьшается, т. е. $A_0 = \text{Const}$. Есть основание допускать, что приращение солнечной постоянной несколько отстает от приращения объема конвективной зоны и в целом отношение $\eta_\odot \cdot R_\odot^3 / s_0$ постепенно возрастает, т. е.

$$\eta_\odot \cdot R_\odot^3 / s_0 \to \infty. \tag{26.49}$$

В этом случае значение $\sigma_\odot$ в начале эволюции Солнца было значительно меньше нынешнего, а в конце эволюции будет существенно больше, чем сегодня. Из этого следует, что в начале эволюции Солнце было голубым, $c\lambda_k \approx 4{,}2 \cdot 10^{-7}$ м, затем оно прошло стадию белой звезды, сегодня — оно в желтой стадии $c\lambda_k = 7 \cdot 10^{-7}$ м, за которой последует стадия красного гиганта с непомерно увеличенным объемом конвективной зоны, малым КПД и $\lambda_k \approx 2 \cdot 10^{-6}$ м. В какой мере такое представление соответствует действительности покажет далекое будущее. И наконец, несколько слов о сути $\eta_\odot$. Как было показано в § 9, наряду с фазовым переходом высшего рода существует и обратный ФПВР, в результате которого происходит синтез композиционного вещества из элементарных частиц. Иными словами световой и нейтринный поток, взаимодействуя со свободными электронами, конденсируется в вещество начального состояния, т. е. в осцилляторы. Так вот, $\eta_\odot = 0{,}953637$ означает, что 4,6363% генерируемых конвективной зоной нейтрино, фотонов и электронов возвращается назад уже из короны, где завершается процесс конденсации, в виде протуберанцев класса А по Мензелу и Эвансу. Подробнее этот вопрос обсуждается ниже. Численное значение получено косвенными путями и в будущем может подвергнуться уточнению.

3. Дно конвективной зоны. Для того чтобы разнести межосцилляторное расстояние по слоям конвективной зоны, необходимо знать значение этого параметра во внешнем слое и придонном слое. Оказалось, что существует объективный критерий для установления максимального межосцилляторного расстояния в придонном слое конвективной зоны a_{max}. Он базируется на том, что самый нижний слой плазмы, примыкающий к поверхности нейтронного ядра, генерирует высокоскоростные нейтрино, бомбардирующие поверхность ядра и отрывающие от нее микрокусочки нейтронного вещества — осцилляторы, массой m_{η_1}. Нейтрино, ударяясь о поверхность ядра, развивает локальное давление P_ν, превышающее прочность нейтронного тела P_n, что и является механической основой отторжения микрокусочков нейтронного вещества от нейтронного ядра Солнца. Этот процесс возможен при выполнении условия:

$$P_n - P_\nu = 0 \tag{26.50}$$

Локальное давление нейтрино легко определяется из соотношения

$$P_\nu = \frac{m_э \cdot v_\nu \cdot \nu_{ед}}{\pi R_э^2}, \text{ Па.} \tag{26.51}$$

Введя это значение в (26.50) и решая уравнение относительно скорости нейтрино, получим:

$$v_\nu = \frac{P_л \cdot \pi R_э^2}{m_э \cdot \nu_{ед}}. \tag{26.52}$$

А исходя из энергии связи электрино, равной постоянной Резерфорда P для этой же скорости можем записать:

$$v_\nu = \mathcal{P}/m_э \cdot r_{70} \cdot \nu_{ед} \tag{26.53}$$

Приравняв правые части (26.52) и (26.53) и учитывая, что $r_{70} = a_{70}/2$ получим предельное значение межосцилляторного расстояния a_{70max}:

$$a_{70max} = \frac{2\mathcal{P}}{P_л \cdot \pi R_э^2}, \tag{26.54}$$

$$a_{70max} = \frac{26.075762 \cdot 10^{-22}}{6{,}9502174 \cdot 10^{-14}} = 3{,}7517908 \cdot 10^{-8} \text{ м}.$$

Из этого результата следует, что при всех значениях межосцилляторного расстояния $a_i \le a_{70_{max}}$ генерируемые нейтрино обладают достаточной силой для дробления поверхности нейтронного ядра Солнца. В частности, минимальная скорость нейтрино, при которой еще возможен этот процесс, составляет $V_{\nu min}$:

$$v_{\nu min} = 2\mathcal{P}/m_э \cdot a_{70max} \cdot \nu_{ед} = 1{,}0137783 \cdot 10^{22} \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}. \tag{26.55}$$

Установлено, что реальное межосцилляторное расстояние в придонном слое солнечной плазмы существенно меньше максимально допустимого и составляет

$$a_{70} = 3{,}1168375 \cdot 10^{-8} \text{ м}, \tag{26.56}$$

$$a_{71} = 2{,}9469125 \cdot 10^{-8} \text{ м}. \tag{26.57}$$

Знание этого чрезвычайно важного параметра позволяет определить целый ряд гиперчастотных свойств плазмы придонного полуслоя N71.

$$V_{g71} = a_{71}^3 = 2{,}5591852 \cdot 10^{-23} \text{ м}^3, \tag{26.58}$$

$$N_{71} = 1/a_{71}^3 = 3{,}9074936 \cdot 10^{22} \text{ м}^{-3}, \tag{26.59}$$

$$f_{71} = \mu / a_{71}^2 = 1{,}380849 \cdot 10^{17}\ \text{с}^{-1}, \tag{26.60}$$

$$T_{71} = f_{71} \cdot h_{\odot} / k_{\odot} = 2 \cdot 10^{7}\ \text{К}, \tag{26.61}$$

$$P_{71} = k_{\odot} \mathrm{T}_{71} \cdot N_{71} = 4{,}3290113 \cdot 10^{-8}\ \text{Па}, \tag{26.62}$$

$$P_{71} = 7{,}6206413 \cdot 10^{7}\ \text{кг} \cdot \text{м}^{-3}, \tag{26.63}$$

$$m_{71} = V_{g71} \cdot P_{71} = 1{,}9502632 \cdot 10^{-15}\ \text{кг}, \tag{26.64}$$

$$A_{71} = m_{71} / m_{n} = 1{,}174454 \cdot 10^{12}\ \text{а. е.} \tag{26.65}$$

— атомная масса осциллятора придонного слоя,

$$\eta_{71} = \frac{m_{71} \cdot f_{71}}{4 a_{71}} = 2{,}2846105 \cdot 10^{9}\ \text{Па} \cdot \text{с} \tag{26.66}$$

— динамическая вязкость плазмы придонного слоя.

Таким образом, мы получили объективную картину термодинамического состояния солнечной плазмы на дне конвективной зоны. Такую же картину можно получить относительно внешнего полуслоя и хромосферного газа.

4. Параметры плазмы внешнего полуслоя конвективной зоны. Для решения межосцилляторного расстояния хромосферного газа достаточно воспользоваться вторым уравнением, определяющим a_k:

$$a_k = \sqrt{a_{70} \cdot a_{h0}}, \tag{26.67}$$

где a_{h0} — межосцилляторное расстояние у внешней границы хромосферы, на высоте спикул. Поскольку a_k и a_{70} уже определены, то из (26.67) легко находится a_{h0}:

$$a_{h0} = \frac{a_k^2}{a_{70}} = \frac{4{,}8974866 \cdot 10^{-13}}{3{,}1168375 \cdot 10^{-8}} = 1{,}5712999 \cdot 10^{-5}\ \text{м}, \tag{26.68}$$

$$f_{h0} = \frac{\mu}{a_{h0}^2} = \frac{119{,}91698}{2{,}4689833 \cdot 10^{-10}} = 4{,}8569376 \cdot 10^{11}\ \text{с}^{-1}. \tag{26.69}$$

Как видим f_{h0} относится к высокочастотному краю радиоизлучения Солнца. Теперь, зная межосцилляторное расстояние плазмы у внешнего края хромосферы и на дне конвективной зоны, не представляет труда составить степенной ряд из $n = 74$ членов (70 слоев конвективной зоны, плюс ее внешний полуслой и три хромосферных слоя) для разнесения этого параметра по всем остальным слоям.

$$C_a = \frac{a_{h0}}{a_{70}} = \frac{1571{,}2999 \cdot 10^{-8}}{3{,}1168375 \cdot 10^{-8}} = 504{,}13276 \tag{26.70}$$

— градиент межосцилляторного расстояния конвективной зоны.

$$\kappa = \sqrt[(n-1)]{C_a} = \sqrt[73]{504{,}13276} = 1{,}0889831 \qquad (26.71)$$

— базовый член степенного ряда

$$s_0,\ s_1,\ s_2,\ \ldots\ s_{73},\ s_i = \kappa^i,\ \text{где}\ i = 0,\ 1,\ 2\ \ldots\ 73 \qquad (26.72)$$

$$a_i = a_{h0}/s_i \text{ — межосцилляторное расстояние } i\text{-го слоя.} \qquad (26.73)$$

Первые три члена степенного ряда (s_0—s_2) определяют три хромосферных слоя с межосцилляторным расстоянием плазмы a_{h0}, $a_{h1} = 1{,}4429056 \cdot 10^{-5}$ м, $a_{h2} = 1{,}3250027 \cdot 10^{-5}$ м, из которых два нижних излучают в далеком инфракрасном диапазоне, точнее — генерируют в этом диапазоне, ибо как будет показано ниже, между генераторной и излучаемой частотами каждого слоя существует значительное расхождение.

Остальные члены степенного ряда, начиная с s_3, определяют межосцилляторное расстояние в слоях собственно конвективной зоны.

Очень важным моментом в исследовании конвективной зоны является правильное определение массы среднего осциллятора нулевого полуслоя m_0. К счастью и в этом вопросе у нас имеется возможность опереться на объективный критерий, основанный на определении массы парения частицы в гравитационном поле Солнца.

Из прямых наблюдений известно, что солнечная плазма вертикальным током поднимается до поверхности в виде гранул, где переходит в горизонтальное течение от центра гранулы к ее краям, а затем течение приобретает обратное первоначальному направление, уходя вглубь конвективной зоны по межгранульным полостям. Этот поворот течения плазмы и создает четко очерченный край солнечного диска. При этом совершенно очевидно, что ротация вектора движения происходит только для осцилляторов, масса которых больше или равна массе парения m_p, а все остальные частицы, обладающие массой меньше m_p, покидают конвективную зону и образуют хромосферный газ, переходящий затем в корону. Это так называемая легкая фракция солнечной плазмы, которая излучает сначала только в далеком инфракрасном спектре, затем, по мере подъема все выше, она излучает высокочастотное, среднечастотное и низкочастотное радиоизлучение, пока полностью не расщепятся его осцилляторы фазовым переходом высшего рода.

Для аналитического решения массы парения в общем виде можно составить уравнение следующего вида:

$$m_p \cdot g_i = \frac{1}{3} P_i S_p n, \qquad (26.74)$$

где m_p — масса парения; g_i — ускорение свободного падения на исследуемой высоте; P_i — давление среды; $S_p = \pi d_p^2$ — поверхность парящей частицы сферической формы; $n = d_{gi}^2/d_p^2$ число осциллято-

ров одновременно взаимодействующих с частицей. По законам гиперчастотной механики (26.74) преобразуется к виду:

$$m_p \cdot g_i = \frac{1}{3} \cdot P_i \pi d_p^2 \cdot \frac{d_{gi}^2}{d_p^2} = \frac{1}{3} \cdot \frac{f_i h}{V_{gi}} \cdot \pi d_{gi}^2 = \frac{1}{3} \cdot \frac{f_i h}{\pi a_{gi}^3 / 6} \cdot \pi d_{gi}^2 = \frac{2 f_i h}{d_{gi}} = \frac{2kT_i}{d_{gi}}. \quad (26.75)$$

Применительно к поверхности конвективной зоны Солнца это соотношение приобретает вид:

$$m_{p\odot} = \frac{2k_\odot \cdot T_0}{g_\odot a_0 n_{\hbar}} = \frac{2k_\odot \cdot \frac{h_\odot \cdot f_0}{k_\odot}}{g_\odot \cdot a_0 \cdot n_{\hbar}} = \frac{2h_\odot \cdot f_0}{g_\odot \cdot a_0 \cdot n_{\hbar}} =$$

$$\frac{2h_\odot \cdot \mu}{I_\odot / R_\odot^2 \cdot a_0^3 \cdot n_{\hbar}} = \frac{2h_\odot \cdot \mu R_\odot^2}{I_\odot \cdot a_0^3 \cdot n_{\hbar}} = 1{,}2714699 \cdot 10^{-19} \text{ кг}, \quad (26.76)$$

где $n_{\hbar} = 3{,}1714276 \cdot 10^{12} = \text{Const}$, — частотный запас нейтрино, входящий также и в состав $h_\odot$; $I_\odot$ — постоянная гравитация Солнца; μ — постоянная Милликена; $h_\odot$ — момент импульса осциллятора солнечной плазмы.

Истинное среднее значение массы осциллятора нулевого полуслоя оказалось несколько больше и составляет

$$m_0 = 3{,}4309231 \cdot 10^{-19} \text{ кг}. \quad (26.77)$$

Теперь легко разнести массу осциллятора по слоям конвективной зоны и определить Термодинамические параметры плазмы в нулевом полуслое, обозначаемые индексом «нуль».

$$C_m = \frac{m_{70}}{m_0} = \frac{17{,}238286 \cdot 10^{-16}}{3{,}4309231 \cdot 10^{-19}} = 5{,}0243871 \cdot 10^3 \quad (26.78)$$

— градиент массы осциллятора вдоль радиуса Солнца;

$$K_m = \sqrt[70]{C_m} = \sqrt[70]{5024{,}3871} = 1{,}1294646 \quad (26.79)$$

— базис степенного ряда для разнесения массы осциллятора по слоям;

$$m_i = m_o \cdot k'_m$$

— масса осциллятора i-го слоя, где $i = 0, 1, 2 \ldots 70$ — порядковый номер слоя.

$$a_0 = 1{,}2167276 \cdot 10^{-5} \text{ м} \quad (26.80)$$

— межосцилляторное расстояние в нулевом полуслое;

$$V_{g0} = 1{,}8012751 \cdot 10^{-15} \text{ м}^3, \quad (26.81)$$

$$N_0 = 5{,}5516228 \cdot 10^{14} \text{ м}^{-3}, \quad (26.82)$$

$$f_0 = 8{,}1001671 \cdot 10^{11}\ \text{с}^{-1}, \tag{26.83}$$

$$T_0 = 1{,}1732155 \cdot 10^{2}\ \text{К}, \tag{26.84}$$

$$P_0 = 3{,}6079307 \cdot 10^{5}\ \text{Па}, \tag{26.85}$$

$$\rho_0 = m_0 \cdot N_0 = 1{,}904719 \cdot 10^{-4}\ \text{кг} \cdot \text{м}^{-3}, \tag{26.86}$$

$$\eta_0 = m_0 f_0 / 4a_0 = 5{,}5422203 \cdot 10^{-3}\ \text{Па} \cdot \text{с}, \tag{26.87}$$

$$\xi_\odot = h_\odot / k_\odot = 1{,}4483843 \cdot 10^{-10}\ \text{К} \cdot \text{с} = \text{Const}$$

— температурная постоянная солнечной плазмы.

$$\psi_\odot = 1/\xi_\odot = k_\odot / h_\odot = 6{,}9042445 \cdot 10^{11}\ \text{К}^{-1} \cdot \text{с}^{-1} = \text{Const} \tag{26.89}$$

— частотная постоянная солнечной плазмы.

На этом можно остановиться в изложении методической основы исследования конвективной зоны Солнца в рамках единой теории физики. Ниже я приведу полученные результаты, сведенные в таблицы, которые часто лишены необходимости комментировать.

5. Термодинамические параметры конвективной зоны в функции от глубины H. Наибольшую неожиданность в полученных результатах представляет температура на поверхности Солнца $T_0 = 117{,}32155$ К $= -155{,}828°$ С вместо принятого значения $T'_0 = 6430$ К [30]. Каждый астрофизик готов кричать, что этого не может быть. *И я полагал то же самое и исходил во всех расчетах от* T'_0, пока не установил, что эта температура является причиной несходимости экспериментально наблюдаемой и теоретической мощности Солнца. Чтобы понять ошибочность T'_0, достаточно вспомнить, что она определена из закона смещения Вина или из известного уравнения Планка, описывающего связь между температурой твердого тела и его излучением, т. е. уравнение Планка дает функциональную связь между частотой осцилляторов твердой стенки и их термодинамической температурой. Уравнение применимо лишь к нагретым веществам высокой плотности с межатомным расстоянием $a \approx 2 \cdot 10^{-10}$ м. Солнце же излучает не поверхностью, а всей толщей конвективной зоны, всем ее объемом. Поэтому уравнение Планка и закон смещения Вина к его излучению не имеют никакого отношения. Во-вторых, солнечная плазма придонного слоя в результате мощного конвективного движения за сравнительно короткий период τ_k, поднимается на поверхность, при котором начальный объем увеличивается в 10^7 раз, что неминуемо ведет к падению начальной температуры T_{7_1} до T_0 и это полностью согласуется с законами гиперчастотной механики, с законами газовой динамики.

В первой графе таблицы 9 приводится масса слоев конвективной

зоны, определяемая как $M_i = \rho_i \cdot V_i$, где V_i — объем слоя. Теперь, зная массы M_{70} и M_{71}, образующих плазменную часть ядра Солнца и, зная полную массу всех слоев, составляющих массу конвективной зоны, мы можем вернуться к прерванному рассмотрению ядра и получить по нему точные решения.

§ 27. Ядро Солнца.

Суммирование масс 70 слоев и двух полуслоев (внешнего и придонного) конвективной зоны приводит к определению полной массы солнечной плазмы M_k:

$$M_k = \sum_0^{71} M = 1{,}442676333706 \cdot 10^{28} \text{ кг}. \tag{27.1}$$

Новое значение астрономической единицы A_0 обусловливает и новое значение постоянной гравитации Солнца $I_\odot$, а через нее — и более точное определение массы Солнца $m_\odot$:

$$I_\odot = A_0^3 \cdot n_\oplus^2 = 1{,}2001975 \cdot 10^{20} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-2} = \text{Const} \tag{27.2}$$

— постоянная гравитации Солнца.

$$m_\odot = I_\odot / G = \frac{12{,}001975 \cdot 10^{19}}{6{,}6720022 \cdot 10^{-11}} = 1{,}7988565 \cdot 10^{30} \text{ кг}, \tag{27.3}$$

где $n_\oplus$ среднее движение Земли. Как было сказано выше, ядро Солнца состоит из двух частей — нейтронной и плазменной. Масса плазменной части ядра есть сумма масс M_{70} и M_{71}, которую обозначим M_{N1}:

$$M_{N1} = M_{70} + M_{71} = 5{,}2845635 \cdot 10^{27} \text{ кг}. \tag{27.4}$$

Эти исходные величины позволяют определить все остальные физические и геометрические свойства ядра Солнца.

$$M_{n\odot} = m_\odot - M_k = 1{,}78442973663 \cdot 10^{30} \text{ кг} = 99{,}1980035\% m_\odot \tag{27.5}$$

— масса нейтронного ядра Солнца;

$$V_{n\odot} = M_{n\odot} / \rho_n = \frac{17{,}844297 \cdot 10^{29}}{9{,}2019428 \cdot 10^{12}} = 1{,}9391879 \cdot 10^{17} \text{ м}^3 \tag{27.6}$$

— объем нейтронного ядра Солнца;

$$d_{n\odot} = \sqrt[3]{\frac{6V_{n\odot}}{\pi}} = \sqrt[3]{370{,}35761 \cdot 10^{15} \text{ м}^3} = 7 \cdot 18136665 \cdot 10^5 \text{ м} \tag{27.7}$$

— диаметр нейтронного ядра;

Таблица 9

Масса и термодинамические свойства слоев конвективной зоны

Номер слоя	масса слоя, M, кг	Плотность плазмы: ρ, кг·м$^{-3}$	Давление плазмы P, Па	Температура плазмы T, K
0	$2{,}9474688\cdot10^{22}$	$1{,}904719\cdot10^{-4}$	$3{,}6079307\cdot10^{5}$	$1{,}1732155\cdot10^{2}$
1	$9{,}1386432\cdot10^{22}$	$2{,}7782216\cdot10^{-4}$	$5{,}5254007\cdot10^{5}$	$1{,}3912976\cdot10^{2}$
2	$9{,}3413070\cdot10^{22}$	$4{,}0523117\cdot10^{-4}$	$8{,}4619288\cdot10^{5}$	$1{,}6499176\cdot10^{2}$
3	$9{,}5816199\cdot10^{22}$	$5{,}9106985\cdot10^{-4}$	$1{,}2959102\cdot10^{6}$	$1{,}9566109\cdot10^{2}$
4	$9{,}8623599\cdot10^{22}$	$8{,}6213404\cdot10^{-4}$	$1{,}9843404\cdot10^{6}$	$2{,}3203138\cdot10^{2}$
5	$10{,}186821\cdot10^{22}$	$1{,}2575083\cdot10^{-3}$	$3{,}0393886\cdot10^{6}$	$2{,}7516236\cdot10^{2}$
6	$10{,}557391\cdot10^{22}$	$1{,}8339430\cdot10^{-3}$	$4{,}6547020\cdot10^{6}$	$3{,}2631067\cdot10^{2}$
7	$10{,}983053\cdot10^{22}$	$2{,}6753636\cdot10^{-3}$	$7{,}1284894\cdot10^{6}$	$3{,}8696664\cdot10^{2}$
8	$11{,}464641\cdot10^{22}$	$3{,}9022837\cdot10^{-3}$	$1{,}0916997\cdot10^{7}$	$4{,}5889762\cdot10^{2}$
9	$12{,}009783\cdot10^{22}$	$5{,}6918679\cdot10^{-3}$	$1{,}6718944\cdot10^{7}$	$5{,}4419940\cdot10^{2}$
10	$12{,}625619\cdot10^{22}$	$8{,}3021560\cdot10^{-3}$	$2{,}5604396\cdot10^{7}$	$6{,}4535747\cdot10^{2}$
11	$13{,}320437\cdot10^{22}$	$1{,}2109518\cdot10^{-2}$	$3{,}9212113\cdot10^{7}$	$7{,}6531923\cdot10^{2}$
12	$14{,}103864\cdot10^{22}$	$1{,}7662935\cdot10^{-2}$	$5{,}0274219\cdot10^{7}$	$9{,}0757994\cdot10^{2}$
13	$14{,}987083\cdot10^{22}$	$2{,}5763146\cdot10^{-2}$	$9{,}1966896\cdot10^{7}$	$1{,}0762846\cdot10^{3}$
14	$15{,}983133\cdot10^{22}$	$3{,}7578163\cdot10^{-2}$	$1{,}4084395\cdot10^{8}$	$1{,}2763501\cdot10^{3}$
15	$17{,}107088\cdot10^{22}$	$5{,}4811409\cdot10^{-2}$	$2{,}1569638\cdot10^{8}$	$1{,}5136019\cdot10^{3}$
16	$18{,}376689\cdot10^{22}$	$7{,}9947889\cdot10^{-2}$	$3{,}3033040\cdot10^{8}$	$1{,}7949565\cdot10^{3}$
17	$19{,}812557\cdot10^{22}$	$1{,}1661194\cdot10^{-1}$	$5{,}0588779\cdot10^{8}$	$2{,}1286104\cdot10^{3}$
18	$21{,}438860\cdot10^{22}$	$1{,}7009010\cdot10^{-1}$	$7{,}7474694\cdot10^{8}$	$2{,}5242855\cdot10^{3}$
19	$23{,}283948\cdot10^{22}$	$2{,}4809331\cdot10^{-1}$	$1{,}1864941\cdot10^{9}$	$2{,}9935102\cdot10^{3}$
20	$25{,}381144\cdot10^{22}$	$3{,}6186875\cdot10^{-1}$	$1{,}8170684\cdot10^{9}$	$3{,}5499566\cdot10^{3}$
21	$27{,}769706\cdot10^{22}$	$5{,}2782156\cdot10^{-1}$	$2{,}7827680\cdot10^{9}$	$4{,}2098375\cdot10^{3}$
22	$30{,}495996\cdot10^{22}$	$7{,}6988014\cdot10^{-1}$	$4{,}2616977\cdot10^{9}$	$4{,}9923794\cdot10^{3}$
23	$33{,}614906\cdot10^{22}$	$1{,}1229468\cdot10^{0}$	$6{,}5266209\cdot10^{9}$	$5{,}9203841\cdot10^{3}$
24	$3{,}7191567\cdot10^{23}$	$1{,}6379295\cdot10^{0}$	$9{,}9952595\cdot10^{9}$	$7{,}0208899\cdot10^{3}$
25	$4{,}1303485\cdot10^{23}$	$2{,}3890829\cdot10^{0}$	$1{,}5307340\cdot10^{10}$	$8{,}3259619\cdot10^{3}$
26	$4{,}6043108\cdot10^{23}$	$3{,}4847146\cdot10^{0}$	$2{,}3442577\cdot10^{10}$	$9{,}8736260\cdot10^{3}$
27	$5{,}1521029\cdot10^{23}$	$5{,}0828025\cdot10^{0}$	$3{,}5896304\cdot10^{10}$	$1{,}1707324\cdot10^{4}$
28	$5{,}7869868\cdot10^{23}$	$7{,}4137702\cdot10^{0}$	$5{,}4981487\cdot10^{10}$	$1{,}3885487\cdot10^{4}$
29	$6{,}5249182\cdot10^{23}$	$1{,}0813722\cdot10^{1}$	$8{,}4201969\cdot10^{10}$	$1{,}6466580\cdot10^{4}$
30	$7{,}3851322\cdot10^{23}$	$1{,}5772883\cdot10^{1}$	$1{,}2895186\cdot10^{11}$	$1{,}9527451\cdot10^{4}$
31	$8{,}390833\cdot10^{23}$	$2{,}3006122\cdot10^{1}$	$1{,}9748184\cdot10^{11}$	$2{,}3157165\cdot10^{4}$
32	$9{,}5704593\cdot10^{23}$	$3{,}3556994\cdot10^{1}$	$3{,}0243978\cdot10^{11}$	$2{,}7461870\cdot10^{4}$
33	$10{,}958143\cdot10^{23}$	$4{,}8946220\cdot10^{1}$	$4{,}6317456\cdot10^{11}$	$3{,}2566600\cdot10^{4}$
34	$12{,}595586\cdot10^{23}$	$7{,}1392921\cdot10^{1}$	$7{,}0933329\cdot10^{11}$	$3{,}8620213\cdot10^{4}$
35	$14{,}534884\cdot10^{23}$	$1{,}0413367\cdot10^{2}$	$1{,}0863155\cdot10^{12}$	$4{,}5799097\cdot10^{4}$

Таблица 9 (продолжение)

Номер слоя	M	ρ	P	T
36	$16{,}838184 \cdot 10^{23}$	$1{,}5188931 \cdot 10^{2}$	$1{,}6636488 \cdot 10^{12}$	$5{,}4312424 \cdot 10^{4}$
37	$19{,}583276 \cdot 10^{23}$	$2{,}2154564 \cdot 10^{2}$	$2{,}5478116 \cdot 10^{12}$	$6{,}4408244 \cdot 10^{4}$
38	$22{,}870060 \cdot 10^{23}$	$3{,}2320166 \cdot 10^{2}$	$3{,}9019142 \cdot 10^{12}$	$7{,}6380717 \cdot 10^{4}$
39	$26804758 \cdot 10^{23}$	$4{,}7134095 \cdot 10^{2}$	$5{,}9755605 \cdot 10^{12}$	$9{,}0578681 \cdot 10^{4}$
40	$31547288 \cdot 10^{23}$	$6{,}8749766 \cdot 10^{2}$	$9{,}1513322 \cdot 10^{12}$	$1{,}0741582 \cdot 10^{5}$
41	$37{,}27742 \cdot 10^{23}$	$1{,}0027836 \cdot 10^{3}$	$1{,}4014900 \cdot 10^{13}$	$1{,}2738272 \cdot 10^{5}$
42	$44{,}225259 \cdot 10^{23}$	$1{,}4626597 \cdot 10^{3}$	$2{,}1463261 \cdot 10^{13}$	$1{,}5106116 \cdot 10^{5}$
43	$52{,}679607 \cdot 10^{23}$	$2{,}1334344 \cdot 10^{3}$	$3{,}2871506 \cdot 10^{13}$	$1{,}7914855 \cdot 10^{5}$
44	$63{,}004190 \cdot 10^{23}$	$3{,}1118261 \cdot 10^{3}$	$5{,}0339278 \cdot 10^{13}$	$2{,}1244049 \cdot 10^{5}$
45	$75{,}658577 \cdot 10^{23}$	$4{,}5389078 \cdot 10^{3}$	$7{,}7092609 \cdot 10^{13}$	$2{,}5192984 \cdot 10^{5}$
46	$91{,}225438 \cdot 10^{23}$	$6{,}6204486 \cdot 10^{3}$	$1{,}1806426 \cdot 10^{14}$	$2{,}9875962 \cdot 10^{5}$
47	$110{,}44600 \cdot 10^{23}$	$9{,}6565828 \cdot 10^{3}$	$1{,}8081073 \cdot 10^{14}$	$3{,}5429432 \cdot 10^{5}$
48	$134{,}26642 \cdot 10^{23}$	$1{,}4085082 \cdot 10^{4}$	$2{,}7690432 \cdot 10^{14}$	$4{,}2015199 \cdot 10^{5}$
49	$1{,}6389887 \cdot 10^{25}$	$2{,}0544493 \cdot 10^{4}$	$4{,}2406793 \cdot 10^{14}$	$4{,}9825160 \cdot 10^{5}$
50	$2{,}0090132 \cdot 10^{25}$	$2{,}9966188 \cdot 10^{4}$	$6{,}4944321 \cdot 10^{14}$	$5{,}9086872 \cdot 10^{5}$
51	$2{,}4728368 \cdot 10^{25}$	$4{,}3708667 \cdot 10^{4}$	$9{,}9459650 \cdot 10^{14}$	$7{,}0070192 \cdot 10^{5}$
52	$3{,}0564787 \cdot 10^{25}$	$6{,}3753432 \cdot 10^{4}$	$1{,}5231845 \cdot 10^{15}$	$8{,}3095125 \cdot 10^{5}$
53	$3{,}7937459 \cdot 10^{25}$	$9{,}2990708 \cdot 10^{4}$	$2{,}3326961 \cdot 10^{15}$	$9{,}8541188 \cdot 10^{5}$
54	$4{,}7287217 \cdot 10^{25}$	$1{,}3563619 \cdot 10^{5}$	$3{,}5724308 \cdot 10^{15}$	$1{,}1685844 \cdot 10^{6}$
55	$5{,}9190980 \cdot 10^{25}$	$1{,}9783883 \cdot 10^{5}$	$5{,}4710337 \cdot 10^{15}$	$1{,}3858055 \cdot 10^{6}$
56	$7{,}4406591 \cdot 10^{25}$	$2{,}8856754 \cdot 10^{5}$	$8{,}3786665 \cdot 10^{15}$	$1{,}6434045 \cdot 10^{6}$
57	$9{,}3933245 \cdot 10^{25}$	$4{,}2090437 \cdot 10^{5}$	$1{,}2831590 \cdot 10^{16}$	$1{,}9488873 \cdot 10^{6}$
58	$11{,}909327 \cdot 10^{25}$	$6{,}1393083 \cdot 10^{5}$	$1{,}9651068 \cdot 10^{16}$	$2{,}3111546 \cdot 10^{6}$
59	$15{,}164326 \cdot 10^{25}$	$8{,}9547911 \cdot 10^{5}$	$3{,}0094825 \cdot 10^{16}$	$2{,}7407615 \cdot 10^{6}$
60	$19{,}392551 \cdot 10^{25}$	$1{,}3061451 \cdot 10^{6}$	$4{,}6089020 \cdot 10^{16}$	$3{,}2502257 \cdot 10^{6}$
61	$24{,}907545 \cdot 10^{25}$	$1{,}9051424 \cdot 10^{6}$	$7{,}0583488 \cdot 10^{16}$	$3{,}8543910 \cdot 10^{6}$
62	$32{,}130635 \cdot 10^{25}$	$2{,}7788396 \cdot 10^{6}$	$1{,}080958 \cdot 10^{17}$	$4{,}5708615 \cdot 10^{6}$
63	$41{,}630180 \cdot 10^{25}$	$4{,}0532137 \cdot 10^{6}$	$1{,}6554440 \cdot 10^{17}$	$5{,}4205123 \cdot 10^{6}$
64	$54{,}175920 \cdot 10^{25}$	$5{,}9120149 \cdot 10^{6}$	$2{,}5352463 \cdot 10^{17}$	$6{,}4280995 \cdot 10^{6}$
65	$70{,}814421 \cdot 10^{25}$	$8{,}6232612 \cdot 10^{6}$	$3{,}8826284 \cdot 10^{17}$	$7{,}6229812 \cdot 10^{6}$
66	$92{,}974312 \cdot 10^{25}$	$1{,}2577882 \cdot 10^{7}$	$5{,}9460903 \cdot 10^{17}$	$9{,}0399731 \cdot 10^{6}$
67	$122{,}61363 \cdot 10^{25}$	$1{,}8346090 \cdot 10^{7}$	$9{,}1061986 \cdot 10^{17}$	$1{,}072036 \cdot 10^{7}$
68	$162{,}42681 \cdot 10^{25}$	$2{,}6759594 \cdot 10^{7}$	$1{,}3945779 \cdot 10^{18}$	$1{,}2713105 \cdot 10^{7}$
69	$216{,}13674 \cdot 10^{25}$	$3{,}9031528 \cdot 10^{7}$	$2{,}1357404 \cdot 10^{18}$	$1{,}507627 \cdot 10^{7}$
70	$288{,}90843 \cdot 10^{25}$	$5{,}6931365 \cdot 10^{7}$	$3{,}2708011 \cdot 10^{18}$	$1{,}787871 \cdot 10^{7}$
71	$240{,}45658 \cdot 10^{25}$	$7{,}6206413 \cdot 10^{7}$	$4{,}3290113 \cdot 10^{18}$	$2{,}0000000 \cdot 10^{7}$

$$\sum_{0}^{71} M = 1{,}442676333 \cdot 10^{28}$$

$$R_{n\odot} = d_{n\odot}/2 = 3{,}5906833 \cdot 10^5 \text{ м} \tag{27.8}$$

— геометрический радиус нейтронного ядра Солнца;

$$R_{cn} = R_{n\odot}/\sqrt[3]{2} = \frac{R_{n\odot}}{1{,}259921} = 2{,}8499273 \cdot 10^5 \text{ м} \tag{27.9}$$

— радиус вращения нейтронного ядра;

$$\omega_{n\odot} = v_c/R_{cn} = \frac{7{,}7369622 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}}{R_{cn}} = 2{,}7147928 \cdot 10^{-5} \text{ рад} \cdot \text{с}^{-1} \tag{27.10}$$

— угловая скорость вращения нейтронного ядра;

$$t_{n\odot} = 2\pi/\omega_{n\odot} = 2{,}3144253 \cdot 10^5 \text{ с} = 2{,}6787329 \text{ сут} \tag{27.11}$$

— период вращения нейтронного ядра Солнца;

$$E_{n\omega} = M_{n\odot} \cdot v_c^2 = 1{,}0681696 \cdot 10^{32} \text{ Дж} \tag{27.12}$$

— энергия вращения нейтронного ядра Солнца;

$$M_{N\odot} = M_{n\odot} + M_{N1} = 1{,}7897143 \cdot 10^{30} \text{ кг} \tag{27.13}$$

— полная масса ядра Солнца;

$$V_{N1} = V_{70} + V_{71} = 8{,}2300121 \cdot 10^{19} \text{ м}^3 \tag{27.14}$$

— объем плазменной части ядра;

$$\rho_{N1} = M_{N1}/V_{N1} = 6{,}4210883 \cdot 10^7 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3} \tag{27.15}$$

— массовая плотность плазменной части ядра;

$$V_{N\odot} = V_{N1} + V_{n\odot} = 8{,}249403973 \cdot 10^{19} \text{ м}^3 \tag{27.16}$$

— полный объем ядра Солнца;

$$\rho_{N\odot} = M_{N\odot}/V_{N\odot} = 2{,}1695073 \cdot 10^{10} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3} \tag{27.17}$$

— средняя плотность вещества в солнечном ядре;

$$\rho_k = M_k/V_\odot = \frac{14{,}426763 \cdot 10^{27}}{1{,}2773102 \cdot 10^{27}} = 11{,}294643 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3} \tag{27.18}$$

— средняя плотность вещества конвективной зоны;

$$k_V = V_{N1}/V_{n\odot} = 424{,}40521 = \text{Const} \tag{27.19}$$

на эпоху 1993 — объемный коэффициент ядра Солнца;

$$V_{N1} = k_V \cdot V_{n\odot}, \tag{27.20}$$

$$k_\rho = \rho_n/\rho_{N\odot} = 424{,}14896 = \text{Const} \tag{27.21}$$

на эпоху 1993 — плотностный коэффициент ядра Солнца;

Объемный и плотностный коэффициент связаны между собой, что легко устанавливается из следующих преобразований:

$$M_{n\odot} = M_{N\odot} \cdot k_N, \tag{27.22}$$

$$k_N = \frac{M_{n\odot}}{M_{n\odot}} = 0{,}9970472 = \text{Const}$$

на эпоху 1993 — массовый коэффициент ядра Солнца;
Выражая (27.23) через объемы и плотности, получим:

$$\rho_n \cdot V_{n\odot} = \rho_{N\odot} \cdot V_{N\odot} \cdot k_N, \tag{27.24}$$

$$k_\rho = \frac{\rho_n}{\rho_{n\odot}} = \frac{V_{N\odot} \cdot k_N}{V_{n\odot}} =$$

$$= \frac{(V_{N1} + V_{n\odot}) \cdot k_N}{V_{n\odot}} = \frac{(k_V \cdot V_{n\odot} + V_{n\odot}) \cdot k_N}{V_{n\odot}} = (k_V + 1) \cdot k_N. \tag{27.25}$$

Зная полный объем ядра Солнца нетрудно определить радиус вращения Солнца $R_{c\odot}$ и его производные.

$$R_{c\odot} = \sqrt[3]{\frac{3V_{N\odot}}{4\pi}} = \sqrt[3]{19{,}694002 \cdot 10^{18}\ \text{м}^3} = 2{,}700503 \cdot 10^6\ \text{м} \tag{27.26}$$

— радиус вращения Солнца;

$$\omega_\odot = v_c / R_{c\odot} = 2{,}8650078 \cdot 10^{-6}\ \text{рад} \cdot \text{с}^{-1} \tag{27.27}$$

— угловая скорость вращения Солнца;

$$t_\odot = 2\pi / \omega_\odot = 2{,}1930778 \cdot 10^6\ \text{с} = 25{,}382844\ \text{сут} \tag{27.28}$$

— период вращения Солнца;

$$\alpha_\odot = \omega_\odot \cdot 8{,}64 \cdot 10^4\ \text{с} \cdot 57^\circ{,}29578 = 14^\circ{,}182806\ \text{сут.}^{-1} \tag{27.29}$$

— суточный поворот Солнца по широте φ_ω, отвечающей истинному вращению Солнца;

$$\varphi_\omega = 17^\circ{,}22985 = \text{Const} \tag{27.30}$$

на эпоху 1993 — широта истинного вращения Солнца;

$$n_\omega = \omega_{n\odot} / \omega_\odot = 9{,}4756921 \tag{27.31}$$

— коэффициент угловых скоростей Солнца и его нейтронного ядра.

Солнечная плазма отличается необычайно высокой динамической вязкостью и поэтому резонно задаться вопросом — в какой мере конвективная зона Солнца оказывает тормозящее влияние на вра-

щение нейтронного ядра. Чтобы ответить на этот вопрос, определим среднее значение вязкости для конвективной зоны η_k:

$$\eta_k = \sqrt{\eta_0 \cdot \eta_{7l}} = \sqrt{13{,}04559 \cdot 10^6} = 3{,}6118679 \cdot 10^3,\ \text{Па} \cdot \text{с} = \frac{\text{Дж} \cdot \text{с}}{\text{м}^3}. \tag{27.32}$$

При этом средняя угловая скорость конвективной зоны составит величину ω_k:

$$\omega_k = \sqrt{\omega_\odot \cdot \omega_{n\odot}} = \sqrt{77{,}779036 \cdot 10^{-12}} = 8{,}8192423 \cdot 10^{-6}\ \text{с}^{-1} \tag{27.33}$$

Энергия, расходуемая на создание дифференциального вращения конвективной зоны, равная энергии торможения вращательного движения нейтронного ядра вязкой плазмой, определится из соотношения:

$$E_{k\omega} = V_k \cdot \omega_k \cdot \eta_k = V_\odot \cdot \omega_k \cdot \eta_k = 4{,}0687359 \cdot 10^{25}\ \text{Дж}. \tag{27.34}$$

Из сравнения этого результата с (27.12) следует, что на создание вращательного движения солнечной плазмы расходуется лишь 0,003809% энергии вращения нейтронного ядра. Стало быть, торможение вязкой плазмы вращению нейтронного ядра пренебрежимо мало.

§ 28. Гиперчастотные и энергетические параметры солнечной плазмы в функции от глубины H.

Поскольку осцилляторы солнечной плазмы суть микрооскольки нейтронного ядра, то это обусловливает им большую массивность. В свою очередь массивность осцилляторов обусловливает целый ряд специфических свойств частотной механики солнечной плазмы. Во-первых, постоянная Планка применима лишь для самой легкой фракции осцилляторов, масса которых много меньше массы парения $m_{p\odot}$, доля которых в конвективной зоне пренебрежимо мала. Ведущая же роль в частотном движении осцилляторов солнечной плазмы принадлежит более сильному электродинамическому взаимодействию — взаимодействию между электронными лучами, обладающими зарядом q_λ. При этом энергия единичного взаимодействия каждого осциллятора и момент его импульса есть величины инвариантные, независящие от массы осциллятора:

$$\varepsilon_q = \alpha \cdot q_\lambda^2/2 = 8{,}0231386 \cdot 10^{-22}\ \text{Дж} = \text{Const}, \tag{28.1}$$

$$h_\odot = \alpha q_\lambda^2/2\nu_{сд} = 8{,}0231385 \cdot 10^{-22}\ \text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1} = \text{Const}. \tag{28.2}$$

Сила же взаимодействия каждого осциллятора, напротив, есть

величина, обратно пропорциональная расстоянию между осцилляторами:

$$F_i = \varepsilon_q / a_i. \tag{28.3}$$

Во-вторых, массивность осцилляторов обусловливает им низкую линейную скорость и очень низкую скорость блуждания, итогом чего является неглобулярная структура солнечной плазмы. Именно благодаря малой подвижности осцилляторов солнечная плазма имеет структуру, близкую к жидкокристаллической. Рассмотрим гиперчастотные параметры солнечной плазмы. Для линейной скорости осциллятора можем составить систему из двух уравнений:

$$\left.\begin{aligned} v_i &= \frac{F_i}{m \cdot \nu_{\text{ед}}} = \frac{\alpha \cdot q_\lambda^2}{2a_i \cdot \nu_{\text{ед}}} \\ v_i &= 2A_i f_i = \frac{2A_i \mu}{a_i^2} \end{aligned}\right\} \tag{28.4}$$

Решая эту систему относительно амплитуды колебания осциллятора найдем:

$$A_i = \frac{a_i \varepsilon_q}{2m_i \mu \cdot \nu_{\text{ед}}} = \frac{a_i \alpha \cdot q_\lambda^2}{4m_i \mu \cdot \nu_{\text{ед}}}. \tag{28.5}$$

Критическое сближение осцилляторов i-го слоя r_i определится из

$$r_i = a_i - A_i \tag{28.6}$$

а скорость блуждания осциллятора u_i находится точно также, как у кристаллических структур:

$$u_i = \frac{\varepsilon_q}{m_i v_i} = \frac{\alpha \cdot q_\lambda^2}{2m_i v_i} \tag{28.7}$$

Если при определении вязкости газов мы пользовались периметром глобулы $\pi \cdot a_{gl}$, то при определении вязкости солнечной плазмы берется периметр элементарной ячейки плазмы i-го слоя $4a_i$:

$$\eta_i = m f_i / 4a_i. \tag{28.8}$$

Рассчитаем основные гиперчастотные параметры плазмы внешнего и придонного полуслоев конвективной зоны и сравним их между собой.

$$A_0 = \frac{a_0 \cdot \varepsilon_q}{2m_0 \cdot \mu \cdot \nu_{\text{ед}}} = \frac{9{,}761974 \cdot 10^{-27}}{8{,}2285187 \cdot 10^{-17}} = 1{,}1863586 \cdot 10^{-10} \text{ м}; \tag{28.9}$$

$$v_0 = 2A_0 \cdot f_0 = 1{,}9219405 \cdot 10^2 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}; \tag{28.10}$$

$$u_0 = \varepsilon_q / m_0 v_0 = \frac{8{,}0231385 \cdot 10^{-22}}{6{,}59403 \cdot 10^{-17}} = 1{,}2167276 \cdot 10^{-5}\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1}; \quad (28.11)$$

$$r_0 = 1{,}2167276 \cdot 10^{-5} - 1{,}1863586 \cdot 10^{-10} = 1{,}2167157 \cdot 10^{-5}\ \text{м}; \quad (28.12)$$

$$E_0 = f_0 \cdot h_\odot = 6{,}4988762 \cdot 10^{-10}\ \text{Дж} \quad (28.13)$$

— частотная энергия осциллятора;

$$F_0 = \varepsilon_q / a_0 = 6{,}5940301 \cdot 10^{-17}\ \text{Н} \quad (28.14)$$

— сила осциллятора.

$$A_{71} = \frac{a_{71} \cdot \varepsilon_q}{2 m_{71} \cdot \mu \cdot \nu_{\text{ед}}} = \frac{23{,}643487 \cdot 10^{-30}}{4{,}6773934 \cdot 10^{-13}} = 5{,}0548425 \cdot 10^{-17}\ \text{м}; \quad (28.15)$$

$$v_{71} = 2 A_{71} \cdot f_{71} = 13{,}959948\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1}; \quad (28.16)$$

$$u_{71} = \varepsilon_q / m_{71} \cdot v_{71} = \frac{8{,}0231385 \cdot 10^{-22}}{2{,}7225572 \cdot 10^{-14}} = 2{,}9469125 \cdot 10^{-8}\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1} \quad (28.17)$$

$$E_{71} = f_{71} \cdot h_\odot = 1{,}1078742 \cdot 10^{-4}\ \text{Дж}; \quad (28.18)$$

$$F_{71} = \varepsilon_q / a_{71} = 2{,}7225574 \cdot 10^{-14}\ \text{Н} \quad (28.19)$$

Из этих результатов следует, что осцилляторы солнечной плазмы, несмотря на высокое энергосодержание, обладают меньшей подвижностью, чем осцилляторы кристаллических структур. Как было показано в § 15 линейная скорость атома золота в комнатных условиях составляет $v_l = 2{,}3 \cdot 10^3 \text{м} \cdot \text{с}^{-1}$, а скорость его блуждания $u_l = 16{,}45\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1}$. Отсюда понятно, что удельная теплоемкость солнечной плазмы очень низка, поскольку она пропорциональна произведению линейной и шаговой скоростей осциллятора, согласно (15.26—15.27). Рассчитаем ее для исследуемых полуслоев.

$$C_0 = \frac{v_0 u_0}{T_0} = \frac{2{,}338478 \cdot 10^{-3}}{1{,}1732155 \cdot 10^2\ \text{K}} = 1{,}9932211 \cdot 10^{-5}\ \text{м}^2/\text{с}^2\ \text{K} \quad (28.20)$$

— удельная теплоемкость осциллятора

$$k_0 = c_0 \cdot m_0 = 6{,}8385883 \cdot 10^{-24}\ \text{Дж} \cdot \text{K}^{-1} \quad (28.21)$$

— удельная энергия (28.21) осциллятора;

$$C_{71} = \frac{v_{71} \cdot u_{71}}{T_{71}} = \frac{4{,}1138745 \cdot 10^{-7}}{2 \cdot 10^7} = 2{,}0569372 \cdot 10^{-14}\ \text{м}^2/\text{с}^2 \cdot \text{K}; \quad (28.22)$$

$$k_{71} = c_{71} \cdot m_{71} = 4{,}0115689 \cdot 10^{-29}\ \text{Дж} \cdot \text{K}^{-1}. \quad (28.23)$$

Таблица 16

Гиперчастотные параметры солнечной плазмы в функции от глубины H

Номер слоя	межосцилляторное расстояние, $a = \lambda_0$, м	Генераторная частота излучения, $f_0 = \mu/\lambda_0^2$, c^{-1}	Объемная плотность осцилляторов, $N = 1/a^3$, $м^{-3}$	Масса осциллятора, m, кг
0	$1{,}2167276 \cdot 10^{-5}$	$8{,}1001671 \cdot 10^{11}$	$5{,}5516228 \cdot 10^{14}$	$3{,}4309231 \cdot 10^{-19}$
1	$1{,}1173063 \cdot 10^{-5}$	$9{,}6058590 \cdot 10^{11}$	$7{,}1694080 \cdot 10^{14}$	$3{,}8751061 \cdot 10^{-19}$
2	$1{,}0260089 \cdot 10^{-5}$	$1{,}1391435 \cdot 10^{12}$	$9{,}2586283 \cdot 10^{14}$	$4{,}3767949 \cdot 10^{-19}$
3	$9{,}4217158 \cdot 10^{-6}$	$1{,}3508921 \cdot 10^{12}$	$1{,}1956663 \cdot 10^{15}$	$4{,}9434349 \cdot 10^{-19}$
4	$8{,}6518478 \cdot 10^{-6}$	$1{,}6020015 \cdot 10^{12}$	$1{,}5440927 \cdot 10^{15}$	$5{,}5834345 \cdot 10^{-19}$
5	$7{,}9448872 \cdot 10^{-6}$	$1{,}8997883 \cdot 10^{12}$	$1{,}9940534 \cdot 10^{15}$	$6{,}3062921 \cdot 10^{-19}$
6	$7{,}2956940 \cdot 10^{-6}$	$2{,}2529288 \cdot 10^{12}$	$2{,}5751360 \cdot 10^{15}$	$7{,}1227329 \cdot 10^{-19}$
7	$6{,}6995477 \cdot 10^{-6}$	$2{,}6717124 \cdot 10^{12}$	$3{,}3255505 \cdot 10^{15}$	$8{,}0448744 \cdot 10^{-19}$
8	$6{,}1521137 \cdot 10^{-6}$	$3{,}1683415 \cdot 10^{12}$	$4{,}2946419 \cdot 10^{15}$	$9{,}0864008 \cdot 10^{-19}$
9	$5{,}6494117 \cdot 10^{-6}$	$3{,}7572858 \cdot 10^{12}$	$5{,}5461339 \cdot 10^{15}$	$1{,}0262767 \cdot 10^{-18}$
10	$5{,}1877864 \cdot 10^{-6}$	$4{,}4557059 \cdot 10^{12}$	$7{,}1623207 \cdot 10^{15}$	$1{,}1591433 \cdot 10^{-18}$
11	$4{,}7638815 \cdot 10^{-6}$	$5{,}2839512 \cdot 10^{12}$	$9{,}2494770 \cdot 10^{15}$	$1{,}3092112 \cdot 10^{-18}$
12	$4{,}3746148 \cdot 10^{-6}$	$6{,}2661539 \cdot 10^{12}$	$1{,}1944846 \cdot 10^{16}$	$1{,}4787077 \cdot 10^{-18}$
13	$4{,}0171559 \cdot 10^{-6}$	$7{,}4309326 \cdot 10^{12}$	$1{,}5425667 \cdot 10^{16}$	$1{,}6701480 \cdot 10^{-18}$
14	$3{,}6889040 \cdot 10^{-6}$	$8{,}8122335 \cdot 10^{12}$	$1{,}9920854 \cdot 10^{16}$	$1{,}8863731 \cdot 10^{-18}$
15	$3{,}3874775 \cdot 10^{-6}$	$2{,}0450278 \cdot 10^{13}$	$2{,}5725911 \cdot 10^{16}$	$2{,}1305916 \cdot 10^{-18}$
16	$3{,}1106796 \cdot 10^{-6}$	$1{,}2392819 \cdot 10^{13}$	$3{,}3222642 \cdot 10^{16}$	$2{,}4064278 \cdot 10^{-18}$
17	$2{,}8564994 \cdot 10^{-6}$	$1{,}4696448 \cdot 10^{13}$	$4{,}2903981 \cdot 10^{16}$	$1{,}7179750 \cdot 10^{-18}$
18	$2{,}6230889 \cdot 10^{-6}$	$1{,}7428285 \cdot 10^{13}$	$5{,}5406533 \cdot 10^{16}$	$3{,}0698565 \cdot 10^{-18}$
19	$2{,}4087508 \cdot 10^{-6}$	$2{,}0067928 \cdot 10^{13}$	$7{,}1552433 \cdot 10^{16}$	$3{,}4672939 \cdot 10^{-18}$
20	$2{,}2119267 \cdot 10^{-6}$	$2{,}4509769 \cdot 10^{13}$	$9{,}2403371 \cdot 10^{16}$	$3{,}9161856 \cdot 10^{-18}$
21	$2{,}0311855 \cdot 10^{-6}$	$2{,}9065748 \cdot 10^{13}$	$1{,}1933044 \cdot 10^{17}$	$4{,}4231930 \cdot 10^{-18}$
22	$1{,}8652131 \cdot 10^{-6}$	$3{,}4468609 \cdot 10^{13}$	$1{,}5410425 \cdot 10^{17}$	$4{,}9958398 \cdot 10^{-18}$
23	$1{,}7128026 \cdot 10^{-6}$	$4{,}0875780 \cdot 10^{13}$	$1{,}9901145 \cdot 10^{17}$	$5{,}6426241 \cdot 10^{-18}$
24	$1{,}5728459 \cdot 10^{-6}$	$4{,}8473941 \cdot 10^{13}$	$2{,}5700494 \cdot 10^{17}$	$6{,}3731441 \cdot 10^{-18}$
25	$1{,}4443254 \cdot 10^{-6}$	$5{,}7484478 \cdot 10^{13}$	$3{,}3189818 \cdot 10^{17}$	$7{,}1982406 \cdot 10^{-18}$
26	$1{,}3263066 \cdot 10^{-6}$	$6{,}8169929 \cdot 10^{13}$	$4{,}2861586 \cdot 10^{17}$	$8{,}1301579 \cdot 10^{-18}$
27	$1{,}2179313 \cdot 10^{-6}$	$8{,}0830229 \cdot 10^{13}$	$5{,}5351787 \cdot 10^{17}$	$9{,}1827253 \cdot 10^{-18}$

Таблица 10 (продолжение)

Номер слоя	межосцилляторное расстояние, $a = \lambda_0$, м	Генераторная частота излучения, $f_0 = \mu/\lambda_0^2$, c^{-1}	Объемная плотность осцилляторов, $N = 1/a^3$, $м^{-3}$	Масса осциллятора, m, кг
28	$1{,}1184117 \cdot 10^{-6}$	$9\ 5868799 \cdot 10^{13}$	$7{,}1481707 \cdot 10^{17}$	$1{,}0371563 \cdot 10^{-17}$
29	$1{,}0270239 \cdot 10^{-6}$	$1{,}136893 \cdot 10^{14}$	$9{,}2312049 \cdot 10^{17}$	$1{,}1714313 \cdot 10^{-17}$
30	$9{,}431037 \cdot 10^{-7}$	$1{,}3482231 \cdot 10^{14}$	$1{,}1921246 \cdot 10^{18}$	$1{,}3230902 \cdot 10^{-17}$
31	$8{,}6604317 \cdot 10^{-7}$	$1{,}5988274 \cdot 10^{14}$	$1{,}5395059 \cdot 10^{18}$	$1{,}4943835 \cdot 10^{-17}$
32	$7{,}9527477 \cdot 10^{-7}$	$1{,}8960348 \cdot 10^{14}$	$1{,}9881465 \cdot 10^{18}$	$1{,}6878532 \cdot 10^{-17}$
33	$7{,}3029117 \cdot 10^{-7}$	$2{,}2484777 \cdot 10^{14}$	$2{,}5675083 \cdot 10^{18}$	$1{,}9063705 \cdot 10^{-17}$
34	$6{,}7061756 \cdot 10^{-7}$	$2{,}6664340 \cdot 10^{14}$	$3{,}3157001 \cdot 10^{18}$	$2{,}1531779 \cdot 10^{-17}$
35	$6{,}1582001 \cdot 10^{-7}$	$3{,}1620817 \cdot 10^{14}$	$4{,}2819208 \cdot 10^{18}$	$2{,}4319383 \cdot 10^{-17}$
36	$5{,}6550007 \cdot 10^{-7}$	$3{,}7498627 \cdot 10^{14}$	$5{,}5297060 \cdot 10^{18}$	$2{,}7467882 \cdot 10^{-17}$
37	$5{,}1929188 \cdot 10^{-7}$	$4{,}4469027 \cdot 10^{14}$	$7{,}1411050 \cdot 10^{18}$	$3{,}1024000 \cdot 10^{-17}$
38	$4{,}7685945 \cdot 10^{-7}$	$5{,}2735115 \cdot 10^{14}$	$9{,}2220789 \cdot 10^{18}$	$3{,}5040508 \cdot 10^{-17}$
39	$4{,}3789427 \cdot 10^{-7}$	$6{,}2537737 \cdot 10^{14}$	$1{,}1909464 \cdot 10^{19}$	$3{,}9577008 \cdot 10^{-17}$
40	$4{,}0211301 \cdot 10^{-7}$	$7{,}4162513 \cdot 10^{14}$	$1{,}5379975 \cdot 10^{19}$	$4{,}4700831 \cdot 10^{-17}$
41	$3{,}6925551 \cdot 10^{-7}$	$8{,}7948152 \cdot 10^{14}$	$1{,}9861820 \cdot 10^{19}$	$5{,}0488006 \cdot 10^{-17}$
42	$3{,}3908287 \cdot 10^{-7}$	$1{,}0429632 \cdot 10^{15}$	$2{,}5649710 \cdot 10^{19}$	$5{,}7024415 \cdot 10^{-17}$
43	$3{,}1137570 \cdot 10^{-7}$	$1{,}2368335 \cdot 10^{15}$	$3{,}3124235 \cdot 10^{19}$	$6{,}4407055 \cdot 10^{-17}$
44	$2{,}8593254 \cdot 10^{-7}$	$1{,}4667412 \cdot 10^{15}$	$4{,}2776896 \cdot 10^{19}$	$7{,}2745488 \cdot 10^{-17}$
45	$2{,}6256839 \cdot 10^{-7}$	$1{,}7393853 \cdot 10^{15}$	$5{,}5242420 \cdot 10^{19}$	$8{,}2163451 \cdot 10^{-17}$
46	$2{,}4111337 \cdot 10^{-7}$	$2{,}0627096 \cdot 10^{15}$	$7{,}1340496 \cdot 10^{19}$	$9{,}2800709 \cdot 10^{-17}$
47	$2{,}2141149 \cdot 10^{-7}$	$2{,}4461347 \cdot 10^{15}$	$9{,}2129683 \cdot 10^{19}$	$1{,}0481511 \cdot 10^{-16}$
48	$2{,}0331950 \cdot 10^{-7}$	$2{,}9008322 \cdot 10^{15}$	$1{,}1897696 \cdot 10^{20}$	$1{,}1838496 \cdot 10^{-16}$
49	$1{,}867084 \cdot 10^{-7}$	$3{,}4400510 \cdot 10^{15}$	$1{,}5364778 \cdot 10^{20}$	$1{,}3371162 \cdot 10^{-16}$
50	$1{,}7144971 \cdot 10^{-7}$	$4{,}0795022 \cdot 10^{15}$	$1{,}9842196 \cdot 10^{20}$	$1{,}5102254 \cdot 10^{-16}$
51	$1{,}5744019 \cdot 10^{-7}$	$4{,}8378174 \cdot 10^{15}$	$2{,}5624369 \cdot 10^{20}$	$1{,}7057461 \cdot 10^{-16}$
52	$1{,}4457543 \cdot 10^{-7}$	$5{,}7370907 \cdot 10^{15}$	$3{,}3091507 \cdot 10^{20}$	$1{,}9265799 \cdot 10^{-16}$
53	$1{,}3276187 \cdot 10^{-7}$	$6{,}8035246 \cdot 10^{15}$	$4{,}2734628 \cdot 10^{20}$	$2{,}1760037 \cdot 10^{-16}$
54	$1{,}2191362 \cdot 10^{-7}$	$8{,}0681924 \cdot 10^{15}$	$5{,}5181924 \cdot 10^{20}$	$2{,}4577192 \cdot 10^{-16}$
55	$1{,}1195181 \cdot 10^{-7}$	$9{,}5679405 \cdot 10^{15}$	$7{,}1269985 \cdot 10^{20}$	$2{,}7759068 \cdot 10^{-16}$
56	$1{,}0280400 \cdot 10^{-7}$	$1{,}1346467 \cdot 10^{16}$	$9{,}2038596 \cdot 10^{20}$	$3{,}1352884 \cdot 10^{-16}$
57	$9{,}4403669 \cdot 10^{-8}$	$1{,}3455595 \cdot 10^{16}$	$1{,}1885935 \cdot 10^{21}$	$3{,}5411970 \cdot 10^{-16}$

Таблица 10 (окончание)

Номер слоя	межосцилляторное расстояние, $a = \lambda_0$, м	Генераторная частота излучения, $f_0 = \mu/\lambda_0^2$, c^{-1}	Объемная плотность осцилляторов, $N = 1/a^3$, $м^{-3}$	Масса осциллятора, m, кг
58	$8{,}6689749 \cdot 10^{-8}$	$1{,}5956777 \cdot 10^{16}$	$1{,}5349589 \cdot 10^{21}$	$3{,}996565 \cdot 10^{-16}$
59	$7{,}9606149 \cdot 10^{-8}$	$1{,}8922889 \cdot 10^{16}$	$1{,}9822579 \cdot 10^{21}$	$4{,}5174703 \cdot 10^{-16}$
60	$7{,}3101366 \cdot 10^{-8}$	$2{,}2440353 \cdot 10^{16}$	$2{,}5599031 \cdot 10^{21}$	$5{,}1023226 \cdot 10^{-16}$
61	$6{,}7128101 \cdot 10^{-8}$	$2{,}6611659 \cdot 10^{16}$	$3{,}3058787 \cdot 10^{21}$	$5{,}7628927 \cdot 10^{-16}$
62	$6{,}1642923 \cdot 10^{-8}$	$3{,}1558346 \cdot 10^{16}$	$4{,}2692377 \cdot 10^{21}$	$6{,}5089833 \cdot 10^{-16}$
63	$5{,}6605951 \cdot 10^{-8}$	$3{,}7424543 \cdot 10^{16}$	$5{,}5133268 \cdot 10^{21}$	$7{,}3516660 \cdot 10^{-16}$
64	$5{,}1980561 \cdot 10^{-8}$	$4{,}4381171 \cdot 10^{16}$	$7{,}1199532 \cdot 10^{21}$	$8{,}3034463 \cdot 10^{-16}$
65	$4{,}7733121 \cdot 10^{-8}$	$5{,}2630927 \cdot 10^{16}$	$9{,}1947631 \cdot 10^{21}$	$9{,}3784485 \cdot 10^{-16}$
66	$4{,}3832748 \cdot 10^{-8}$	$6{,}2414185 \cdot 10^{16}$	$1{,}1874188 \cdot 10^{22}$	$1{,}0592625 \cdot 10^{-15}$
67	$4{,}0251082 \cdot 10^{-8}$	$7{,}4015992 \cdot 10^{16}$	$1{,}5334418 \cdot 10^{22}$	$1{,}1963995 \cdot 10^{-15}$
68	$3{,}6962082 \cdot 10^{-8}$	$8{,}7774392 \cdot 10^{16}$	$1{,}9802987 \cdot 10^{22}$	$1{,}3512908 \cdot 10^{-15}$
69	$3{,}3941833 \cdot 10^{-8}$	$1{,}0409026 \cdot 10^{17}$	$2{,}5573733 \cdot 10^{22}$	$1{,}5262351 \cdot 10^{-15}$
70	$3{,}1168375 \cdot 10^{-8}$	$1{,}2343899 \cdot 10^{17}$	$3{,}3026117 \cdot 10^{22}$	$1{,}7238286 \cdot 10^{-15}$
71	$2{,}9469125 \cdot 10^{-8}$	$1{,}3808490 \cdot 10^{17}$	$3{,}9074936 \cdot 10^{22}$	$1{,}9502632 \cdot 10^{-15}$

Переходя к общему виду решения энергии единичного взаимодействия осциллятора можно записать:

$$\varepsilon_q = c_i m_i \mathrm{T_i}, \tag{28.24}$$

откуда определяется теплоемкость плазмы i-го слоя C_i:

$$C_i = \varepsilon_q / m_i \mathrm{T_i} = \alpha q_\lambda^2 / 2 m_i \mathrm{T_i},\ \text{Дж/кг·К}. \tag{28.25}$$

И, наконец, в-третьих, солнечная плазма существенно отличается от плазмы горения в земных условиях тем, что Солнце есть неравновесная термодинамическая система, лишенная фона, т. е. оно не может рассматриваться как локальная система, функционирующая в составе более масштабной, фоновой системы. А это значит, что ФПВР протекает одновременно по всему объему конвективной зоны Солнца и не может быть остановлен до тех пор, пока не иссякнет запас нейтронного вещества, расходуемого на расщепление.

В таблицах 10—12 приводятся результаты исследования основных параметров солнечной плазмы по слоям конвективной зоны. Эти таблицы свидетельствуют о высокой согласованности между собой многочисленных физических характеристик конвективной зоны Солнца. Особый интерес представляют данные таблицы II, освещающие

Таблица 11.

Основные параметры энергетики конвективной зоны

Номер слоя	Число генераторов в слое, n_g	Генерируемое число нейтрино, n_ν, $с^{-1}$	Генераторная мощность излучения, W_0, Вт	Секундный расход вещества, ν, кг · $с^{-1}$
0	$2{,}7085531 \cdot 10^{28}$	$2{,}1939732 \cdot 10^{40}$	$2{,}8604762 \cdot 10^{19}$	$1{,}5065948 \cdot 10^{5}$
1	$7{,}4352784 \cdot 10^{28}$	$7{,}1422235 \cdot 10^{40}$	$9{,}3119455 \cdot 10^{19}$	$4{,}9045436 \cdot 10^{5}$
2	$6{,}7290002 \cdot 10^{28}$	$7{,}6652968 \cdot 10^{40}$	$9{,}9939230 \cdot 10^{19}$	$5{,}2637363 \cdot 10^{5}$
3	$6{,}1109567 \cdot 10^{28}$	$8{,}2552431 \cdot 10^{40}$	$10{,}763088 \cdot 10^{19}$	$5{,}6698508 \cdot 10^{5}$
4	$5{,}5690167 \cdot 10^{28}$	$8{,}9215731 \cdot 10^{40}$	$11{,}6311842 \cdot 10^{19}$	$6{,}1264176 \cdot 10^{5}$
5	$5{,}0928830 \cdot 10^{28}$	$9{,}6753995 \cdot 10^{40}$	$12{,}614671 \cdot 10^{19}$	$6{,}6640679 \cdot 10^{5}$
6	$4{,}6737992 \cdot 10^{28}$	$10{,}529736 \cdot 10^{40}$	$13{,}728546 \cdot 10^{19}$	$7{,}2307383 \cdot 10^{5}$
7	$4{,}3043035 \cdot 10^{28}$	$11{,}499861 \cdot 10^{40}$	$14{,}993384 \cdot 10^{19}$	$7{,}8969203 \cdot 10^{5}$
8	$3{,}9780268 \cdot 10^{28}$	$12{,}603747 \cdot 10^{40}$	$16{,}432616 \cdot 10^{19}$	$8{,}6549556 \cdot 10^{5}$
9	$3{,}6895192 \cdot 10^{28}$	$13{,}862578 \cdot 10^{40}$	$18{,}073867 \cdot 10^{19}$	$9{,}5193910 \cdot 10^{5}$
10	$3{,}4341137 \cdot 10^{28}$	$15{,}301400 \cdot 10^{40}$	$19{,}949784 \cdot 10^{19}$	$10{,}507425 \cdot 10^{5}$
11	$3{,}2078043 \cdot 10^{28}$	$16{,}949881 \cdot 10^{40}$	$24{,}099055 \cdot 10^{19}$	$11{,}639432 \cdot 10^{5}$
12	$3{,}0071486 \cdot 10^{28}$	$18{,}843255 \cdot 10^{40}$	$24{,}567613 \cdot 10^{19}$	$12{,}939607 \cdot 10^{5}$
13	$2{,}8291846 \cdot 10^{28}$	$21{,}023480 \cdot 10^{40}$	$27{,}410164 \cdot 10^{19}$	$14{,}436761 \cdot 10^{5}$
14	$2{,}6713663 \cdot 10^{28}$	$23{,}540703 \cdot 10^{40}$	$30{,}692089 \cdot 10^{19}$	$16{,}165330 \cdot 10^{5}$
15	$2{,}6713663 \cdot 10^{28}$	$26{,}454699 \cdot 10^{40}$	$34{,}491323 \cdot 10^{19}$	$18{,}166361 \cdot 10^{5}$
16	$2{,}4076510 \cdot 10^{28}$	$29{,}837583 \cdot 10^{40}$	$38{,}901886 \cdot 10^{19}$	$20{,}489378 \cdot 10^{5}$
17	$2{,}2982338 \cdot 10^{28}$	$33{,}775873 \cdot 10^{40}$	$44{,}036586 \cdot 10^{19}$	$23{,}193790 \cdot 10^{5}$
18	$2{,}2018247 \cdot 10^{28}$	$38{,}374028 \cdot 10^{40}$	$50{,}031601 \cdot 10^{19}$	$26{,}351329 \cdot 10^{5}$
19	$2{,}1172156 \cdot 10^{28}$	$43{,}758459 \cdot 10^{40}$	$57{,}051758 \cdot 10^{19}$	$30{,}048802 \cdot 10^{5}$
20	$2{,}0433701 \cdot 10^{28}$	$50{,}082529 \cdot 10^{40}$	$65{,}297002 \cdot 10^{19}$	$34{,}391522 \cdot 10^{5}$
21	$1{,}9794043 \cdot 10^{28}$	$57{,}532866 \cdot 10^{40}$	$75{,}010666 \cdot 10^{19}$	$39{,}507647 \cdot 10^{5}$
22	$1{,}9245687 \cdot 10^{28}$	$66{,}337206 \cdot 10^{40}$	$86{,}489666 \cdot 10^{19}$	$45{,}553561 \cdot 10^{5}$
23	$1{,}8782348 \cdot 10^{28}$	$76{,}774312 \cdot 10^{40}$	$100{,}09743 \cdot 10^{19}$	$52{,}720691 \cdot 10^{5}$
24	$1{,}8398815 \cdot 10^{28}$	$8{,}9186307 \cdot 10^{41}$	$1{,}1628004 \cdot 10^{21}$	$6{,}1243972 \cdot 10^{6}$
25	$1{,}8090870 \cdot 10^{28}$	$10{,}399442 \cdot 10^{41}$	$1{,}3558668 \cdot 10^{21}$	$7{,}1412658 \cdot 10^{6}$
26	$1{,}7855201 \cdot 10^{28}$	$12{,}171877 \cdot 10^{41}$	$1{,}5869549 \cdot 10^{21}$	$8{,}3583917 \cdot 10^{6}$
27	$1{,}7689356 \cdot 10^{28}$	$14{,}298346 \cdot 10^{41}$	$1{,}8644647 \cdot 10^{21}$	$9{,}8186315 \cdot 10^{6}$
28	$1{,}7689356 \cdot 10^{28}$	$16{,}864935 \cdot 10^{41}$	$2{,}1988302 \cdot 10^{21}$	$11{,}581100 \cdot 10^{6}$
29	$1{,}7591683 \cdot 10^{28}$	$19{,}965350 \cdot 10^{41}$	$2{,}6030587 \cdot 10^{21}$	$13{,}710146 \cdot 10^{6}$

Таблица 11 (продолжение)

Номер слоя	Число генераторов в слое, n_g	Генерируемое число нейтрино, n_ν, c^{-1}	Генераторная мощность излучения, W_0, Вт	Секундный расход вещества, ν, кг · c^{-1}
30	$1{,}7598187 \cdot 10^{28}$	$23{,}726282 \cdot 10^{41}$	$3{,}0934047 \cdot 10^{21}$	$16{,}292767 \cdot 10^{6}$
31	$1{,}7702806 \cdot 10^{28}$	$28{,}303731 \cdot 10^{41}$	$3{,}6902072 \cdot 10^{21}$	$19{,}436086 \cdot 10^{6}$
32	$1{,}7877106 \cdot 10^{28}$	$33{,}895615 \cdot 10^{41}$	$4{,}4192710 \cdot 10^{21}$	$23{,}276017 \cdot 10^{6}$
33	$1{,}8122946 \cdot 10^{28}$	$40{,}749039 \cdot 10^{41}$	$5{,}3128115 \cdot 10^{21}$	$27{,}982243 \cdot 10^{6}$
34	$1{,}8443650 \cdot 10^{28}$	$49{,}178775 \cdot 10^{41}$	$6{,}4118703 \cdot 10^{21}$	$33{,}770917 \cdot 10^{6}$
35	$1{,}8843351 \cdot 10^{28}$	$59{,}584215 \cdot 10^{41}$	$7{,}7685195 \cdot 10^{21}$	$40{,}916301 \cdot 10^{6}$
36	$1{,}9327211 \cdot 10^{28}$	$72{,}474387 \cdot 10^{41}$	$9{,}4491250 \cdot 10^{21}$	$49{,}767945 \cdot 10^{6}$
37	$1{,}9901539 \cdot 10^{28}$	$88{,}500207 \cdot 10^{41}$	$11{,}538551 \cdot 10^{21}$	$60{,}772828 \cdot 10^{6}$
38	$2{,}0574139 \cdot 10^{28}$	$108{,}49795 \cdot 10^{41}$	$14{,}145834 \cdot 10^{21}$	$74{,}505219 \cdot 10^{6}$
39	$2{.}1353449 \cdot 10^{28}$	$133{,}53963 \cdot 10^{41}$	$17{,}410739 \cdot 10^{21}$	$91{,}701266 \cdot 10^{6}$
40	$2{,}2250795 \cdot 10^{28}$	$165{,}01748 \cdot 10^{41}$	$21{,}514785 \cdot 10^{21}$	$113{,}31701 \cdot 10^{6}$
41	$2{.}3278595 \cdot 10^{28}$	$204{,}73094 \cdot 10^{41}$	$26{,}692578 \cdot 10^{21}$	$140{,}58812 \cdot 10^{6}$
42	$2{,}4451677 \cdot 10^{28}$	$255{,}02199 \cdot 10^{41}$	$33{,}249465 \cdot 10^{21}$	$175{,}12283 \cdot 10^{6}$
43	$2{,}5787437 \cdot 10^{28}$	$318{,}94765 \cdot 10^{41}$	$41{,}584009 \cdot 10^{21}$	$219{,}02039 \cdot 10^{6}$
44	$2{,}7306277 \cdot 10^{28}$	$400{,}51241 \cdot 10^{41}$	$52{,}218335 \cdot 10^{21}$	$275{,}03067 \cdot 10^{6}$
45	$2{,}903211 \cdot 10^{28}$	$504{,}98025 \cdot 10^{41}$	$65{,}838729 \cdot 10^{21}$	$346{,}76843 \cdot 10^{6}$
46	$3{,}0993011 \cdot 10^{28}$	$639{,}29581 \cdot 10^{41}$	$83{,}169160 \cdot 10^{21}$	$439{,}00253 \cdot 10^{6}$
47	$3{,}3221955 \cdot 10^{28}$	$812{,}65376 \cdot 10^{41}$	$105{,}95284 \cdot 10^{21}$	$558{,}04691 \cdot 10^{6}$
48	$3{,}5757736 \cdot 10^{28}$	$1037{,}2719 \cdot 10^{41}$	$135{,}23830 \cdot 10^{21}$	$712{,}29152 \cdot 10^{6}$
49	$3{,}8646120 \cdot 10^{28}$	$1{,}3294462 \cdot 10^{44}$	$1{,}7333164 \cdot 10^{23}$	$9{,}1292675 \cdot 10^{8}$
50	$4{,}1941131 \cdot 10^{28}$	$1{,}7109893 \cdot 10^{44}$	$2{,}2307677 \cdot 10^{23}$	$11{,}749312 \cdot 10^{8}$
51	$4{,}5706733 \cdot 10^{28}$	$2{,}2112082 \cdot 10^{44}$	$2{,}8829471 \cdot 10^{23}$	$15{,}184300 \cdot 10^{8}$
52	$5{,}0018822 \cdot 10^{28}$	$2{,}8696251 \cdot 10^{44}$	$3{,}7413830 \cdot 10^{23}$	$19{,}705628 \cdot 10^{8}$
53	$5{,}4967717 \cdot 10^{28}$	$3{,}7397421 \cdot 10^{44}$	$4{,}8758316 \cdot 10^{23}$	$25{,}680696 \cdot 10^{8}$
54	$6{,}0661145 \cdot 10^{28}$	$4{,}89942578 \cdot 10^{44}$	$6{,}3810754 \cdot 10^{23}$	$33{,}608721 \cdot 10^{8}$
55	$6{,}7227932 \cdot 10^{28}$	$6{,}4323285 \cdot 10^{44}$	$8{,}3863937 \cdot 10^{23}$	$44{,}170607 \cdot 10^{8}$
56	$7{,}4822639 \cdot 10^{28}$	$8{,}4897260 \cdot 10^{44}$	$11{,}068804 \cdot 10^{23}$	$58{,}298695 \cdot 10^{23}$
57	$8{,}3631201 \cdot 10^{28}$	$11{,}253075 \cdot 10^{44}$	$14{,}671628 \cdot 10^{23}$	$77{,}274530 \cdot 10^{23}$
58	$9{,}3877965 \cdot 10^{28}$	$14{,}979897 \cdot 10^{44}$	$19{,}530613 \cdot 10^{23}$	$102{,}86650 \cdot 10^{23}$
59	$10{,}583441 \cdot 10^{28}$	$20{,}026927 \cdot 10^{44}$	$26{,}110872 \cdot 10^{23}$	$137{,}52431 \cdot 10^{23}$
60	$11{,}983016 \cdot 10^{28}$	$26{,}890310 \cdot 10^{44}$	$35{,}059270 \cdot 10^{23}$	$184{,}65495 \cdot 10^{23}$

Таблица 11 (окончание)

Номер слоя	Число генераторов в слое, n_g	Генерируемое число нейтрино, n_ν, c^{-1}	Генераторная мощность излучения, W_0, Вт	Секундный расход вещества, ν, кг · c^{-1}
61	$13{,}626663 \cdot 10^{28}$	$36{,}262810 \cdot 10^{44}$	$47{,}279023 \cdot 10^{23}$	$249{,}01562 \cdot 10^{8}$
62	$15{,}563428 \cdot 10^{28}$	$49{,}115604 \cdot 10^{44}$	$64{,}036344 \cdot 10^{23}$	$337{,}27538 \cdot 10^{8}$
63	$17{,}853428 \cdot 10^{28}$	$66{,}815638 \cdot 10^{44}$	$87{,}113437 \cdot 10^{23}$	$458{,}82098 \cdot 10^{8}$
64	$20{,}570602 \cdot 10^{28}$	$91{,}294740 \cdot 10^{44}$	$119{,}02899 \cdot 10^{23}$	$626{,}91826 \cdot 10^{8}$
65	$23{,}806185 \cdot 10^{28}$	$125{,}29415 \cdot 10^{44}$	$163{,}35703 \cdot 10^{23}$	$860{,}39120 \cdot 10^{8}$
66	$27{,}673142 \cdot 10^{28}$	$172{,}71966 \cdot 10^{44}$	$225{,}18984 \cdot 10^{23}$	$1186{,}0607 \cdot 10^{8}$
67	$32{,}311834 \cdot 10^{28}$	$239{,}15924 \cdot 10^{44}$	$311{,}81303 \cdot 10^{23}$	$1642{,}2993 \cdot 10^{8}$
68	$37{,}897274 \cdot 10^{28}$	$332{,}64101 \cdot 10^{44}$	$433{,}69346 \cdot 10^{23}$	$2284{,}2359 \cdot 10^{8}$
69	$44{,}648438 \cdot 10^{28}$	$464{,}74675 \cdot 10^{44}$	$605{,}93137 \cdot 10^{23}$	$3191{,}4019 \cdot 10^{8}$
70	$52{,}840293 \cdot 10^{28}$	$652{,}25523 \cdot 10^{44}$	$850{,}40265 \cdot 10^{23}$	$44{,}79{,}0172 \cdot 10^{8}$
71	$38{,}872501 \cdot 10^{28}$	$536{,}77054 \cdot 10^{44}$	$699{,}83508 \cdot 10^{23}$	$3685{,}9873 \cdot 10^{8}$

$$\sum_0^{71} n_g = 5{,}491044 \cdot 10^{30} \qquad \sum_0^{71} W_0 = 3{,}7510274065 \cdot 10^{26}$$

$$\sum_0^{71} n_\nu = 2{,}8770234 \cdot 10^{47} \qquad \sum_0^{71} \mu = 1{,}975643396 \cdot 10^{12}$$

энергетическую картину плазмы по слоям конвективной зоны. В первой графе приводится динамика изменения числа электронов-генераторов в каждом слое, от внешнего до придонного полуслоя. При этом число генераторов определяется из соотношения:

$$n_{gi} = N_i V_i / n_{\hbar}, \tag{28.26}$$

где V_i — объем i-го слоя. Число генераторов начале плавно уменьшается от первого слоя до 29-го, а начиная с 30-го происходит постепенный рост. В целом от первого слоя до 70-го данный параметр возрастает в 7,1 раза.

Во второй графе приводится секундная генерация нейтрино каждым слоем, которая определяется соотношением

$$n_{\nu i} = n_{gi} \cdot f_i = N_i V_i f_i / n_{\hbar}. \tag{28.27}$$

Излучательная мощность слоя может быть определена двумя путями, приводящими к одному результату. В третьей графе таблицы II приводятся результаты, полученные согласно

$$W_{0i} = n_{\nu i} \cdot \mathcal{P} = n_{gi} f_i \mathcal{P}, \tag{28.28}$$

Таблица 12

Коэффициент размножения генератора и вязкость плазмы

Номер слоя	Секундный расход нейтронов на ФПВР, n_n, $с^{-1}$	Секундный выход свободных электронов, Δn_e, $с^{-1}$	Коэффициент размножения генераторов, $k_g = \Delta n_e / n_g$	Вязкость плазмы, η, Па · с
0	$0{,}9072757 \cdot 10^{32}$	$2{,}7218271 \cdot 10^{32}$	$1{,}0049007 \cdot 10^{4}$	$5{,}7102037 \cdot 10^{-3}$
1	$2{,}9535302 \cdot 10^{32}$	$8{,}8605906 \cdot 10^{32}$	$1{,}1916958 \cdot 10^{4}$	$8{,}3288982 \cdot 10^{-3}$
2	$3{,}1698371 \cdot 10^{32}$	$9{,}5095113 \cdot 10^{32}$	$1{,}4132131 \cdot 10^{4}$	$1{,}2148523 \cdot 10^{-2}$
3	$3{,}4137982 \cdot 10^{32}$	$10{,}241394 \cdot 10^{32}$	$1{,}6759068 \cdot 10^{4}$	$1{,}7719826 \cdot 10^{-2}$
4	$3{,}6893462 \cdot 10^{32}$	$11{,}068038 \cdot 10^{32}$	$1{,}9874312 \cdot 10^{4}$	$2{,}5846127 \cdot 10^{-2}$
5	$4{,}0010767 \cdot 10^{32}$	$12{,}003230 \cdot 10^{32}$	$2{,}3568634 \cdot 10^{4}$	$3{,}7699146 \cdot 10^{-2}$
6	$4{,}3543713 \cdot 10^{32}$	$13{,}063113 \cdot 10^{32}$	$2{,}7949666 \cdot 10^{4}$	$5{,}4987949 \cdot 10^{-2}$
7	$4{,}7555480 \cdot 10^{32}$	$14{,}266644 \cdot 10^{32}$	$3{,}3145069 \cdot 10^{4}$	$8{,}0205377 \cdot 10^{-2}$
8	$5{,}2120390 \cdot 10^{32}$	$15{,}636117 \cdot 10^{32}$	$3{,}9306213 \cdot 10^{4}$	$1{,}1698751 \cdot 10^{-1}$
9	$5{,}7326045 \cdot 10^{32}$	$17{,}197813 \cdot 10^{32}$	$4{,}6612612 \cdot 10^{4}$	$1{,}7063789 \cdot 10^{-1}$
10	$6{,}3276019 \cdot 10^{32}$	$18{,}982805 \cdot 10^{32}$	$5{,}5277159 \cdot 10^{4}$	$2{,}4899235 \cdot 10^{-1}$
11	$7{,}0092997 \cdot 10^{32}$	$21{,}027899 \cdot 10^{32}$	$6{,}5552312 \cdot 10^{4}$	$3{,}6303421 \cdot 10^{-1}$
12	$7{,}7922684 \cdot 10^{32}$	$23{,}376805 \cdot 10^{32}$	$7{,}7737445 \cdot 10^{4}$	$5{,}2952147 \cdot 10^{-1}$
13	$8{,}6938588 \cdot 10^{32}$	$26{,}081576 \cdot 10^{32}$	$9{,}2187607 \cdot 10^{4}$	$7{,}7235966 \cdot 10^{-1}$
14	$9{,}7348084 \cdot 10^{32}$	$29{,}204425 \cdot 10^{32}$	$10{,}932392 \cdot 10^{4}$	$1{,}1265649 \cdot 10^{0}$
15	$10{,}939835 \cdot 10^{32}$	$32{,}819505 \cdot 10^{32}$	$12{,}964538 \cdot 10^{4}$	$1{,}6432045 \cdot 10^{0}$
16	$12{,}338762 \cdot 10^{32}$	$37{,}016286 \cdot 10^{32}$	$15{,}37444 \cdot 10^{4}$	$2{,}3967772 \cdot 10^{0}$
17	$13{,}967367 \cdot 10^{32}$	$41{,}902101 \cdot 10^{32}$	$18{,}232305 \cdot 10^{4}$	$3{,}4959378 \cdot 10^{0}$
18	$15{,}868846 \cdot 10^{32}$	$47{,}606538 \cdot 10^{32}$	$21{,}621402 \cdot 10^{4}$	$5{,}0993315 \cdot 10^{0}$
19	$18{,}095475 \cdot 10^{32}$	$54{,}286425 \cdot 10^{32}$	$25{,}640480 \cdot 10^{4}$	$7{,}4376498 \cdot 10^{0}$
20	$20{,}710673 \cdot 10^{32}$	$62{,}132019 \cdot 10^{32}$	$30{,}406639 \cdot 10^{4}$	$1{,}0848551 \cdot 10^{1}$
21	$23{,}791618 \cdot 10^{32}$	$71{,}374854 \cdot 10^{32}$	$36{,}058754 \cdot 10^{4}$	$1{,}5823691 \cdot 10^{1}$
22	$27{,}432485 \cdot 10^{32}$	$82{,}297455 \cdot 10^{32}$	$42{,}761505 \cdot 10^{4}$	$2{,}3080424 \cdot 10^{1}$
23	$31{,}748551 \cdot 10^{32}$	$95{,}245653 \cdot 10^{32}$	$50{,}710195 \cdot 10^{4}$	$3{,}3665096 \cdot 10^{1}$
24	$3{,}6881295 \cdot 10^{33}$	$11{,}064388 \cdot 10^{33}$	$6{,}0136416 \cdot 10^{5}$	$4{,}9103889 \cdot 10^{1}$
25	$4{,}3004907 \cdot 10^{33}$	$12{,}901472 \cdot 10^{33}$	$7{,}1314823 \cdot 10^{5}$	$7{,}1622897 \cdot 10^{1}$
26	$5{,}0334474 \cdot 10^{33}$	$15{,}100342 \cdot 10^{33}$	$8{,}4571111 \cdot 10^{5}$	$1{,}044691 \cdot 10^{2}$
27	$5{,}9128080 \cdot 10^{33}$	$17{,}738424 \cdot 10^{33}$	$10{,}027738 \cdot 10^{5}$	$1{,}5235706 \cdot 10^{2}$
28	$6{,}9741719 \cdot 10^{33}$	$20{,}922515 \cdot 10^{33}$	$11{,}893412 \cdot 10^{5}$	$2{,}2225922 \cdot 10^{2}$

Таблица 12 (продолжение)

Номер слоя	Секундный расход нейтронов на ФГВР, n_n, $с^{-1}$	Секундный выход свободных электронов, Δn_e, $с^{-1}$	Коэффициент размножения генераторов, $k_g = \Delta n_e / n_g$	Вязкость плазмы, η, Па · с
29	$8{,}2562894 \cdot 10^{33}$	$24{,}768868 \cdot 10^{33}$	$14{,}104211 \cdot 10^{5}$	$3{,}2418719 \cdot 10^{2}$
30	$9{,}8115510 \cdot 10^{33}$	$29{,}434653 \cdot 10^{33}$	$16{,}725957 \cdot 10^{5}$	$4{,}7285895 \cdot 10^{2}$
31	$11{,}704467 \cdot 10^{33}$	$35{,}113401 \cdot 10^{33}$	$19{,}834935 \cdot 10^{5}$	$6{,}8970614 \cdot 10^{2}$
32	$14{,}016884 \cdot 10^{33}$	$42{,}050652 \cdot 10^{33}$	$23{,}522068 \cdot 10^{5}$	$1{,}0060134 \cdot 10^{3}$
33	$16{,}850987 \cdot 10^{33}$	$50{,}552961 \cdot 10^{33}$	$27{,}894449 \cdot 10^{5}$	$1{,}4673706 \cdot 10^{3}$
34	$20{,}336943 \cdot 10^{33}$	$61{,}010829 \cdot 10^{33}$	$33{,}079585 \cdot 10^{5}$	$2{,}1403057 \cdot 10^{3}$
35	$24{,}639914 \cdot 10^{33}$	$73{,}919742 \cdot 10^{33}$	$39{,}228554 \cdot 10^{5}$	$3{,}1218485 \cdot 10^{3}$
36	$29{,}970399 \cdot 10^{33}$	$89{,}911197 \cdot 10^{33}$	$46{,}520523 \cdot 10^{5}$	$4{,}5535264 \cdot 10^{3}$
37	$36{,}597571 \cdot 10^{33}$	$109{,}79271 \cdot 10^{33}$	$55{,}167949 \cdot 10^{5}$	$6{,}6417705 \cdot 10^{3}$
38	$44{,}867256 \cdot 10^{33}$	$134{,}60176 \cdot 10^{33}$	$65{,}422791 \cdot 10^{5}$	$9{,}6876826 \cdot 10^{3}$
39	$55{,}222765 \cdot 10^{33}$	$165{,}66829 \cdot 10^{33}$	$77{,}583855 \cdot 10^{5}$	$1{,}4130445 \cdot 10^{4}$
40	$68{,}239829 \cdot 10^{33}$	$205{,}98771 \cdot 10^{33}$	$92{,}575438 \cdot 10^{5}$	$2{,}0610660 \cdot 10^{4}$
41	$84{,}662572 \cdot 10^{33}$	$253{,}98771 \cdot 10^{33}$	$109{,}10783 \cdot 10^{5}$	$3{,}0062698 \cdot 10^{4}$
42	$105{,}45947 \cdot 10^{33}$	$316{,}37841 \cdot 10^{33}$	$129{,}38924 \cdot 10^{5}$	$4{,}3849431 \cdot 10^{4}$
43	$131{,}89471 \cdot 10^{33}$	$395{,}68413 \cdot 10^{33}$	$153{,}44065 \cdot 10^{5}$	$6{,}3958748 \cdot 10^{4}$
44	$165{,}62426 \cdot 10^{33}$	$496{,}87278 \cdot 10^{33}$	$181{,}96284 \cdot 10^{5}$	$9{,}3290186 \cdot 10^{4}$
45	$208{,}82494 \cdot 10^{33}$	$626{,}47482 \cdot 10^{33}$	$215{,}78687 \cdot 10^{5}$	$1{,}3607301 \cdot 10^{5}$
46	$264{,}36858 \cdot 10^{33}$	$793{,}10574 \cdot 10^{33}$	$255{,}89825 \cdot 10^{5}$	$1{,}9855551 \cdot 10^{5}$
47	$336{,}05745 \cdot 10^{33}$	$1008{,}1723 \cdot 10^{33}$	$303{,}46567 \cdot 10^{5}$	$2{,}8949702 \cdot 10^{5}$
48	$4{,}2894399 \cdot 10^{33}$	$1286{,}8319 \cdot 10^{33}$	$359{,}87510 \cdot 10^{5}$	$4{,}2226016 \cdot 10^{5}$
49	$5{,}4976710 \cdot 10^{35}$	$16{,}493013 \cdot 10^{35}$	$4{,}2677021 \cdot 10^{7}$	$6{,}1590837 \cdot 10^{5}$
50	$7{,}0754696 \cdot 10^{35}$	$21{,}226408 \cdot 10^{35}$	$5{,}0610003 \cdot 10^{7}$	$8{,}9836366 \cdot 10^{5}$
51	$9{,}1440294 \cdot 10^{35}$	$27{,}432088 \cdot 10^{35}$	$6{,}0017608 \cdot 10^{7}$	$1{,}3103528 \cdot 10^{6}$
52	$11{,}866786 \cdot 10^{35}$	$35{,}600358 \cdot 10^{35}$	$7{,}1173923 \cdot 10^{7}$	$1{,}9112798 \cdot 10^{6}$
53	$15{,}464989 \cdot 10^{35}$	$46{,}394967 \cdot 10^{35}$	$8{,}4404027 \cdot 10^{7}$	$2{,}787791 \cdot 10^{6}$
54	$20{,}239268 \cdot 10^{35}$	$66{,}717804 \cdot 10^{35}$	$10{,}009340 \cdot 10^{7}$	$4{,}0662706 \cdot 10^{6}$
55	$26{,}599666 \cdot 10^{35}$	$74{,}798998 \cdot 10^{35}$	$11{,}869917 \cdot 10^{7}$	$5{,}9310588 \cdot 10^{6}$
56	$35{,}107641 \cdot 10^{35}$	$105{,}32292 \cdot 10^{35}$	$14{,}076343 \cdot 10^{7}$	$8{,}6510364 \cdot 10^{6}$
57	$46{,}534943 \cdot 10^{35}$	$139{,}60482 \cdot 10^{35}$	$16{,}692911 \cdot 10^{7}$	$1{,}2618395 \cdot 10^{7}$
58	$61{,}946504 \cdot 10^{35}$	$185{,}83951 \cdot 10^{35}$	$19{,}795860 \cdot 10^{7}$	$1{,}8405181 \cdot 10^{7}$

Таблица 12 (окончание)

Номер слоя	Секундный расход нейтронов на ФПВР, n_n, c^{-1}	Секундный выход свободных электронов, Δn_e, c^{-1}	Коэффициент размножения генераторов, $k_g = \Delta n_e / n_g$	Вязкость плазмы, η, Па · с
59	$82{,}817534 \cdot 10^{35}$	$248{,}45260 \cdot 10^{35}$	$23{,}475597 \cdot 10^{7}$	$2{,}6845786 \cdot 10^{7}$
60	$111{,}19974 \cdot 10^{35}$	$333{,}59922 \cdot 10^{35}$	$27{,}839336 \cdot 10^{7}$	$3{,}9157243 \cdot 10^{7}$
61	$149{,}95792 \cdot 10^{35}$	$449{,}87376 \cdot 10^{35}$	$33{,}014228 \cdot 10^{7}$	$5{,}7114727 \cdot 10^{7}$
62	$203{,}10820 \cdot 10^{35}$	$609{,}32460 \cdot 10^{35}$	$39{,}151053 \cdot 10^{7}$	$8{,}3307511 \cdot 10^{7}$
63	$276.30331 \cdot 10^{35}$	$828{,}90993 \cdot 10^{35}$	$46{,}428614 \cdot 10^{7}$	$1{,}2151228 \cdot 10^{8}$
64	$377{,}53193 \cdot 10^{35}$	$1132{,}5957 \cdot 10^{35}$	$55{,}058947 \cdot 10^{7}$	$1{,}7723773 \cdot 10^{8}$
65	$518{,}13004 \cdot 10^{35}$	$1554{,}3901 \cdot 10^{35}$	$65{,}293540 \cdot 10^{7}$	$2{,}5851881 \cdot 10^{8}$
66	$714{,}24918 \cdot 10^{35}$	$2142{,}7475 \cdot 10^{35}$	$77{,}430582 \cdot 10^{7}$	$3{,}770754 \cdot 10^{8}$
67	$988{,}99738 \cdot 10^{35}$	$2966{,}9921 \cdot 10^{35}$	$91{,}823698 \cdot 10^{7}$	$5{,}5000193 \cdot 10^{8}$
68	$1375{,}5734 \cdot 10^{35}$	$4126{,}7202 \cdot 10^{35}$	$108{,}89227 \cdot 10^{7}$	$8{,}0223240 \cdot 10^{8}$
69	$1921{,}8714 \cdot 10^{35}$	$5765{,}6142 \cdot 10^{35}$	$129{,}13361 \cdot 10^{7}$	$1{,}1701356 \cdot 10^{9}$
70	$2697{,}2770 \cdot 10^{35}$	$8091{,}8310 \cdot 10^{35}$	$153{,}13751 \cdot 10^{7}$	$1{,}7067593 \cdot 10^{9}$
71	$2219{,}7121 \cdot 10^{35}$	$6659{,}1363 \cdot 10^{35}$	$171{,}30712 \cdot 10^{7}$	$2{,}2846104 \cdot 10^{9}$

где $\mathcal{P}$ — постоянная Резерфорда. И, наконец, в четвертую графу этой таблицы сведены результаты секундного расхода нейтронного вещества каждым слоем на ФПВР. Эта величина определяется уравнением

$$\mu_i = \frac{n_{vi}}{n_э} \cdot m_n. \tag{28.29}$$

где $n_э = 2{,}4181989 \cdot 10^{8}$ — число электрино в одном нейтроне. Нетрудно видеть, что первый сомножитель в (28.29) есть число нейтронов, расщепляемых i-ым слоем в единицу времени:

$$n_{ni} = n_{vi} / n_э \text{ нейтрон/с} \tag{28.30}$$

Если присмотреться к 2—4 графам табл. II, то легко увидеть, что интенсивность ФПВР непрерывно растет от первого до 70-го слоя и градиент роста составляет шесть порядков. В конце каждой графы приводится результат суммирования параметра, где особый интерес представляет генераторная мощность конвективной зоны W_{0k}:

$$W_{0k} = \sum_{0}^{71} W_0 = 3{,}7510274 \cdot 10^{26} \text{ Вт} \tag{28.31}$$

Поскольку эта величина полностью согласуется с экспериментально определенным значением излучательной мощности Солнца $L_\odot$, то мы с удовлетворением можем констатировать, что полученные результаты по исследованию конвективной зоны обладают высокой добротностью.

$$\Delta W = W_{0k} - L_\odot = W_{0k} - 3{,}5771174 \cdot 10^{26} \text{ Вт} =$$

$$= 1{,}7391 \cdot 10^{25} \text{ Вт} \qquad (28.32)$$

— доля генераторной мощности Солнца, вовлекаемая в обратный ФПВР и составляющая от W_{0k} 4,6363297%.

$$\eta_\odot = \frac{L_\odot}{W_{0k}} = 0{,}953637 \qquad (28.33)$$

— КПД фазового перехода высшего рода (28.33) конвективной зоны и атмосферы Солнца.

Суммирование всех результатов четвертой графы исследуемой таблицы дает нам секундный расход нейтронного вещества всей конвективной зоной на ФПВР μ_{0k}:

$$n_{0k} = \sum_0^{71} \mu = 1{,}9756434 \cdot 10^{12} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \qquad (28.34)$$

При этом секундное истечение вещества от Солнца составляет μ_k, определяемое из излучательной мощности Солнца:

$$\mu_{kL} = \frac{L_\odot}{\mathcal{P} \cdot n_э} \cdot m_n \approx \frac{3{,}5771174 \cdot 10^{26}}{3{,}1528189 \cdot 10^{-13}} \cdot m_n =$$

$$= 1{,}8840453 \cdot 10^{12} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \qquad (28.35)$$

Разность между этими величинами есть возвратное вещество Δm, образующееся в результате конденсации элементарных частиц в композиционные частицы, т. е. оно является результатом обратного ФПВР, происходящего как в конвективной зоне, так и в короне.

$$\Delta m = \mu_{0k} - \mu_k = 9{,}15981 \cdot 10^{10} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} = 4{,}636368\% \ \mu_{0k}. \qquad (28.36)$$

К настоящему времени накоплен значительный материал по прямому наблюдению конденсации света в вещество в короне, хотя, естественно, никто из наблюдателей не понимал сути явления. Так, известный астрофизик Д. Г. Мензел пишет: «Одной из самых замечательных особенностей протуберанцев является преимущественное движение вещества вниз, к Солнцу. Откуда же берется это вещество? Почему не видно, как оно поднимается вверх?» [37, с. 180]. В другом месте этой книги, рассматривая протуберанцы класса А Мензел пишет : «Замечательны движения газов в объектах этого типа. Можно проследить их активность, наблюдая движения от-

дельных узелков и конденсаций в волокнах. Впервые Петтит указал на одну удивительную черту этих движений — постоянство скоростей. Иногда в некоторых местах возникают внезапные ускорения, но нет того сильного увеличения скорости падения, которое следует ожидать при падении вещества в поле солнечного притяжения. Действительно, если бы гравитация была единственной действующей силой, вещество падало бы с высоты в 30000 км до уровня солнечной поверхности всего за каких-нибудь восемь минут, непрерывно увеличивая при этом скорость своего падения на 130 км/сек» [37, с. 179]. Эта загадка теперь решается легко на основе массы парения конденсированных частиц. Как следует из (26.76), по мере уменьшения удаленности парящей частицы от поверхности нейтронного ядра Солнца, масса парения возрастает. Именно благодаря этой закономерности конденсированные частицы в нижней короне обладают постоянной скоростью падения, несмотря на беспрерывное приращение их массы. Падают вниз только те частицы, масса которых слегка превышает массу парения на данной высоте. Для короны масса парения m_{pc} композиционной частицы определится из соотношения:

$$m_{pc} = \frac{2h_{\odot} \cdot \mu \, (R_{\odot} + \mathrm{H})^2}{I_{\odot} \cdot a_c^3 \cdot n_{\hbar}}, \qquad (28.37)$$

где H — высота над конвективной зоной; a_c — межосцилляторное расстояние в коронном газе, которое можно установить по частоте радиоизлучения исследуемой области короны.

$$a_{ci} = \lambda_i = \sqrt{\mu \cdot \nu_i}, \qquad (28.38)$$

где ν_i — частота спокойной компоненты радиоизлучения исследуемой области короны; μ — постоянная Милликена.

Говоря о результатах, сведенных в табл. 12, необходимо подчеркнуть, что в классической астрофизике никто не знал реального потока свободных электронов, испускаемых Солнцем. Вторая графа таблицы 12 свидетельствует, что даже внешний полуслой конвективной зоны, где ФПВР характеризуется наименьшей интенсивностью, высвобождает $2{,}7 \cdot 10^{32}$ электрон в единицу времени, а полный поток электронов составляет $3{,}57 \cdot 10^{39}$ электрон/с. Столь же неожиданны данные третьей и четвертой граф этой таблицы. Даже во внешнем полуслое коэффициент размножения генератора составляет $1 \cdot 10^4$, тогда как для успешного протекания цепной реакции в кристаллическом плутонии достаточен $k = 3$, что свидетельствует о наличии существенного различия в протекании ФПВР в газообразной и кристаллических средах. Солнечная плазма оказалась очень вязкой средой. Даже внешний полуслой конвективной зоны превосходит по своей вязкости нашу воду почти в шесть раз, а плазма придонного полуслоя по вязкости близка к смолам, хотя

природа вязкости в них совершенно разная. В смолах важнейший фактор высокой вязкости — это переплетение гигантских молекул, а в солнечной плазме — сверхмассивность осцилляторов.

§ 29. Излучение Солнца.

Как было показано выше, львиная доля солнечной энергии рассеивается в окружающее его пространство в виде потока нейтрино и лишь небольшая ее часть представлена световым потоком всех частот. Поскольку в конечном счете все наши исследования конвективной зоны должны привести к правильному пониманию того, как формируется солнечная постоянная S_0 в недрах солнечной плазмы, то перед нами встает трудная задача из-за неразграниченности в наблюдаемой плотности потока солнечной энергии доли света от доли нейтрино. Если быть строгим, то мы должны отказаться от попытки решения этой задачи до экспериментального установления доли света в солнечной постоянной. Однако имеются определенные основания полагать, что существует прямая корреляция между световым и нейтринным потоками, формируемыми i-ым слоем конвективной зоны. Это обстоятельство позволяет нам исходить в нашем анализе от экспериментально установленного распределения энергии в спектре солнечного излучения и надеяться при этом, что принципиальной ошибки мы не совершим. Кроме того экспериментальные работы ближайшего будущего внесут полную ясность в эту проблему.

1. Коэффициенты синего и красного смещения шага фотона. Совершенно очевидно, что нейтрино, генерируемые в i-ом слое, не могут беспрепятственно покинуть конвективную зону в силу наличия столкновительного взаимодействия их с осцилляторами плазмы. И чем глубже расположен генерирующий слой тем больше число взаимодействий пробного нейтрино с осцилляторами плазмы на пути выхода из конвективной зоны. В результате многократного взаимодействия с осцилляторами пробное нейтрино раздает им свою начальную энергию $\mathcal{P}$, а скорость его уменьшается до шаговой скорости фотона монолуча, формируемого i-ым слоем конвективной зоны. Такое нейтрино встраивается в луч и покидает конвективную зону ужс фотоном. Как мы видели выше, чем глубже расположен генерирующий слой, тем выше начальная скорость нейтрино, из чего следует, что высокочастотный свет глубоких слоев конвективной зоны не может формироваться из собственных нейтрино ввиду их чрезмерно высокой скорости. Поэтому свет нижних слоев формируется из ослабленных нейтрино вышележащих слоев, рассеиваемых в направлении дна конвективной зоны. И наоборот, свет вышележащих слоев (от 39-го слоя и выше) формируется из многократно рассеянных нейтрино глубоких слоев. Эту общую картину хорошо демонстрирует таблица 13, состоящая из шести граф. В отличие от

Таблица 13

Генераторный и излучаемый шаг фотона в солнечном свете

Номер диапазона	Шаговые диапазоны солнечного света у Земли, λ, м	Генерирующие слои диапазона	Генераторные диапазоны солнечного света в излучающих слоях конвективной зоны, λ_0, м	Коэффициент синего смещения шага фотона, β	Коэффициент красного смещения шага фотона, z
	Инфракрасный свет				
I	$1{,}6770933 \cdot 10^{-6} - 1{,}4142135 \cdot 10^{-6}$	Хромосфера	$1{,}5712915 \cdot 10^{-5} - 1{,}3249958 \cdot 10^{-5}$	9,3691355	—
II	$1{,}4142135 \cdot 10^{-6} - 1{,}0950661 \cdot 10^{-6}$	0—1	$1{,}2167276 \cdot 10^{-5} - 1{,}1173063 \cdot 10^{-5}$	9,3692565	—
III	$1{,}0950661 \cdot 10^{-6} - 6{,}3245553 \cdot 10^{-7}$	2—9	$1{,}0260089 \cdot 10^{-5} - 5{,}6494117 \cdot 10^{-6}$	9,1483339	—
IV	$6{,}3245553 \cdot 10^{-7} - 5{,}5136195 \cdot 10^{-7}$	10—18	$5{,}1877864 \cdot 10^{-6} - 2{,}6230889 \cdot 10^{-6}$	6,2468941	—
	Видимый свет				
V	$5{,}5136195 \cdot 10^{-7} - 4{,}8989794 \cdot 10^{-7}$	19—31	$2{,}4087508 \cdot 10^{-6} - 8{,}6604317 \cdot 10^{-7}$	2,779038	—
VI	$4{,}8989794 \cdot 10^{-7} - 4{,}4721359 \cdot 10^{-7}$	32—40	$7{,}9527477 \cdot 10^{-7} - 4{,}0211301 \cdot 10^{-7}$	1,2081541	—
VII	$4{,}4721359 \cdot 10^{-7} - 4 \cdot 10^{-7}$	41—56	$3{,}6925551 \cdot 10^{-7} - 1{,}02804 \cdot 10^{-7}$	0,4606605	2,1707958
	Ультрафиолетовый свет				
VIII	$4 \cdot 10^{-7} - 3{,}4629031 \cdot 10^{-7}$	57—64	$9{,}4403669 \cdot 10^{-8} - 5{,}1980561 \cdot 10^{-8}$	—	5,312944
IX	$3{,}4629031 \cdot 10^{-7} - 3 \cdot 10^{-7}$	65—68	$4{,}7733121 \cdot 10^{-8} - 3{,}6962082 \cdot 10^{-8}$	—	7,6734853
X	$3 \cdot 10^{-7} - 2{,}6650483 \cdot 10^{-7}$	69—71	$3{,}3941833 \cdot 10^{-8} - 2{,}9469125 \cdot 10^{-8}$	—	8,9405018

принятых 9 диапазонов, солнечный спектр в этой таблице представлен 10 диапазонами — в самостоятельный спектральный диапазон выделено далекое инфракрасное излучение, формируемое хромосферным газом. Во второй графе дается диапазон шага фотона, наблюдаемый у Земли, который существенно отличается от начального диапазона, генерируемого в конвективной зоне (графа 4). В третьей графе указаны слои конвективной зоны, генерирующие свет данного диапазона. Коэффициент синего смещения (графа 5) определяется как геометрическое среднее отношения генераторного диапазона шага к наблюдаемому у Земли:

$$\beta_i = \sqrt{\frac{\lambda_{0\,max\,i}}{\lambda_{max\,i}} \cdot \frac{\lambda_{0\,min\,i}}{\lambda_{min\,i}}}, \qquad (29.1)$$

где β_i — коэффициент синего смещения шага фотона i-го диапазона; $\lambda_{0max\,i}$ — начальный шаг генераторного диапазона, $\lambda_{0min\,i}$ — конечный шаг того же диапазона; $\lambda_{max\,i}$ и $\lambda_{min\,i}$ — то же для наблюдаемого у Земли диапазона. Замечу, что при определении шага фотона ведущим является экспериментально определенная частота ν_i, из которой выводится $\lambda_i = \sqrt{\mu/\nu_i}$.

Коэффициент красного смещения z_i есть величина обратная коэффициенту синего смещения:

$$z_i = \sqrt{\frac{\lambda_{max\,i} \cdot \lambda_{min\,i}}{\lambda_{0\,max\,i} \cdot \lambda_{0\,min\,i}}} \qquad (29.2)$$

Из данных таблицы 13 (графы 5 и 6) неотразимо следует, что высокочастотный свет, формируемый в глубоких слоях конвективной зоны (56—71), претерпевает сильное красное смещение на пути выхода из конвективной зоны. Так, придонный слой конвективной зоны формирует монолучи с частотой $f_{71} = 1{,}380849 \cdot 10^{17}$ с$^{-1}$, которые выходят из конвективной зоны с частотой $\nu_{71} = 1{,}6883811 \cdot 10^{15}$ с$^{-1}$, при этом нетрудно видеть, что f_{71} и ν_{71} связаны через Z_{71}, ибо

$$\nu_i = f_i/z_i^2 = \mu/(\lambda_{0i}z_i)^2 = \mu/a_i^2 \cdot z_i^2. \qquad (29.3)$$

$$z_{71} = \sqrt{f_{71}/\nu_{71}} = 9{,}0435272, \qquad (29.4)$$

где Z_{71} — коэффициент красного смещения для луча, генерируемого 71-ым слоем.

Высокочастотный край излучения конвективной зоны, соответствующий ν_{71}, определяется совершенно добротно по денситограмме Р. Бонне, помещенной Макаровой и Харитоновым в их книге [32, рис. 48]. На этом рисунке денситограммы центра и края солнечного диска обрываются в одной точке, соответствующей $\lambda_{71}' = 1{,}7756207 \cdot 10^7$ м по старой шкале, что соответствует $\lambda_{71} =$

$= 2{,}6650483 \cdot 10^{-7}$ м — по новой шкале. Более коротковолновое излучение в спектре Солнца генерируется вне конвективной зоны, а именно — в хромосферном газе, и осуществляется пролетными электронами точно так же, как генерируется свет высокоскоростными электронами в синхротроне из осцилляторов остаточного воздуха камеры. Высокочастотное излучение хромосферы с $\nu > \nu_{7I} = 1{,}6883811 \cdot 10^{15}$ с$^{-1}$ замечательно тем, что доходит до нас не претерпев существенного изменения ни в красную, ни в синюю стороны, что позволяет нам определить пролетную скорость электронов через хромосферный газ. Но предварительно необходимо заметить, что в данной книге не употребляется ранее принятый термин — фотосфера. Это связано с тем, что в классической астрофизике фотосфера была надуманной, реально не существующей частью атмосферы Солнца. В рамках единой теории край конвективной зоны определяется поверхностью гранул, очерчивающей одновременно и диск Солнца. Спикулы поднимаются над конвективной зоной и высота их определяет толщину хромосферы $H_h = 1 \cdot 10^7$ м. Пространство между спикулами заполнено легкой фракцией солнечной плазмы — хромосферным газом, плотность которого убывает от поверхности конвективной зоны. Таким образом, атмосфера Солнца состоит из конвективной зоны, хромосферы и короны. Так вот, на дне хромосферы, т. е. на границе раздела хромосферного газа от плазмы конвективной зоны, генерируется самое высокочастотное излучение Солнца, обусловленное предельной скоростью здесь пролетных электронов, покидающих конвективную зону. Если опустить крайне высокие рентгеновские частоты эмиссионных линий хромосферы ($6 \cdot 10^{17}$ с$^{-1}$), а взять типичную яркую линию He II ($\lambda' = 304$ Å — по старой шкале) с частотой $\nu_{II} = 9{,}861594 \cdot 10^{15}$ с$^{-1}$, то по ней можно определить типичную скорость электронов на выходе из конвективной зоны V_{eo}:

$$v_{eo} = \nu_{II} \cdot a_{n1} = \nu_{II} \cdot 1{,}3249958 \cdot 10^{-5} \text{ м} =$$

$$= 1{,}306657 \cdot 10^{11} \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}. \qquad (29.5)$$

На выходе из хромосферы, т. е. на границе хромосфера-корона, типичной яркой линией является L_α с частотой $\nu_{co} = 2{,}4653985 \cdot 10^{15}$ с$^{-1}$ ($\lambda' = 1216$ Å — по старой шкале), по которой определяется пролетная скорость электронов v_{eco}:

$$v_{eco} = \nu_{co} \cdot a_{h3} = \nu_{co} \cdot 1{,}5712915 \cdot 10^{-5} \text{ м} =$$

$$= 3{,}8738597 \cdot 10^{10} \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}, \qquad (29.6)$$

где a_{h1} и a_{h3} — межосцилляторное расстояние хромосферного газа на дне и у верхней границы хромосферы. Полученные результаты свидетельствуют в пользу того, что скорость истечения электронов уменьшается по мере удаления от поверхности конвективной зоны.

С другой стороны эти результаты убеждают нас в том, что электроны обгоняют свет, т. е. они летят медленнее нейтрино на 9—12 порядков, но быстрее света и протаранивают световой поток, исходящий от конвективной зоны и, стало быть, активно взаимодействуют с фотонами, обусловливая конденсацию света в композиционное вещество, в протуберанцы класса А.

Однако вернемся к анализу таблицы 13. Нетрудно видеть, что коэффициент синего смещения, наиболее высокий в хромосфере и внешнем слое конвективной зоны, постепенно уменьшается и для шестого диапазона он близок к единице. Если быть точным, то на границе между 38 и 39 слоями он становится равным единице, что свидетельствует о равновесии факторов, смещающих шаг фотона на данной глубине конвективной зоны. Фактическое красное смещение начинается в 39-ом слое и с постепенным нарастанием продолжается до дна конвективной зоны. Таким образом, становится совершенно очевидным сложное перераспределение фотонов между нижними и верхними слоями конвективной зоны. Это становится особенно явственным при анализе вклада каждого диапазона в солнечную постоянную (таблица 14).

2. Составляющие солнечной постоянной. При составлении табл. 14 использованы данные Акишина и Новикова [38, с. 18] по распределению энергии в спектре солнечного излучения с небольшими коррективами, а именно: в указанной работе на долю диапазона III отводится 25,6% солнечной постоянной $s_0 = 1360$ Вт $\cdot$ м$^{-2}$. Я был вынужден сократить это значение до 24%, а 1,6% передать диапазону II, доля которого теперь возросла от 1,5% до 3,1%. Возможно тут я поступаю некорректно, но этого потребовала динамика изменения коэффициента смещения потока σ (графа 7). Данные графы 6 получены делением суммарной генераторной мощности слоев, входящих в i-й диапазон, на $S = 4\pi A_0^2$. Так, для генераторного потока, формируемого диапазоном III, имеем:

$$\Phi_{0\,III} = \sum_{2}^{9} W_0 / 4\pi A_0^2. \tag{29.7}$$

Суммирование плотности потока по графам 4 и 5 приводит к солнечной постоянной s_0:

$$s_0 = \sum_{I}^{X} \Phi_0 \cdot \eta_\odot = 1360 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}, \tag{29.8}$$

$$s_0 = \sum_{I}^{X} \Phi = 1360 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}, \tag{29.9}$$

где $\eta_\odot = 0{,}9536367$ — КПД Солнца. Из данных четвертой графы следует, что 98,7% солнечной постоянной составляет поток энергии,

формируемый VIII—X диапазонами (слои 57—71). А по данным седьмой графы, основанной на спектральной интенсивности солнечного излучения, вклад этих же диапазонов составляет лишь 9,03%. И опять мы приходим к факту сложного перераспределения генерируемой энергии между нижними и верхними слоями конвективной зоны. Для коэффициента смещения плотности потока можно составить систему из двух уравнений:

$$\left.\begin{aligned} \sigma &= \Phi/\Phi_0 \\ \sigma &= \delta\cdot\beta^2 \end{aligned}\right\} \qquad (29.10)$$

где β — коэффициент синего смещения, δ — коэффициент накачки излучения данного диапазона. Решая эту систему относительно коэффициента накачки i-го диапазона найдем:

$$\delta_i = \Phi_i/\Phi_{0i}\cdot\beta_i^2 \qquad (29.11)$$

Ясно, что данное соотношение справедливо для диапазонов I—VII, где значение σ больше единицы. Для диапазонов VIII—X коэффициент смещения потока меньше единицы и для них ведущую роль играет процесс рассеяния, а коэффициент рассеяния α_i определяется из соотношения:

$$\alpha_i = z_i^2/\sigma_i = z_i^2\cdot\Phi_{0i}/\Phi_i \qquad (29.12)$$

где Z_i — коэффициент красного смещения шага фотона для i-го диапазона. Таким образом, из анализа данных таблиц 13—14 следует, что световая компонента солнечного излучения диапазонов I—VII обладает высокой степенью накачки за счет нейтрино, генерируемых в нижних слоях (57—71) конвективной зоны. При этом коэффициент синего смещения шага фотона обусловливается тем, что происходит слияние β_i разнофазных монолучей в один сборный луч с равномерным размещением фотонов вдоль его оси. Это возможно в том случае, когда в одну и ту же траекторию ложатся несколько монолучей, отличающихся по фазе движения фотонов, т. е. коэффициент синего смещения есть не что иное как число слившихся воедино монолучей. И наоборот, коэффициент красного смещения Z_i есть доля безвозвратно рассеянных фотонов от высокочастотного монолуча, формируемого нижними слоями конвективной зоны.

Физическая суть коэффициента накачки δ_i состоит в том, что в слоях конвективной зоны, составляющих i-ый диапазон, имеет место возрастание числа сборных лучей за счет фотонов и пульсирующих электронных полей нижележащих слоев. Т. е. в слоях i-го диапазона происходит возрастание числа сборных лучей в δ_i раз только за счет притекающего снизу исходного материала, необходимого для формирования световых лучей данного диапазона.

Вот такова общая картина генерации и излучения света конвективной зоной и хромосферой Солнца.

§ 30. Природа спектральных линий в световом потоке.

Как всем хорошо известно, существуют два вида спектральных линий: эмиссионные линии и линии поглощения или линии Фраунгофера. В пучке света, разложенном в спектр, эмиссионные линии представляют собой участки, выделяющиеся большей яркостью чем фон, что обусловлено более высокой плотностью потока на данной частоте. Линии поглощения, наоборот, это почти черные линии, обусловленные значительным падением светового потока на частоте линии.

В классической физике спектральные линии связывали с внутренними процессами атомов и молекул, оказавшихся якобы в возбужденном состоянии, переходами в них электрона с одного энергетического уровня на другой и прочими небылицами.

В рамках единой теории, как мы уже знаем, свет генерируется электронной глобулой, представляющей собой элементарный генератор энергии.

I. Эмиссионные линии горелки Бунзена. Чтобы понять природу линий поглощения сначала необходимо установить происхождение эмиссионных линий локальных световых источников в земных условиях и лишь после этого переходить к рассмотрению линейчатого спектра Солнца. Горелка Бунзена характеризуется бесцветным пламенем и сравнительно невысокой температурой $T = 2000$ К. Пусть мы проводим опыт при нормальном атмосферном давлении Ро. Введем в пламя горелки, тем или иным способом, хлористый стронций. Пламя немедленно окрасится в красный цвет и в спектре этого пламени ярко засветится эмиссионная линия с шагом $\lambda' = 6{,}892 \cdot 10^{-7}$ м (по старой шкале) или $\lambda = \sqrt{\mu \cdot \lambda'/c} = 5{,}2505235 \cdot 10^{7}$ м — по новой шкале. Какие термодинамические изменения произошли в плазме горения с внесением в нее мизерного количества $SrCl_2$? Можно сказать, что практически ощутимых сдвигов не произошло, ибо ни давление, ни температура не изменились. Но состав плазмы горения претерпел как качественное, так и количественное изменение, хотя никто до сих пор не исследовал кинетику соединений, вносимых в пламя с целью спектрального анализа. Мы не располагаем данными о том, как диссоциирует в данном случае хлористый стронций, на какие ионы распадается каждая молекула. Но исходя из законов гиперчастотной механики можем однозначно утверждать следующее:

а) Хлористый стронций диссоциирует по схеме

$$SrCl_2 \rightarrow Sr^{-} + 2Cl^{+} \tag{30.1}$$

б) Атом стронция обладает значительным избыточным зарядом отрицательного знака ΔQ:

$$\Delta Q = \frac{m_{\text{я}}\,(A - A_0)\cdot \text{э}}{m_{\text{э}}} = -1{,}829483 \cdot 10^{-19}\ \text{Кл}, \tag{30.2}$$

Таблица 14

Составляющие солнечной постоянной в конвективной зоне

Номер диапазона	Частотный диапазон солнечного света у Земли, ν, $с^{-1}$	Генерирующие слои диапазона	Генераторная плотность потока энергии, Фо, $Вт \cdot м^{-2}$	Наблюдаемая плотность потока у Земли, Ф, $Вт \cdot м^{-2}$	Доля диапазона от наблюдаемого потока, %	Коэффициент смещения потока, $\sigma = Ф/Фо$	Коэффициент накачки диапазона, δ	Коэффициент рассеяния диапазона, α
	Инфракрасный свет							
I	$4{,}2634997 \cdot 10^{13} - 59958492 \cdot 10^{13}$	Хромосфера	$6{,}4279622 \cdot 10^{-5}$	7,752	0,57	120598,09	1373,8565	—
II	$5{,}9958492 \cdot 10^{13} - 1 \cdot 10^{14}$	0—1	$4{,}6278862 \cdot 10^{-4}$	42,16	3,1	91099,906	1037,7856	—
III	$1 \cdot 10^{14} - 2{,}9979246 \cdot 10^{14}$	2—9	$4{,}1148922 \cdot 10^{-3}$	326,4	24,0	79321,64	947,7802	—
IV	$2{,}9979246 \cdot 10^{14} - 3{,}9446376 \cdot 10^{14}$	10—18	$1{,}1108523 \cdot 10^{-2}$	235,28	17,3	21180,133	542,75071	—
	Видимый свет							
V	$3{,}9446376 \cdot 10^{14} - 4{,}996541 \cdot 10^{14}$	19—31	$8{,}1342792 \cdot 10^{-2}$	243,44	17,9	2992,7667	387,51087	—
VI	$4{,}996541 \cdot 10^{14} - 5{,}9958492 \cdot 10^{14}$	32—40	$3{,}7247837 \cdot 10^{-1}$	187,68	13,8	503,86818	345,20118	—
VII	$5{,}9958492 \cdot 10^{14} - 7{,}4948115 \cdot 10^{14}$	41—56	17,770268	194,48	14,3	10,944123	51,572597	—
	Ультрафиолетовый свет							
VIII	$7{,}4948115 \cdot 10^{14} - 1 \cdot 10^{15}$	57—64	156,95571	106,08	7,8	0,6758594	—	41,765155
IX	$1 \cdot 10^{15} - 1{,}33241 \cdot 10^{15}$	65—68	431,16074	16,32	1,2	0,0378513	—	1555,6236
X	$1{,}33241 \cdot 10^{15} - 1{,}6883811 \cdot 10^{15}$	69—71	819,76337	0,408	0,03	0,0004977	—	160603,92

где $A_0 = 88$ а. е., $A = 87{,}62$ а. е.— атомная масса стронция по Международной таблице 1983 года.

в) $\Delta Q = (e + \Delta q) = e - 2{,}272938 \cdot 10^{-20}$ Кл, т. е. (30.3)

в составе атома стронция имеется один избыточный электрон, который может выделяться в плазму горения и обращаться в элементарный генератор.

г) Атом стронция, даже после выделения в плазму свободного электрона, остается электроотрицательным ионом с избыточным зарядом $\Delta q = -2{,}27 \cdot 10^{-20}$ Кл из чего следует, что донором электрино он не может служить в составе электронной глобулы.

д) Донорами электрино могут быть только электроположительные ионы Cl^+.

Исходя из этих объективных посылок мы можем теперь говорить о том, что внесение соли хлористого стронция в горелку Бунзена приводит к созданию системы новых генераторов по всему объему пламени, которые излучают в одной и той же частоте $\nu = \mu/\lambda^2 = 4{,}349862 \cdot 10^{14}\ c^{-1}$, независимо от точки их локализации в координатах пламени. В этих новых генераторах роль ионов стронция сводится к увеличению диаметра электронной глобулы $d_{ge} = \lambda$, ибо они входят в состав осцилляторов стенки, но обладая одноименным зарядом с электроном, занимающим центр глобулы, стремятся раздвинуть эту стенку. Именно электроотрицательность ионов щелочных и щелочно-земельных элементов является причиной того, что они обусловливают эмиссионные линии преимущественно в красной области спектра.

Поскольку все эти привнесенные генераторы излучают в одной или почти в одной частоте, то свет от них концентрируется в одну линию спектра, обусловливая высокую плотность потока на этой частоте, заметно превосходящую фоновый поток источника. Такова в общих чертах природа эмиссионной линии. В § 14 было показано, что фазовый переход высшего рода возможен лишь при условии, когда электрон-генератор развивает отрицательное напряжение, достаточное для отрыва электрино от осциллятора (14.87). В общем виде это соотношение можно записать в форме

$$P_{\lambda} = \frac{2\beta \cdot e \cdot Z_i}{\lambda_i n_{gi} \pi R_э^2}, \tag{30.4}$$

где Z_i — избыточный положительный заряд осциллятора стенки, $n_{gi} = u\lambda_i^2/d_{gi}^2$ — число осцилляторов, образующих сферическую стенку электронной глобулы; $\pi R_э^2$ — сечение внешнего электрино в составе осциллятора. Но еще ранее нами было получено значение механической прочности внешнего электрино в нейтроне $P_{эл} = -1{,}6071644 \cdot 10^{16}$ Па. Анализ показывает, что чаще всего в

реальных системах выполняется условие $P_{\lambda i} > P_{эп}$, но в принципе совершенно достаточно для успешного протекания ФПВР условия равенства этих напряжений, т. е. $P_{\lambda i} = P_{эп}$. Приняв это условие из (30.4) легко получим рабочее уравнение для спектрального анализа любых источников света:

$$P_{эп} = \frac{2\beta \cdot e \cdot Z_i}{\lambda_i n_{gi} \pi R_э^2} = \frac{2\beta \cdot e}{\pi R_э^2} \cdot \frac{Z_i}{\lambda_i \cdot \frac{4\lambda_i^2}{d_{gi}^2}} = \frac{\beta \cdot e}{\pi R_э^2} \cdot \frac{Z_i d_{gi}^2}{2\lambda_i^3}. \qquad (30.5)$$

Определяя из этого соотношения шаг эмиссионной (или фраунгоферовой) линии, получим:

$$\lambda_i = \sqrt[3]{\frac{\beta \cdot e \cdot Z_i \cdot d_{gi}^2}{\pi R_э^2 \cdot P_{эп}}}. \qquad (30.6)$$

Учитывая, что $d_{gi} = \sqrt[3]{6kT_i/\pi P_i}$, мы можем говорить о трех аргументах в подкоренном выражении (30.6), определяющих шаг спектральной линии — это Z_i, T_i и P_i, т. е. два из них являются термодинамическими, а третий (Z_i) — внутренним свойством осциллятора в стенке генератора. Теперь становится совершенно очевидным, что если при $T_i = \text{Const}$ и $P_i = \text{Const}$ исследуемое вещество дает только одну спектральную линию, то из этого неотразимо следует, что донором фотонов этой линии служат осцилляторы только одного сорта. Если же линий несколько, то и доноров столько же, которые отличаются между собой величиной избыточного положительного заряда (Z_1, Z_2, Z_3 и т. д.). Но поскольку λ_i, T_i, P_i легко измеряются, то из (30.5) без труда можно определить заряд осциллятора, излучающего данную линию:

$$z_i \approx \frac{2\pi R_э^2 \cdot P_{эп} \cdot \lambda_i^3}{\beta \cdot e \cdot d_{gi}^2} = \frac{2\pi R_э^2 \cdot P_{эп} \cdot \lambda_i^3}{\beta \cdot e \cdot (\sqrt[3]{6kT_i/\pi P_i})^2}, \qquad (30.7)$$

а зная заряд осциллятора можно воссоздать его химический состав и физическое строение. Нет сомнения, что такой подход к объяснению природы эмиссионных линий принципиально отличается от сложившихся представлений и, стало быть, вызывает дополнительные вопросы. Один из этих вопросов можно сформулировать так: «Почему такое простое вещество как газообразный водород дает 31 спектральную линию?» Во-первых, пора в плазме горения и в различных трубках тлеющего заряда видеть сложную, многокомпонентную физико-химическую систему, в которой происходят сложнейшие процессы синтеза и ресинтеза огромного числа промежуточных веществ, большинство из которых за пределами плазмы

перестают существовать. Во-вторых, когда я рассматриваю фотографии серий водорода, то меня не покидает ощущение того, что передо мной картина какого-то оптического эффекта одной единственной линии. Этим я хочу сказать, что по-видимому, в спектроскопии имеются какие-то скрытые оптические эффекты, накладывающиеся на процессы генерации света в узких частотных областях. В-третьих, необходимо переосмыслить весь круг экспериментальных данных по всем разделам оптики, а во многих случаях поставить эксперименты заново, чтобы понять истинные механизмы явлений. Так, чтобы иметь полное суждение о процессах, происходящих в электрической дуге Петрова, имеющихся данных совершенно недостаточно. Необходима дополнительная информация об излучательной мощности, о полной мощности энерговыделения, о потребляемой мощности электрического тока, о количестве расхода кислорода, о количестве и качестве конечных продуктов, о количествах анодного и катодного веществ, израсходованных за период горения дуги, о температуре и давлении в разных частях дуги и т. д. Теперь, когда мы установили, что каждый фотон и каждое нейтрино обладают конечной массой и постоянным зарядом, прежние, поверхностные подходы к решению научных проблем более непригодны. Каждая проблема должна получить глубокое и всестороннее освещение. И если я сегодня не могу однозначно ответить на вышепоставленный вопрос о спектральных линиях водорода, то причина этого — неполнота информации по всей технологической линии эксперимента.

2. Обращение эмиссионных линий в дуге Петрова. Обратимся к двум результатам Л. Фуко в опытах с D_1 и D_2 линиями натрия.

1) Луч солнечного света с хорошо выраженными линиями поглощения D_1 и D_2 пропускается через дугу, в которой генерируются яркие эмиссионные линии D_1 и D_2. Ожидаемый результат: темные провалы в луче солнечного света должны заполниться яркими линиями дуги. Результат существенно иной и до сих пор не объяснен. Линии поглощения действительно не наблюдаются, но эмиссионные линии существенно ослаблены, без наложения солнечного света они заметно ярче. Какое объяснение этому факту может дать новая теория? Во-первых, совершенно ясно, что мы имеем дело только с взаимодействием лучей, генераторы света в этом явлении не участвуют. Во-вторых, фраунгоферовы линии D_1 и D_2 в солнечном свете не есть пустые участки спектра, они лишь ослаблены по сравнению с плотностью фонового потока. В-третьих, элементарные лучи солнечного света с шагом D_1 и D_2, дошедшие до Земли в фраунгоферовых линиях, и обладающие той же частотой, такой же скоростью и направлением, что и лучи эмиссионных линий дуги, сливаются с ними, формируя сборные лучи большей частоты и меньшего шага. И происходит это на пути от дуги до призмы

спектроскопа. В результате этого часть лучей эмиссионных линий дуги получает синее смещение шага и призма отклоняет их в фиолетовую область, а поток в эмиссионных линиях D_1 и D_2 заметно слабеет. По степени ослабления этих линий можно судить о плотности лучей в фраунгоферовых линиях, но для этого нужды соответствующие измерения.

2) Пучок света от дуги с эмиссионными линиями D_1 и D_2 был вновь пропущен через дугу посредством зеркал. Результатом опыта слало обращение эмиссионных линий в фраунгоферовы линии. Здесь принципиально происходит то же, что и в первой части опыта. Отличие заключается в том, что в первом случае с эмиссионными линиями дуги взаимодействовал сильно ослабленный пучок лучей фраунгоферовых линий солнечного света. Теперь же накладываются друг на друга два равноценных пучка элементарных лучей с шагом λ_1 и λ_2 и большая часть их сливаются, например, попарно, формируя лучи с шагом $\lambda_1/2$ и $\lambda_2/2$. По-видимому, можно говорить о двух процессах в этом явлении. Первый состоит в том, что на подходе к дуге лучи линий D_1 и D_2 испытывают интенсивное рассеяние на встречном пучке. А второй процесс — формирование вторичных лучей, начинается с момента вхождения потрепанного пучка, со смещенным шагом в красную сторону, в плазму дуги. Для полной ясности нужны специальные опыты.

Таким образом, в основе фраунгоферовых линий лежит не рассеяние фотонов узкого спектра, а явление слияния элементарных лучей одной частоты, одного шага, одной скорости распространения и одного направления, отличающихся между собой лишь по фазе фотонов на оси луча. Именно это явление лежит в основе накачки излучения верхних слоев конвективной зоны Солнца наряду с формированием дополнительных лучей за счет свободных фотонов нижележащих слоев. Никакое другое явление не может быть причиной обращения эмиссионных линий в линии Фраунгофера. Например, известен такой экспериментальный факт. Пучок света от раскаленного твердого тела дает сплошной спектр, без всяких линий. Но вот если этот пучок пропустить через пары азотной кислоты, то в спектре появляются фраунгоферовы линии, причем в разных частях спектра. Принято думать, что в этом случае линии появляются как следствие поглощения узких частей спектра элементами пара, диаметр которых $d \geq \lambda$. Допустим — это так. Но если задуматься, то мы должны усомниться в этом допущении. Почему? Если бы дело обстояло так просто, то мы должны были наблюдать свободное прохождение через пар длинношагового края спектра, где $\lambda > d$, а на участке, где $\lambda = d$ должна была появиться первая одиночная линия поглощения. А дальше, где $\lambda < d$, т. е. вся остальная часть спектра, обладающая меньшим чем d шагом, должна была обрываться, она целиком должна была поглощаться паром. Но этого-то как раз не происходит. Поэтому данное явление не столь

простое, как кажется на первый взгляд и чтобы разобраться в нем нужны опять-таки дополнительные экспериментальные исследования.

3. Эмиссионные линии хромосферы и короны Солнца. Как следует из таблицы 13, световое излучение Солнца, выходящее из конвективной зоны, целиком располагается в интервале шагов $1{,}4142135 \cdot 10^{-6} - 2{,}6650483 \cdot 10^{-7}$ м или в частотном интервале $5{,}9958492 \cdot 10^{13} - 1{,}6883811 \cdot 10^{15}\ с^{-1}$ (таблица 14). Вся остальная часть солнечного излучения, а именно радиочастотный и рентгеновский край спектра, энергетическая доля которых пренебрежима мала, генерируются за пределами конвективной зоны. При этом хромосфера и корона обладают двумя видами излучения — стационарным и синхротронным.

Стационарное излучение хромосферы, охватывающее далекую инфракрасную часть спектра, между высокочастотным краем радиоизлучения и инфракрасным диапазоном II, генерируется собственными электронами-генераторами, которые являются неотъемлемой частью хромосферной плазмы. Эта плазма обладает значительной скоростью истечения из конвективной зоны, стремительно проходит область хромосферы и выходит в корону. В короне хромосферный газ продолжает движение вдоль радиуса, при этом его плотность беспрерывно уменьшается, а межосцилляторное расстояние $a_c = \lambda_c$ непрерывно растет. По мере удаления от диска Солнца этот газ разбивается на плазменные облака, ибо пространство растет быстрее прироста притекающего снизу вещества. На границе хромосфера-корона генерируется наиболее высокочастотный край радиоизлучения Солнца ($\nu = r \cdot 10^{11}\ с^{-1}$), но по мере подъема газа в корону, излучаемая им частота дрейфует в низкую сторону обратно пропорционально квадрату растущего межосцилляторного расстояния в газе. На расстоянии одного солнечного радиуса $H_1 = R_\odot$ этот же газ уже генерирует радиоизлучение в частоте $\nu_1 = 9{,}9 \cdot 10^7$ Гц. [36, с. 109], а межосцилляторное расстояние возрастает от $a_{h3} = 1{,}54865 \cdot 10^{-5}$ м на границе хромосфера-корона до $a_{c1} = 1{,}095445 \cdot 10^{-3}$ м. При этом объемная плотность коронарного газа уменьшается в $n = 3{,}539 \cdot 10^5$ раз и составляет $N_{c1} = 1{,}568 \cdot 10^9\ м^{-3}$, а давление в газе падает до $P_{c1} = \alpha \cdot q_\lambda^2 \cdot \nu_i \cdot N_{c1}/2\nu_{ед} = 1{,}257 \cdot 10^{-4}$ Па, тогда как во внешнем слое конвективной зоны оно составляет $P_0 = 3{,}6 \cdot 10^5$ Па. Исходя из градиента давления между дном и верхней границей хромосферы можно установить скорость истечения хромосферного газа из конвективной зоны, приняв для расчета в качестве характерной частицы газа нуклон. Давление газа на границе хромосфера-корона составляет $P_{h3} = 1{,}0800258 \cdot 10^5$ Па, а на границе хромосфера-конвективная зона оно равно P_0, что дает градиент давления

$\Delta P = (P_0 - P_{кз}) = (3{,}6078307 \cdot 10^5 - 1{,}0800258 \cdot 10^5) = 2{,}527905 \cdot 10^5$ Па. Скорость истечения газа из конвективной зоны составит $v_\uparrow$:

$$v_\uparrow = \frac{2\pi R_n^2 (P_0 - P_{кз})}{m_n \cdot \nu_{ед}} - \frac{I_\odot \cdot \tau_{ед}}{R_\odot^2} = 1{,}1751994 \cdot 10^6 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \qquad (30.8)$$

Изучение замечательных фотографий группы исследователей из Лос-Аламоса, снятых с борта самолета во время затмений 1973 и 1980 годов [20, с. 152—153], позволяет сделать вывод, что скорость частиц хромосферно-коронарного газа максимальна на входе из конвективной зоны, а на удалении $7R_\odot$ от диска она заметно слабеет и на удалении $10R_\odot$ скорость частиц в стримерах уменьшается до средней скорости истечения плазмы на этом удалении. Это свидетельствует в пользу того, что по мере подъема в верхние области активной короны градиент давления непрерывно уменьшается, т. е. уменьшается реальная физическая сила, обусловливающая скорость истечения вещества. Из этого следует, что сложившиеся представления о непрерывно возрастающей скорости частиц солнечного ветра, от v_0 на выходе из конвективной зоны до $v_{R\oplus} = 4{,}5 \cdot 10^5$ м·с$^{-1}$ у орбиты Земли [30, с. 229], не базируются на реальном физическом явлении и потому ошибочны. Из сравнения средних скоростей частиц на выходе из конвективной зоны и у орбиты Земли следует, что она уменьшается на расстоянии одной астрономической единицы в $n = 2{,}6115$ раза. Исходя из градиента скорости частиц можно вывести градиент давления корональной плазмы в радиусе орбиты Земли, разбив корону на ряд слоев, аналогично тому, как разделена конвективная зона. Из имеющихся наблюдательных данных следует, что активная корона имеет радиус $R_c = 20R_\odot$. Облака коронального газа, о которых мы говорили выше, образуются за пределами активной короны, нередко доходя до высоты $30R_\odot$ и генерируя наиболее низкочастотный край радиоизлучения с $\nu = 3 \cdot 10^5$ с$^{-1}$ [36, с. 114].

Суть синхротронного излучения хромосферы и короны состоит в том, что оно генерируется пролетными электронами высоких скоростей, обгоняющими осцилляторы хромосферного и коронарного газа. Если проследить траекторию пробного высокоскоростного электрона, с момента его выхода из конвективной зоны, то нетрудно убедиться в том, что генерируемое им излучение неминуемо должно быть переменной частоты, т. е. частота его излучения вдоль траектории дрейфует от ν_{max} в нижней хромосфере, до ν_{min} в короне. Это обусловливается двумя факторами. Первый из них — изменение собственной скорости электрона вдоль траектории, второй — падение объемной плотности газа вдоль радиуса короны. Как и в хромосфере,пролетные электроны в короне генерируют излучение

только в виде эмиссионных линий. Но в отличие от линий хромосферы, излучаемых только в диапазоне далекого ультрафиолета-рентгена, нигде не накладываемого на излучение конвективной зоны, и потому не дающего фраунгоферовых линий, эмиссионные линии короны охватывают широчайший диапазон излучения, полностью накладывающийся на излучение конвективной зоны. Именно это обстоятельство делает корону зоной формирования линий Фраунгофера по всему спектру солнечного излучения, вплоть до радиочастот. Иными словами, частота и все остальные параметры эмиссионных линий короны, в диапазоне $5{,}995 \cdot 10^{13} - 1{,}688 \cdot 10^{15}$ Гц, полностью совпадают с фоновым излучением конвективной зоны, а потому эмиссионные линии легко комбинируются с соответствующими участками спектра, конвективной зоны, формируют сборные лучи, которые переходят в более высокочастотную область спектра, оставляя на месте эмиссионных линий темные провалы. Именно поэтому эмиссионные линии короны наблюдаются только в момент затмений, когда направление света от этих линий не совпадает с направлением света конвективной зоны на луче зрения. В целом линии поглощения в солнечном спектре не влияют на плотность потока, они лишь ведут к смещению в синюю сторону части лучей эмиссионных линий. Поэтому в какой мере уменьшается суммарный поток в линиях Фраунгофера, в той же мере он возрастает в соседних участках спектра, расположенных в направлении фиолетового крыла.

Среди ярких линий E — короны есть одна в зеленой части спектра, с шагом $\lambda_1' = 5303$ Å по старой шкале, которая генерируется на высоте примерно $H_1 = R_\odot$ где межосцилляторное расстояние в газе составляет a_{c1}. Не составляет труда по этим данным определить скорость пролетных электронов на этой высоте короны V_{ec1}:

$$v_{ec1} = \nu_{c1} \cdot a_{c1} = \frac{C}{\lambda_{11}'} \cdot a_{c1} = 5{,}6532615 \cdot 10^{14} \cdot 1{,}095445 \cdot 10^{-3} \text{ м} =$$

$$= 6{,}192837 \cdot 10^{11} \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}, \qquad (30.9)$$

Выше (29.5—29.6) мы установили, что скорость пролетных электронов в хромосфере уменьшается от $v_{e0} = 1{,}3 \cdot 10^{11}$ м $\cdot$ с$^{-1}$ до $V_{eco} = 3{,}87 \cdot 10^{10}$ м/с на границе хромосфера-корона. Но (30.9) убеждает нас в том, что в короне скорость электронов возрастает, увеличиваясь на протяжении $1R_\odot$ в $n = v_{ec1}/v_{eco} = 15{,}986219$ раз. Физической основой ускорения электронов в короне может служить только градиент отрицательного поля плазмы, обусловленный градиентом концентрации электронов вдоль радиуса Солнца. На этой основе можно составить еще одно уравнение для скорости пролетных электронов короны на высоте H_1:

$$v_{ec1} = \frac{\beta \cdot e \cdot \Delta q}{m_e \cdot a_{c1} \cdot \nu_{ed}}, \qquad (30.10)$$

где Δq — градиент плотности электронного поля на расстоянии a_{cl} в исследуемой части короны, численное значение которого легко определяется:

$$\Delta q = \frac{m_e v_{ecl} \cdot a_{cl} \cdot \nu_{ed}}{\beta \cdot e} = -8{,}1822556 \cdot 10^{-26} \text{ Кл.} \qquad (30.11)$$

Необходимо подчеркнуть, что при определении скорости пролетных электронов в хромосфере и короне опускается из рассмотрения механизм их торможения осцилляторами газа, дабы не усложнять изложение основных положений.

§ 31. Обратный фазовый переход высшего рода и круговорот материи во Вселенной.

Из всего изложенного выше с очевидностью следует, что понятие материя, наконец, теряет неопределенность и приобретает четкие очертания, обозначенные следующими вехами:

1) Существуют только два элементарных носителя материи — электрино и электрон.

2) Все разнообразие композиционных тел Вселенной от мононейтрона до звезд и галактик состоят только из электрино и электрона.

3) В каждом композиционном теле массовая доля электрино составляет 99,83%, а массовая доля электрона — 0,17%. Зарядовая доля электрино в материи Вселенной равна зарядовой доле электрона и составляет 50%. Лишь химические элементы, представляющие остатки нейтронных частиц, прошедших через фазовый переход высшего рода, имеют зарядовый дебаланс, который сильно снижается при синтезе из них молекулярных структур.

Исходя из этих положений под круговоротом материи Вселенной понимается единство двух процессов. Первый из них — это фазовый переход, происходящий в звездах, а второй — обратный фазовый переход, происходящий в межзвездной среде. Первый из них ведет к полному расщеплению нейтронного вещества на элементарные частицы с одновременным высвобождением энергии их связи. Второй процесс течет в обратном направлении — синтезируется композиционное вещество из элементарных частиц. Нашей задачей в этом параграфе является изучение всей цепочки второго процесса. Но сначала сделаем небольшой количественный анализ движения вещества в нашей Галактике. По современным данным [4, с. 62—67] имеем:

$$M_г = 1{,}5 \cdot 10^{11} \cdot m_\odot = 2{,}6982838 \cdot 10^{41} \text{ кг} \qquad (31.1)$$

— масса Галактики;

$$T_г = 12 \cdot 10^9 \text{ лет} = 3{,}786978 \cdot 10^{17} \text{ с} \qquad (31.2)$$

— возраст Галактики;

$$m_г = 5 \cdot 10^9 \cdot m_\odot = 8{,}9942795 \cdot 10^{39} \text{ кг} \qquad (31.3)$$

— масса межзвездного газа а Галактике = 3,3% $M_г$;

А теперь, исходя из допущения, что все звезды Галактики по продуктивности ФПВР такие же, как Солнце, рассчитаем количество вещества, которое они рассеяли в межзвездное пространство за период $T_г$:

$$m_0 = \mu \cdot 1{,}5 \cdot 10^{11} \cdot T_г = 1{,}884 \cdot 10^{12} \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1} \cdot 1{,}5 \cdot 10^{11} \cdot 3{,}78698 \cdot 10^{17} \text{ с} =$$

$$= 1{,}0702 \cdot 10^{41} \text{ кг} = 39{,}66\% \, M_г, \qquad (31.4)$$

где μ — секундное истечение вещества от Солнца только в виде нейтрино, фотонов и электронов; m_0 — полная масса вещества, рассеянного в межзвездное пространство Галактики всеми звездами. Нетрудно видеть, что современное количество межзвездного вещества $m_г$ составляет лишь 8,4% от m_0. А где же остальная, львиная часть m_0, составляющая 91,6%?

1. Этапы обратного ФПВР. Из наблюдений известно, что среди лучей света, приходящих на Землю из внегалактических далей, наибольшим красным смещением отличается излучение, идущее от наиболее удаленных объектов, коими являются квазары. При этом, наблюденное максимальное значение коэффициента красного смещения составляет $z = 3{,}5$. Из этого факта следует, что $z = 3{,}5$ есть предел структурной прочности светового луча, после достижения которого он распадается. Поскольку красное смещение определяется как отношение разности шагов конечного λ_1 и начального состояний к шагу начального λ_0, то отсюда смещенный шаг фотона находится по соотношению

$$\lambda_1 = (z + 1) \cdot \lambda_0. \qquad (31.5)$$

При предельном значении $z = 3{,}5$ шаг фотона на оси луча увеличивается в $n = (z + 1) = 4{,}5$ раза. Соответственно во столько же раз уменьшается продольный импульс между фотонами в луче и это приводит к несоответствию частоты пульсации осевого поля с частотой орбитальных шагов фотонов и луч распадается. Отсюда следует, что всякое излучение, кроме микроволнового радиоизлучения, рано или поздно завершает свое распространение в космическом пространстве, его полностью поглощает межзвездная среда. По имеющимся данным [4, с. 295, 572] предел оптической досягаемости близок к $l_{max} = 3 \cdot 10^{27}$ м.

Таким образом, деструкция светового луча есть первый этап в процессе обратного ФПВР, в результате чего его фотоны переходят в электринный межзвездный газ.

Пока электрино и электроны находятся в составе межзвездного

газа в свободном состоянии, они гравитационно инвариантны, но между собою взаимодействуют чрезвычайно активно, особенно в начальной стадии формирования мононейтронов. Синтез мононейтрона — это второй этап процесса. Мононейтрон гравитационно активен.

Поскольку в мононейтроне геометрический центр занимает электрон, ибо он облеплен со всех сторон электрино сферически симметрично, то он способен к присоединению электрона:

$$\mu + e = \bar{\mu}. \qquad (31.6)$$

Образуется отрицательный ион мононейтрона, который интенсивно присоединяет новую порцию электрино $n_\mu = 8{,}060663 \cdot 10^7$ и достигает зарядового равновесия уже в состоянии димононейтрона — это третий этап. Эта нейтральная в целом частица, но вся поверхность которой представляет положительное поле, также присоединяет третий электрон, становится отрицательным ионом и вновь идет процесс захвата электрино из ближайшего окружения. Четвертый этап завершается синтезом нейтрона — элементарного атома композиционных тел. И тут мы подошли к очень деликатному моменту. Ведь нам уже хорошо известно, что нейтрон обладает энергией связи и при ФПВР она обращается в кинетическую энергию, составляющую постоянную Курчатова $K = 5{,}4608428 \cdot 10^{-13}$ Дж. Но вот только что мы поэтапно синтезировали нейтрон из элементарных частиц, уже бывших в употреблении, и синтез не сопровождался подводом внешней энергии. Обладает ли этот синтезированный нейтрон энергией связи, могущей обратиться в кинетическую энергию? Чтобы ответить на этот вопрос, сначала спросим себя — изменился ли заряд электрино и электрона в процессе ФПВР, т. е. повлияло ли участие в данном процессе этих частиц в качестве фотонов, нейтрино и гиперчастотного генератора на количество их заряда? Ответ только один — нет, не повлияло, заряды обеих частиц сохранились без изменения. А раз так, остались без изменения электростатическое напряжение электрино $\varphi_э = 1{,}1745529 \cdot 10^{-3}$ В и электрона $\varphi_e = 9{,}4676758 \cdot 10^4$ В, а также полный заряд нейтрона $Z_n = (n_э \cdot э - n_e \cdot e) = 9{,}6131352 \cdot 10^{-19}$ Кл. Стало быть, не изменилась и энергия связи нейтрона E_n:

$$E_n = 2n_э \cdot \varphi_э \cdot Z_n = 2n_e \cdot \varphi_e \cdot Z_n = 5{,}4608428 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}. \qquad (31.7)$$

Таким образом, материальной основой энергии связи и кинетической энергии материального мира является энергия взаимодействия полярных зарядов электрино и электрона. Эти частицы могут бесконечно участвовать в процессах ФПВР и обратного ФПВР не теряя своих свойств. Из этого следует, что энергия во Вселенной неисчерпаема, она лишь непрерывно переходит из одного состояния в другое, что является формой ее круговорота.

Итак, синтезирован нейтрон и процесс переходит к пятому этапу —

геометрическому перестроению нейтрона, в результате которого электростатические силы между тремя утопленными электронами раздвигают их по экватору нейтрона, с угловым расстоянием между ними $\alpha = 120°$. Нейтрон приобретает сферическую форму, а электроны выступают над поверхностью нейтрона на высоту $h_e = 1{,}6284682 \cdot 10^{-17}$ м. Нейтрон становится полноправным членом межзвездного газа. Но процесс синтеза идет дальше. Один из полюсов нейтрона захватывает четвертый электрон и переходит в антипротон:

$$n + e = p^{-}. \qquad (31.8)$$

Антипротон интенсивно присоединяет электрино до нейтрализации электрона и процесс завершается образованием мононейтрона на нейтроне. Затем происходит захват пятого электрона, его нейтрализация присоединением n_μ электрино. Захват шестого электрона, с последующей нейтрализацией его заряда, завершается формированием атома дейтерия. Этим заканчивается шестой этап. Седьмой этап завершается синтезом атома трития, восьмой — синтезом атома гелия и т. д. Процесс беспрерывен и агрегация продолжается вплоть до образования пылевых частиц межзвездного газа. Это одна сторона обратного ФПВР. Другая сторона состоит в том, что с момента формирования мононейтрона начинается направленное движение частиц в гравитационном поле данной части космического пространства. Поскольку во Вселенной не существует ни одной точки, в которой потенциал гравитации был бы равен нулю, то не существует ни одной композиционной частицы, лишенной вектора движения. А поскольку система композиционных частиц — это межзвездный газ, то отсюда ясно, что он движется сквозь неподвижный электринный газ, вдоль гравитационных силовых линий. Совершенно очевидно, что движение межзвездного газа в направлении центра силового поля происходит с нарастающей скоростью, и во-вторых, по прямолинейной или близкой к ней траектории, поскольку начальная скорость частиц равна нулю.

Движение межзвездного газа заканчивается двояко. Во-первых, центром силового поля может оказаться звезда. В этом случае частицы межзвездного газа, при сближении со звездой, летят навстречу звездному ветру, проходят корону и вливаются в конвективную зону, тем самым немедленно вступая в процесс ФПВР.

Во вторых, в любой звездной системе протозвезд много больше чем звезд. Протозвезды — это нейтронные тела сферической формы, как, например, нейтронное ядро нашего Солнца. Они совершенно ненаблюдаемы, но по своей массе равны звездам и, как и звезды, обращаются по своим орбитам вокруг центрального тела системы. Так вот, протозвезды растут и растут за счет захвата частиц межзвездного газа, растет их радиус, увеличивается масса. В этом случае синтезированные частицы межзвездного газа, захваченные протозвездой, надолго консервируются в состоянии готовности всту-

пить в ФПВР. Протозвезда — это потенциальная звезда, на которой еще предстоит зажечь факел, способный обратить ее в звезду.

Таков в общих чертах круговорот материи и энергии в масштабах Вселенной.

2. Обратный ФПВР в короне Солнца.

Синтез композиционного вещества из элементарных частиц в короне Солнца и других звезд происходит совершенно аналогично описанному выше для межзвездной среды. Однако интенсивность этого процесса в коронах звезд много выше, чем в межзвездной среде, которая прежде всего обусловлена чрезвычайно высокой плотностью потока элементарных частиц через корону звезд. Так, в короне Солнца, на высоте $H_1 = R_\odot$ плотность потока электрино (в виде нейтрино и фотонов) и электронов составляет:

$$A_э = \frac{L_\odot}{P \cdot 4\pi\,(2R_\odot)^2} = 1{,}204805 \cdot 10^{28}\ \text{м}^{-2}\,\text{с}^{-1}, \tag{31.9}$$

$$A_e = \frac{L_\odot \cdot n_e}{P \cdot n_э \cdot 4\pi\,(2R_\odot)^2} = 1{,}4946743 \cdot 10^{20}\ \text{м}^{-2}\,\text{с}^{-1}. \tag{31.10}$$

Из этих результатов следует, что концентрация элементарных частиц в коронах звезд выше, чем в межзвездной среде на 15 порядков. Поэтому неудивительно, что конденсация вещества в короне Солнца буквально происходит на глазах у наблюдателей, только вот до сих пор никто из них не представлял себе механизм этого явления. Непонятность явления красноречиво подтверждают слова Мензела [37, с. 172]: «Корональные протуберанцы класса IIIa по классификации Петтита состоят из целого ряда полос, весром движущихся вниз». «Удивительно, что вещество как бы течет вниз по обеим сторонам петли. Не видно явного источника этого вещества».

Существуют два канала конденсации вещества в корне звезд.

1) Конденсация на мелких осцилляторах, покидающих конвективную зону. Суть его состоит в том, что к наиболее крупным частицам первичного солнечного ветра присоединяется электрон, если при вылете из конвективной зоны они обладали либо избыточным положительным зарядом, либо были электронейтральны. Став отрицательным ионом, такие частицы интенсивно захватывают электрино из лучей света и потока нейтрино. По достижении нейтрального состояния цикл повторяется и так много раз. Результатом этого процесса является рост массы частицы, падение скорости ее истечения и достижения состояния парения на данной высоте короны. С момента достижения массы парения этот процесс ускоряется и такие частицы начинают падать назад, на конвективную, т. е. у них происходит ротация вектора скорости на 180°. Эти частицы и газовые структуры, образованные ими, не могут падать с ускорением, хотя и движутся в очень сильном гравитационном поле

Солнца. Причина тому кроется в том, что $m_p = f(H)$, т. е. масса парения есть функция высоты (28.37). Поскольку для движения вниз должно соблюдаться условие $m_i > m_к$, но с другой стороны, при уменьшении высоты на величину δH, масса парения также возрастает на величину δm, то падение конденсированного вещества происходит при постоянной силе и, стало быть, с постоянной скоростью, что отмечено всеми наблюдателями для протуберанцев класса А.

2) *Прямая конденсация нейтрино на электронах по схеме мононейтрон—нейтрон—атом—пылевая частица*, где под пылевой частицей понимаются композиционные тела с атомным числом больше чем у атома урана, т. е. $A > 240$. Очевидно львиная доля конденсированного вещества в короне образуется именно этим путем. Нетрудно видеть, что отличие между ними касается лишь начальной стадии процесса. При сравнении обратного ФПВР в межзвездной среде с таковым в коронах звезд нельзя не отметить локальный характер последнего, в отличие от которого первый является всеобщим явлением Вселенной. По существу ФПВР и обратный ФПВР в космосе являются неотъемлемыми свойствами материи, лежащими в основе ее движения во всех своих формах.

§ 32. Эволюция Солнца.

Рассмотрим важнейшие параметры Солнца в функции от времени, что позволит нам осмыслить и перспективу нашей звезды.

Исходные величины для анализа:

$L_\odot = 3{,}5771183 \cdot 10^{26}$ Вт·м$^{-2}$ — светимость Солнца,

$T_\odot = 5 \cdot 10^9$ лет $= 1{,}5779075 \cdot 10 = 17$ с — возраст Солнца [30, с. 233],

$m_\odot = 1{,}7988565 \cdot 10^{30}$ кг — масса Солнца,

$M_к = 1{,}4426763Б \cdot 10^{28}$ кг — масса конвективной зоны Солнца,

$R_\odot = 6{,}7308401 \cdot 10^8$ м — радиус Солнца,

$R_{n\odot} = 3{,}5906833 \cdot 10^5$ м — радиус нейтронного ядра,

$M_{n\odot} = 1{,}7844297 \cdot 10^{30}$ кг — масса нейтронного ядра Солнца,

$M_к = m_\odot / 743{,}2 = 2{,}4204196 \cdot 10^{27}$ кг — общая масса планетной системы [30, с. 202].

1. Нейтринная бомбардировка ядра Солнца. Как мы уже говорили выше, первым звеном в цепи ФПВР *является процесс отторжения вещества от нейтронного ядра в виде осциляторов.* Мы установили минимальную скорость нейтрино, достаточную для отторжения микрокусочков от поверхности нейтронного ядра $v_{\nu min} = 1 \cdot 10^{22}$ м·с$^{-1}$ (26.55). Но при разлете сгустка, состоящего только из электрино, образуются нейтрино предельной скорости $v_{\nu max}$:

$$v_{\nu\,max} = \frac{\mathcal{P}}{m_э \cdot d_э \cdot \nu_{ед}} = \frac{13{,}037881 \cdot 10^{-22}\ Дж}{7{,}5874358 \cdot 10^{-52}} = 1{,}7183514 \cdot 10^{30}\ м \cdot с^{-1}. \quad (32.1)$$

Нейтрино такой скорости при столкновении с телом развивает локальное давление, способное раздробить $n_л$ нейтронов на своем пути:

$$n_л = \frac{m_э \cdot v_{\nu\,max} \cdot \nu_{ед}}{P_л \cdot \pi R_э^2} = \frac{11{,}780599 \cdot 10^{-6}\ Н}{6{,}9502181 \cdot 10^{-14}\ Н} = 1{,}694997 \cdot 10^{8}, \quad (32.2)$$

из чего следует, что при угле атаки $\alpha = 90^{\circ}$ высокоскоростное нейтрино может образовать микроворонку на поверхности нейтронного ядра глубиной $\Delta l_{max} = n_л \cdot d_л = 1{,}188398 \cdot 10^{-5}$ м. Поскольку масса среднего осциллятора придонного полуслоя нам уже известна и составляет $m_{\gamma_1} = 1{,}9502632 \cdot 10^{-15}$ кг, то мы совершенно корректно можем эту величину принять равной среднему кусочку отторжения высокоскоростными нейтрино. Тогда объем реальной средней микроворонки составит ΔV:

$$\Delta V = m_{\gamma_1}/\rho_л = 2{,}1194037 \cdot 10^{-28}\ м^3. \quad (32.3)$$

Для простоты расчета примем, что воронка имеет кубическую форму, тогда ее реальная глубина приближенно равна Δl:

$$\Delta l = \sqrt[3]{m_{\gamma_1}/\rho_л} = 5{,}96217 \cdot 10^{-10}\ м. \quad (32.4)$$

Принимая в первом приближении секундный расход вещества μ_k (28. 35) конвективной зоной на ФПВР равным секундной массе отторжения от нейтронного ядра можно установить интенсивность нейтринной бомбардировки ядра Солнца A_ν:

$$A_\nu = \frac{\mu_k}{m_{\gamma_1} \cdot 4\pi R_л^2} = \frac{L_\odot \cdot m_л}{4\pi R_л^2 \cdot m_{\gamma_1} \cdot \mathcal{P} \cdot n_э} = 5{,}9625801 \cdot 10^{14}\ м^{-2}\,с^{-1}. \quad (32.5)$$

Отсюда легко перейти на секундное отторжение вещества единицей поверхности нейтронного ядра $\mu_л$:

$$\mu_л = A_л \cdot m_{\gamma_1} = \frac{L_\odot \cdot m_л}{4\pi R_{л\odot}^2 \cdot \mathcal{P} \cdot n_э} = 1{,}16286\ кг \cdot м^{-2}\,с^{-1}. \quad (32.6)$$

При этом частота нейтронной бомбардировки всей поверхности ядра составит f_ν:

$$f_\nu = \mu_k/m_{\gamma_1} = L_\odot \cdot m_л/\mathcal{P} \cdot n_э \cdot m_{\gamma_1} = 9{,}6604667 \cdot 10^{26}\ с^{-1}, \quad (32.7)$$

а секундное сокращение объема нейтронного ядра — $\Delta V_л$:

$$\Delta V_л = \mu_k/\rho_л = 2{,}0474429 \cdot 10^{-1} = 0{,}2047443\ м^3 \cdot с^{-1} \quad (32.8)$$

2. Начальная масса Солнца и доля фотонов в солнечном излучении. Чтобы установить начальную массу Солнца, сначала необходимо определить секундное истечение вещества от Солнца в корпускулах солнечного ветра μ_s. По результатам измерений с космических аппаратов для окрестностей Земли определен поток частиц $A_s = 3 \cdot 10^{12}$ нуклон$\cdot$ м$^{-2}$ с$^{-1}$ [36, с. 148], на основании которого легко находится секундное истечение вещества этим ветром:

$$\mu_s = A_s \cdot m_n \cdot 4\pi A_0^2 = 1{,}3103059 \cdot 10^9 \text{ кг}\cdot\text{с}^{-1}. \qquad (32.9)$$

Допустим, что интенсивность ФПВР на Солнце постоянна на протяжении всего периода $T_\odot$. Тогда полная масса, рассеянная Солнцем в окружающее пространство, за период $T_\odot$, составит $m'(T_\odot)$:

$$m'(T_\odot) = (\mu_k + \mu_s) \cdot T_\odot = (1{,}8840453 \cdot 10^{12} + 1{,}3103059 \cdot 10^9) \cdot$$

$$\cdot 1{,}5779075 \cdot 10^{17} = 2{,}9749167 \cdot 10^{29} \text{ кг} =$$

$$= 16{,}537826\%\ m_\odot = 16{,}671532\%\ M_{n\odot}. \qquad (32.10)$$

Эта же масса может быть определена через секундное убывание объема ядра Солнца ΔV_n:

$$m'(T_\odot) = (\Delta V_n \cdot \rho_n + \mu_s) \cdot T_\odot = 2{,}9749167 \cdot 10^{29} \text{ кг}. \qquad (32.11)$$

В следующей главе будет показано, что все планеты солнечной системы, за исключением Сатурна и Плутона, образовались от Солнца, т. е. они были частью протосолнца и потому их массы должны входить в определение начальной массы Солнца:

$$M_\odot' = m_\odot + m'(T_\odot) + M_{II} - m_\text{к} - m_\text{р} = 2{,}0982523 \cdot 10^{30} \text{ кг}. \qquad (32.12)$$

Здесь $m'(T_\odot)$ и M_0' есть приближенные значения и для установления точных значений этих величин обратимся к массе конвективной зоны Солнца и составу солнечной постоянной s_0. Анализ показывает, что вся масса солнечной плазмы накоплена постепенно, за период $T_\odot$, благодаря только обратному ФПВР, интенсивность которого определяет КПД Солнца $\eta_\odot = 1 - \sigma_\odot = 0{,}953637$, где $\sigma_\odot = 0{,}046363$ — доля элементарных частиц, вовлекаемых в обратный ФПВР в атмосфере Солнца. При сравнении массы конвективной зоны M_k с израсходованной на ФПВР массой за период $T_\odot$, выявляется некоторое расхождение значения $\sigma_\odot$:

$$\sigma_\odot' = M_k(m'(T_\odot)) = 0{,}0484947. \qquad (32.13)$$

Разность между $\sigma_\odot$ и $\sigma_\odot'$ составляет $\Delta\sigma = 0{,}002131678$. Возникает вопрос — за счет чего формируется эта несходимость? Поиск приводит к ответу — в составе $m'(T_\odot)$ недостает третьей компоненты, при учете

которой несходимость снимется. Этой неучтенной компонентой является масса фотонов. Ведь при анализе солнечной постоянной и светимости Солнца мы приняли, что вся мощность излучения обусловлена потоком нейтрино и мы были вынуждены пойти на такое допущение из-за отсутствия экспериментальных данных по этому вопросу. Теперь появляется возможность количественной оценки доли световой энергии в общей энергии, излучаемой Солнцем, которая пропорциональна массе фотонов $m_f(T_\odot)$:

$$m_f(T_\odot) = [M_k - \sigma_\odot \cdot m'(T_\odot)]/\sigma_\odot \equiv 1{,}3678085 \cdot 10^{28}\ \text{кг}, \qquad (32.14)$$

$$m(T_\odot) = m'(T_\odot) + m_f(T_\odot) = 3{,}1116975 \cdot 10^{25}\ \text{кг}, \qquad (32.15)$$

$$\mu_f = m_f(T_\odot)/T_\odot = 8{,}6684948 \cdot 10^{10}\ \text{кг} \cdot \text{с}^{-1}. \qquad (32.16)$$

— секундное истечение вещества от Солнца световым потоком всех частот, от радио — до рентгеновского излучения.

$$\mu_\odot = \mu_k + \mu_s + \mu_f = 1{,}9720405 \cdot 10^{12}\ \text{кг} \cdot \text{с}^{-1} \qquad (32.17)$$

— полное секундное истечение массы от Солнца, в котором на долю массы фотонов приходится 4,395698%. Теперь легко установить долю фотонов в потоке солнечного излучения и долю их энергии в составе солнечной постоянной.

$$N_f = \mu_f/m_э \cdot 4\pi A_0^2 = 4{,}80722 \cdot 10^{22}\ \text{м}^{-2}\,\text{с}^{-1}, \qquad (32.18)$$

$$W_f = \varepsilon_0 \cdot N_f = \hbar \cdot \nu_{ед} \cdot N_f = 1{,}97606 \cdot 10^{-11}\ \text{Вт} \cdot \text{м}^{-2} \qquad (32.19)$$

— мощность светового потока в составе солнечной постоянной.

Таким образом, доля световой энергии в излучении Солнца и других звезд пренебрежимо мала, несмотря на то, что массовая доля фотонов в нем составляет 4,3957%. Теперь окончательные значения анализируемых величин имеют следующий вид:

$$m(T_\odot) = (\mu_k + \mu_s + \mu_f) \cdot T_\odot = 3{,}1116975 \cdot 10^{29}\ \text{кг}, \qquad (32.20)$$

$$M_0 = m_\odot + m(T_\odot) + M_\pi - m_\text{Ъ} - m_\text{Р} = 2{,}1119304 \cdot 10^{30}\ \text{кг} \qquad (32.21)$$

начальная масса Солнца $5 \cdot 10^9$ лет назад.

3. Перспектива Солнца. Из всего изложенного в данной главе с очевидностью следует, что все физические параметры, характеризующие наше светило как энергичную систему, являются функцией времени. Среди этих параметров роль первой скрипки играет рост конвективной зоны, ведущий к увеличению толщины солнечной плазмы, росту радиуса Солнца, возрастанию коэффициента красного смещения всего диапазона светового излучения, росту $\sigma_\odot$ и, стало быть, падению КПД Солнца и т. д. Сегодня мы с полной опреде-

ленностью можем говорить лишь о темпе приращения массы конвективной зоны μ_τ и темпе уменьшения массы нейтронного ядра.

$$\mu_\tau = M_k/T_\odot = 9{,}1429713 \cdot 10^{10}\ \text{кг}\cdot\text{с}^{-1}. \tag{32.22}$$

Исходя из этой величины, а также на основании (32.17), мы можем предвычислить массу конвективной зоны и нейтронного ядра Солнца на любую предстоящую эпоху. Например, на эпоху 2993 г., т. е. через $\tau_1 = 1000$ лет.

$$M_{k1} = M_k + \mu_\tau \cdot \tau_1 = M_k + 2{,}885 \cdot 10^{21}\ \text{кг} = 1{,}4426766 \cdot 10^{28}\ \text{кг}. \tag{32.23}$$

Мы видим, что хотя само приращение массы очень велико, но по сравнению с массой конвективной зоны оно слишком мало и потому значение возросло лишь на три единицы в последней значащей цифре. Отсюда ясно, что изменения солнечных параметров достаточно монотонны. За это же время масса нейтронного ядра уменьшится на величину Δm_n:

$$\Delta m_n = \mu_\odot \cdot \tau_1 = 6{,}2234 \cdot 10^{22}\ \text{кг} = 3{,}4876 \cdot 10^{-8}\ \mu_{n\odot}, \tag{32.24}$$

а постоянная гравитации Солнца в первом приближении уменьшается на величину $\Delta I_\odot$:

$$\Delta I_\odot = (\mu_\tau - \mu_\odot) \cdot \tau_1 \cdot G = -\ 3{,}9597665 \cdot 10^{12}\ \text{м}^3\cdot\text{с}^{-2} = 3{,}3 \cdot 10^{-6}\%\, I_\odot. \tag{32.25}$$

Совершенно очевидно, что ощутимые на земле сдвиги в состоянии Солнца наступят только через миллион лет. Рассчитаем состояние важнейших физических параметров Солнца через ряд временных интервалов $\tau_2 - \tau_4$:

$$\left.\begin{aligned} &\tau_2 = 1 \cdot 10^6\ \text{лет} = 3{,}155815 \cdot 10^3\ \text{с}, \\ &M_{k2} = M_k + \mu_\tau \cdot \tau_2 = 1{,}4429648 \cdot 10^{28}\ \text{кг} = 100{,}02\%\ M_k, \\ &M_{n2} = M_{n\odot} - \mu_\odot \tau_2 = 1{,}7843669 \cdot 10^{30}\ \text{кг} = 99{,}996514\%\ M_{n\odot} \end{aligned}\right\} \tag{32.26}$$

$$\left.\begin{aligned} &\tau_3 = 1 \cdot 10^8\ \text{лет} = 3{,}155815 \cdot 10^{15}\ \text{с}, \\ &M_{k3} = 1{,}4715298 \cdot 10^{28}\ \text{кг} = 102\%\ M_k, \\ &M_{n3} = 1{,}7782057 \cdot 10^{30}\ \text{кг} = 99{,}651\%\ M_{n\odot} \end{aligned}\right\} \tag{32.27}$$

$$\left.\begin{aligned} &\tau_4 = 1 \cdot 10^9\ \text{лет} = 3{,}155815 \cdot 10^{16}\ \text{с}, \\ &M_{k4} = 1{,}7312115 \cdot 10^{28}\ \text{кг} = 120\%\ M_k, \\ &M_{n4} = 1{,}7221951 \cdot 10^{30}\ \text{кг} = 96{,}512385\%\ M_{n\odot} \end{aligned}\right\}. \tag{32.28}$$

$$m_{\odot 4} = m_\odot + (\mu_\tau - \mu_\odot)\,\tau_4 = m_\odot - 5{,}9348597 \cdot 10^{28}\ \text{кг} =$$

$$= 1{,}7395074 \cdot 10^{30}\ \text{кг} = 96{,}700764\%\ m_\odot,$$

$$k_4 = m_\odot / m_{\odot 4} = 1{,}0341179 \qquad (32.30)$$

— коэффициент уменьшения массы и заряда Солнца,

$$I_{\odot 4} = I m_\odot / k_4 = G m_{\odot 4} = I_\odot / k_4 =$$

$$= 1{,}1605998 \cdot 10^{20}\ \text{м}^3 \cdot \text{с}^{-2} = 96{,}700764\%\ I_\odot, \qquad (32.31)$$

$$A_4 = A_0 = 1{,}4467458 \cdot 10^{11}\ \text{м} = \text{Const} \qquad (32.32)$$

— средний радиус орбиты Земли,

$$T_{\oplus 4} = T_\oplus \cdot \sqrt{k_4} = 3{,}155815 \cdot 10^7\ \text{с} \cdot 1{,}0169158 = 3{,}2091981 \cdot 10^7\ \text{с} \qquad (32.33)$$

— период обращения Земли через один миллиард лет (обоснование — в следующей главе).

$$V_{k4} = M_{k4} / \rho_k = 1{,}5335694 \cdot 10^{27}\ \text{м}^3 = V_{\odot 4} \qquad (32.34)$$

— объем Солнца,

$$R_{\odot 4} = \sqrt[3]{3 V_{\odot 4} / 4\pi} = 7{,}153822 \cdot 10^8\ \text{м} = 106{,}284\%\ R_\odot. \qquad (32.35)$$

Разумеется, эти предвычисления окажутся верными лишь при условии постоянства интенсивностей ФПВР и обратного ФПВР, т. е. при $\eta_\odot = \text{Const}$ и $\sigma_\odot = \text{Const}$,что маловероятно. Кроме того мы сегодня не можем иметь твердое суждение о качественных и количественных сдвигах излучения Солнца в функции от времени, хотя в целом световая компонента его непременно будет смещаться в направлении более широкого шага фотонов, а значение $\sigma_\odot$ будет возрастать. При этом мощность излучения должна возрастать за счет увеличения объема плазмы и возрастания числа генераторов. На хорошей вычислительной технике можно отыскать наиболее вероятные сдвиги и в излучении Солнца.

В заключение этой главы определим коэффициент уменьшения массы Солнца за истекший период $T_\odot = 5 \cdot 10^9$ лет, который нам потребуется в следующей главе:

$$k_\odot = M_0 / m_\odot = 1{,}1740405. \qquad (32.36)$$

ГЛАВА VIII.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

§ 33. Новая система астрономических постоянных.

Как известно, первую систему фундаментальных постоянных астрономии приняла XII Генеральная ассамблея МАС в 1964 г. Развитие космонавтики и уточнение многих величин с помощью космических аппаратов привели к необходимости принять в 1976 г. XVI Генеральной ассамблеей вторую систему постоянных астрономии. В обеих системах в качестве определяющей постоянной принята гравитационная постоянная Гаусса $k = 0{,}01720209895$, имеющая следующее аналитическое выражение:

$$k = \frac{2\pi}{T_\oplus} \cdot \left(\frac{A^3}{m_\odot + m}\right)^{1/2}. \tag{33.1}$$

Поскольку указанное значение постоянной Гаусса из этой формулы получается при условии $A = 1$ а. е., $m_\odot = 1$, $m = 0$ и $T_\oplus$ = числу эфемеридных суток в сидерическом году, то (33.1) совершенно корректно можно привести к простейшей форме;

$$k = \frac{2\pi}{T_\oplus} = \frac{2\pi}{365{,}25636}. \tag{33.2}$$

Но как мне удалось установить, период обращения Земли и других планет монотонно возрастает по мере уменьшения массы Солнца, т. е. $T_i = f(\tau)$. А раз так, то и постоянная Гаусса вовсе не постоянна и также является функцией времени. Следовательно, в качестве определяющей постоянной она принята ошибочно. Чтобы убедиться в справедливости этого утверждения, рассмотрим орбитальное движение Земли через $\tau_4 = 1 \cdot 10^9$ лет. Основное уравнение сил в этом движении на сегодня имеет вид:

$$2\gamma \cdot \frac{Q_{g\odot} \cdot Z_{g\oplus}}{A_0^2} + m_\oplus u_\oplus n_\oplus = 0, \quad \text{или} \tag{33.3}$$

$$2\gamma \cdot Q_{g\odot} \cdot Z_{g\oplus} = -m_\oplus u_\oplus n_\oplus A_0^2 = -m_\oplus A_0^3 n_\oplus^2. \tag{33.4}$$

Как было показано выше (32.29—32.30), через миллиард лет заряд и масса Солнца уменьшается в k_4 раз, что приведет к уменьшению энергии гравитации также в k_4 раза до E_{A4}:

$$E_{A4} = \frac{2\gamma \cdot Q_{g\odot} \cdot Z_{g\oplus}}{A_0 \cdot k_4}. \tag{33.5}$$

Поскольку более существенное уменьшение массы Солнца (в $k_\odot$

раз) за истекший период существования планетной системы ($T_\odot = 5 \cdot 10^9$ лет) не привело к нарушению движения планет, то и через $\tau_4 = 1 \cdot 10^9$ лет оно будет сохраняться. Следовательно, и правая часть (33.4), также должна уменьшиться в k_4 раз. Но если в левой части уравнения имеется только одна переменная величина, то в правой их две, A_0 и $T_\oplus$. Будут ли они обе изменяться или только одна из них? Рассмотрим два варианта решения.

1) $n_\oplus = 2\pi/T_\oplus = \text{Const}$.

В этом случае для сохранения баланса энергии и, стало быть, сохранения орбитального движения Земли в k_4 раз должен уменьшиться множитель A_0^3 в правой части (33.4). Введем коэффициент $\alpha = \sqrt[3]{k_4}$ и рассмотрим как изменится радиальная сила в этом случае.

$$F_{r4} = \frac{2\gamma \cdot Q_{g\odot} \cdot Z_{g\oplus}}{k_4 \cdot A_0^2/\alpha^2} = \frac{2\gamma \cdot Q_{g\odot} \cdot Z_{g\oplus}}{\alpha \cdot A_0^2}. \tag{33.6}$$

Из этого результата следует, во-первых, что мы пришли к противоречию с законом обратных квадратов: радиус орбиты уменьшился в α раз и во столько же раз уменьшается радиальная сила, тогда как она при этом должна возрасти в α^2 раз. Во-вторых, энергия гравитации E_{r4} уменьшилась в $k_4 = \alpha^3$ раз, а сила гравитации — лишь в α раз. Стало быть, допущение $T_\oplus = \text{Const}$ не проходит.

2) $A_4 = A_0 = \text{Const}$.

В этом случае баланс энергии сохраняется при уменьшении $n_\oplus^2$ в k_4 раз или, то же самое, при увеличении $T_\oplus^2$ во столько же раз:

$$T_{\oplus 4}^2 = T_\oplus^2 \cdot k_4, \tag{33.7}$$

$$T_{\oplus 4} = T_\oplus \cdot \sqrt{k_4}, \tag{33.8}$$

$$F_{r4} = \frac{2\gamma \cdot Q_{g\odot} \cdot Z_{g\oplus}}{k_4 \cdot A_0^2} = \frac{F_r}{k_4}. \tag{33.9}$$

Теперь мы не имеем противоречия с законом обратных квадратов: во столько раз уменьшилась энергия гравитации, во столько же раз уменьшилась и радиальная сила в системе Солнце — Земля. Во-вторых, не нарушен баланс сил, отвечающий условию орбитального движения $F_{r4} + F_{i4} = 0$:

$$\frac{2\gamma \cdot Q_{g\odot} \cdot Z_{g\oplus}}{k_4 \cdot A_0^2} + m_\oplus A_0^3 \cdot \frac{4\pi^2}{k_4 \cdot T_\oplus^2} = 0. \tag{33.10}$$

Таким образом, мы получили однозначное решение: при моно-

тонном уменьшении массы центрального тела квадрат периода обращения членов системы монотонно возрастает во столько же раз, а радиус орбиты сохраняется неизменным. Это важное открытие для понимания эволюции солнечной системы.

Вторая неожиданность для астрономии, преподносимая ей единой теорией физики — это существенное изменение абсолютного значения астрономической единицы от $A = 1{,}4959787 \cdot 10^{11}$ м до $A_0 = 1{,}4467460 \cdot 10^{11}$ м. Из всего вышеизложенного в этой книге совершенно корректно следуют выводы:

а) Движение электринного вихря вокруг проводника с током принципиально ничем не отличается от движения вихря вокруг осевого поля лазерного луча.

б) Луч радиолокатора отличается от лазерного луча только множественностью осевых электронных полей и, стало быть, множественностью вихрей, что является причиной его сильной расходимости в пространстве.

в) Скорость распространения лазерного луча, локаторного радиолуча и электрического тока по проводнику есть одна и та же величина $v_0 = 2{,}8992629 \cdot 10^8$ м/с, не равная скорости света. И если к этому еще прибавить тот факт, что с 1958 г. началось широкое внедрение в астрометрию радиолокационных методов, приведшее к установлению времени прохождения радиолучом астрономической единицы $\tau_A' = 499{,}004782$ с, то станет очевидной необходимость пересмотра и системы фундаментальных постоянных 1976 года, которая уже устарела.

Возникает вопрос о степени согласованности нового значения астрономической единицы A_0 с результатами радиолокационного определения. Обратимся к работе И. Шапиро [39, с. 209—254] по радиолокационному определению астрономической единицы по локации Венеры в нижнем соединении в апреле 1961 г. При локации 10.IV ($21^h\ 22^m\ 27^s$ *UT*) получено время запаздывания радиоэха $\tau_{10} = 283{,}0845$ с. Одновременно рассчитывалось время ожидаемого запаздывания по эфемеридам Данкомба и Ньюкомба. Остаточное уклонение времени запаздывания по орбитам Данкомба и Ньюкомба составили соответственно $\Delta\tau_1 = -4 \cdot 10^{-4}$ с и $\Delta\tau_2 = -11 \cdot 10^{-4}$ с, а полное время запаздывания, предвычисленное по орбитам Данкомба и Ньюкомба $\tau_1 = 283{,}0841$ с и $\tau_2 = 283{,}0834$ с. Определим по этим трем значениям времени запаздывания радиоэха расстояние между Землей и Венерой r на классических значениях величин A и c:

$$r_1 = \frac{\tau_{10} \cdot c}{2A} = \frac{2{,}9979246 \cdot 10^8}{2 \cdot 1{,}4959787 \cdot 10^{11}} = 0{,}28364908 \text{ а. е.}, \qquad (33.11)$$

$$r_2 = \frac{\tau_1 \cdot c}{2A} = 0{,}28364868 \text{ а. е.}, \qquad (33.12)$$

$$r_3 = \frac{\tau_2 \cdot c}{2A} = 0{,}28364798 \text{ а. е.} \tag{33.13}$$

А четвертое значение этого расстояния определим на основе новых значений скорости распространения радиолуча и астрономической единицы:

$$r_4 = \frac{\tau_{10} \cdot \upsilon_0}{2A_0} = 0{,}28364909 \text{ а. е.} \tag{33.14}$$

Как видим, значения r_1 и r_4 практически не отличаются. Однако при переходе от расстояния в относительных единицах к абсолютному, выраженному в метрах, между r_1 и r_4 возникает разница в $n = c/\upsilon_0 = 1{,}0340299$ раза. Так,

$$r_1 = \tau_{10} \cdot c/2 = 4{,}2433299 \cdot 10^{10} \text{ м}, \tag{33.15}$$

$$r_4 = \tau_{10} \cdot \upsilon_0/2 = 4{,}1036819 \cdot 10^{10} \text{ м}, \tag{33.16}$$

$$\Delta r = (r_1 - r_4) = 1{,}39648 \cdot 10^{-9} \text{ м}. \tag{33.17}$$

Именно поэтому в новой системе фундаментальных постоянных астрономии место классических величин c и A занимают υ_0 и A_0. Разумеется, при этом необходимо экспериментальное подтверждение υ_0 по скорости радиолуча, лазерного луча и электрического тока по проводнику прежде чем МАС утвердит это нововведение.

Сделаем краткий анализ того, как согласуются с υ_0 остальные постоянные астрономии.

$$\pi_\odot = \frac{a_e \cdot F_0}{A_0} = 9''{,}0934123, \tag{33.18}$$

где $a_e = 6{,}37814 \cdot 10^6$ м — экваториальный радиус Земли. Эта величина кажется невероятно завышенной, ибо принятое в 1976 г. значение составляет $8''{,}794148$. И тем не менее противоречия нет, ибо теперь масса Солнца и его гравитационная постоянная меньше принятого ранее значений:

$$I_\odot = 16E_\oplus^2 \cdot A_0^3/T_\oplus^2 = 1{,}2001975 \cdot 10^{20} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-2}, \text{ где} \tag{33.19}$$

$$E_\oplus = E(\varepsilon_\oplus) = \int_0^{\pi/2} \sqrt{1 - \varepsilon_\oplus^2 \cdot \sin^2 \alpha} \cdot a\alpha = 1{,}5706865 \text{ рад} \tag{33.20}$$

— полный эллиптический интеграл второго рода орбиты Земли при значении эксцентриситета $\varepsilon_\oplus = 0{,}016722$.

$$m_\odot = I_\odot/G = 1{,}7988565 \cdot 10^{30} \text{ кг} \tag{33.21}$$

— масса Солнца.

Основой динамического метода определения параллакса Солнца в рамках классической астрономии служит уравнение [35, с. 530]:

$$n_{\oplus}^2 \cdot A\,(m_{\oplus} + m_{\leftmoon}) = \frac{g m_{\odot}\,(m_{\oplus} + m_{\leftmoon})}{A^2}, \tag{33.22}$$

выразив в котором A через $\pi_{\odot}$, получают

$$\pi_{\odot} \cdot \sqrt[3]{1 + \frac{1}{m}} = \sqrt[3]{\frac{n_{\oplus}^2 \cdot a_e \cdot (1 + \sigma)}{g_e \cdot (1 + \mu)}}. \tag{33.23}$$

В этих уравнениях рассматривается движение центра сил в системе Земля — Луна, что является грубым нарушением иерархии планет и их спутников. Энергия гравитации между Солнцем и Землей не зависит от массы спутника Земли и потому необходимо рассматривать только массу Земли. Во-вторых, энергия гравитации в системе Солнце — Земля не зависит от сжатия и параметра фигуры Земли. От этих факторов зависит только околоземное гравитационное поле и поле вдоль поверхности Земли. Из этого следует, что привлечение таких коэффициентов как f, q, σ, μ для описания движения Земли не только усложняет анализ, но и искажает значения ряда величин. В рамках единой теории уравнение движения Земли имеет вид:

$$I_{\odot} \cdot m_{\oplus} - I_{\oplus} \cdot m_{\odot} = 0, \tag{33.24}$$

из которого, с учетом вращения Земли, можно получить динамическое решение параллакса Солнца:

$$\pi_{\odot} = \sqrt[3]{\frac{16 E_{\oplus}^2 \cdot a_e \cdot m_{\oplus}}{T_{\oplus}^2 \cdot g_e \cdot n_g \cdot m_{\odot}}}, \text{ где} \tag{33.25}$$

$$n_g = \sqrt{(g_e + \omega_{\oplus}^2 \cdot a_e)/g_e} = 1{,}0017323 \tag{33.26}$$

— коэффициент ускорения свободного падения на экваторе, учитывающий вращение Земли, где $\omega_{\oplus}$ — угловая скорость Земли.

Сочетая (33.24) с геометрическим выражением параллакса

$$\pi_{\odot} = a_e / A_0 \tag{33.27}$$

можно определить массу Земли $m_{\oplus}$ и постоянную ее гравитации $I_{\oplus}$:

$$m_{\oplus} = \frac{a_e^2 \cdot g_e \cdot n_g \cdot T_{\oplus}^2 \cdot m_{\odot}}{16 E_{\oplus}^2 \cdot A_0^3} = 5{,}973594 \cdot 10^{24} \text{ кг}, \tag{33.28}$$

$$I_{\oplus} = G \cdot m_{\oplus} = 3{,}9855832 \cdot 10^{14} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-2}. \tag{33.29}$$

А зная постоянную гравитации Земли и полный эллиптический интеграл второго рода орбиты Луны $E_{\leftmoon} = 1{,}569612058$ рад и сиде-

рический период ее обращения $T_{☾}$, можно установить большую полуось орбиты Луны $a_{☾}$:

$$a_{☾} = \sqrt[3]{I_{\oplus} T_{☾}^2 / 16 E_{☾}^2} = \sqrt{56{,}341563 \cdot 10^{24}} = 3{,}8336251 \cdot 10^8 \text{ м}. \quad (33.30)$$

Поскольку уже определены средний радиус Луны $R_{☾} = 1{,}7382 \cdot 10^6$ и ускорение свободного падения на Луне $g_{☾} = 1{,}622 \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$ [30, с. 214], то для динамического решения массы Луны и $I_{☾}$ получим:

$$m_{☾} = \frac{R_{☾}^2 \cdot g_{☾} \cdot T_{☾}^2 \cdot m_{\oplus}}{16 E_{☾}^2 \cdot a_{☾}^3} = 7{,}3450392 \cdot 10^{22} \text{ кг}, \quad (33.31)$$

$$I_{☾} = G \cdot m_{☾} = 4{,}9006122 \cdot 10^{12} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-2} \quad (33.32)$$

— постоянная гравитации Луны. Параллакс Луны теперь составляет:

$$\pi_{☾} = a_e \cdot F_0 / a_{☾} = 3431''{,}7017. \quad (33.33)$$

Время прохождения радиолучом астрономической единицы $\tau_A = 499{,}004782$ с, утвержденное Генеральной ассамблеей МАС в 1976 г., сохраняется без изменения и является величиной, определяющей астрономическую единицу:

$$A_0 = v_0 \cdot \tau_A = 1{,}446746 \cdot 10^{11} \text{ м}. \quad (33.34)$$

Постоянная аберрации $\varkappa$ также сохраняется без изменения

$$\varkappa = F_0 \cdot F_{|} \cdot \frac{k}{D} \cdot \frac{A}{c} = F_0 \cdot F_{|} \cdot \frac{k}{D} \cdot \frac{A_0}{v_0} = 20''{,}495527. \quad (33.35)$$

Массы планет, кроме Земли и Луны, остаются такими же, как утвердила их Генеральная ассамблея МАС в 1976 году. Таким образом, предлагается следующий проект новой системы астрономических постоянных (таблица 15):

К выводимым величинам также относятся массы и гравитационные заряды небесных тел:

$m_{\odot} = J_{\odot}/G = 1{,}7988565 \cdot 10^{30}$ кг — масса Солнца,

$m_{☿} = 3{,}302178 \cdot 10^{23}$ кг — масса Меркурия,

$m_{♀} = 4{,}8689977 \cdot 10^{24}$ кг — масса Венеры,

$m_{\oplus} = 5{,}973594 \cdot 10^{24}$ кг — масса Земли,

$m_{♂} = 6{,}4191227 \cdot 10^{23}$ кг — масса Марса,

$m_{♃} = 1{,}899165 \cdot 10^{27}$ кг — масса Юпитера,

$m_{♄} = 5{,}6855795 \cdot 10^{26}$ кг — масса Сатурна,

Таблица 15

Фундаментальные постоянные астрономии

№№	Название постоянной	Обозначение	Значение
		Определяющие постоянные	
1.	Скорость распространения радиолуча	$v_0 = \sqrt{1/\varepsilon_0\mu_0}$	$2{,}8992629 \cdot 10^8$ м/с
2.	Электростатическая постоянная	$\gamma = \varphi \cdot Rn/э$	$3{,}6473979 \cdot 10^6$ Дж·м/Кл^2
3.	Постоянная Кавендиша	$G = 2\gamma \cdot K_g^2/p^2$	$6{,}6720022 \cdot 10^{-11}$ м^3/кг·с$^{-2}$
4.	Постоянная Перрена	$p = m_n/\pm z_n$	$\pm 3{,}4547938 \cdot 10^{-9}$ кг/Кл
5.	Постоянная гравитационного заряда	$K_g = q_g/Q(m_{сд})$	$1{,}0448253386 \cdot 10^{-17}$.
		Основные постоянные	
6.	Время прохождения радиолучом астрономической единицы	τ_A	499,004782 с
7.	Экваториальный радиус Земли	a_e	$6{,}37814 \cdot 10^6$ м
8.	Средний радиус Луны	$R_\leftmoon$	$1{,}7382 \cdot 10^6$ м
9.	Динамический коэффиц. сжатия Земли	I_2	0,00108264
10.	Отношение масс Луны и Земли	$\mu = m_\leftmoon/m_\oplus$	0,012295846
11.	Общая прецессия в долготе для юлианского столетия (2000,0)	p_1	5029,″0966
12.	Наклон эклиптики к экватору	ε_0	23°26′21,″448
13.	Постоянная нутации (2000,0)	N	9,″2109
		Выводимые постоянные	
14.	Астрономическая единица	$A_0 = v_0 \cdot \tau_A$	$1{,}44674605 \cdot 10^{11}$ м
15.	Параллакс Солнца	$\pi_\odot = a_e \cdot F_0/A_0$	9,″0934123
16.	Постоянная аберрации 2000,0	$\varkappa = F_0 F_1 k \cdot \tau_A/D$	20,″495527
17.	Сжатие Земли	f	0,00335281
18.	Постоянная гравитации Солнца	$I_\odot = 16E_\oplus^2 \cdot A_0^3/T_\oplus^2$	$1{,}2001975 \cdot 10^{20}$ м^3/с^2
19.	Постоянная гравитации Земли	$I_\oplus = 16E_\leftmoon^2 \cdot a_\leftmoon^3/T_\leftmoon^2$	$3{,}9855832 \cdot 10^{14}$ м^3/с^2
20.	Постоянная гравитации Луны	$I_\leftmoon = G \cdot m_\leftmoon$	$4{,}9006122 \cdot 10^{12}$ м^3/с^2

Таблица 15 (окончание)

№№	Название постоянной	Обозначение	Значение
21.	Галактоцентрическая скорость Солнца	$u_\odot = h_i/T_i$	$2{,}3398042 \cdot 10^3$ м/с
22.	Пост. поля скоростей Солнца	$v_\odot = 8a_i^3E_i^2/\pi h_i T_i$	$8{,}1638180 \cdot 10^{15}$ м^2/с
23.	Постоянная Коперника	$K = u_\odot \cdot v_\odot$	$1{,}9101737 \cdot 10^{19}$ м^3/с^2

$m_\delta = 8{,}6978005 \cdot 10^{25}$ кг — масса Урана,

$m_\psi = 1{,}0298747 \cdot 10^{26}$ кг — масса Нептуна,

$m_\varrho = 9{,}547061 \cdot 10^{21}$ кг — масса Плутона, определенная по движению его спутника Харона,

$m_\leftmoon = 7{,}3450392 \cdot 10^{22}$ кг — масса Луны.

$Q_{g\odot} = m_\odot K_g/P = \pm 5{,}4402398 \cdot 10^{21}$ Кл — гравитационный заряд Солнца,

$Q_{g\mathfrak{P}} = \pm 9{,}9867 \cdot 10^{14}$ Кл — гравитационный заряд Меркурия,

$Q_{g\mathfrak{Q}} = \pm 1{,}4725196 \cdot 10^{16}$ Кл — гравитационный заряд Венеры,

$Q_{g\oplus} = \pm 1{,}8065802 \cdot 10^{16}$ Кл — гравитационный заряд Земли,

$\Delta Q_{g\oplus} = -4{,}4086444 \cdot 10^{16}$ Кл — избыточный гравитационный заряд Земли,

$Q_{g\sigma} = \pm 1{,}9413204 \cdot 10^{15}$ Кл — гравитационный заряд Марса,

$Q_{g\mathfrak{U}} = \pm 5{,}7436006 \cdot 10^{18}$ Кл — гравитационный заряд Юпитера,

$Q_{g\mathfrak{h}} = \pm 1{,}7194766 \cdot 10^{17}$ Кл — гравитационный заряд Сатурна,

$Q_{g\delta} = \pm 2{,}6304556 \cdot 10^{17}$ Кл — гравитационный заряд Урана,

$Q_{g\psi} = \pm 3{,}1146261 \cdot 10^{17}$ Кл — гравитационный заряд Нептуна,

$Q_{g\varrho} = \pm 2{,}8872955 \cdot 10^{13}$ Кл — гравитационный заряд Плутона,

$Q_{g\leftmoon} = \pm 2{,}2213431 \cdot 10^{14}$ Кл — гравитационный заряд Луны.

§ 34. Механика столкновения протосолнца с космическим телом.

1. Предварительные замечания. От Декарта (XVII век) до наших дней предложено около 15 гипотез относительно происхождения солнечной системы, но все они спекулятивны, за исключением

гипотезы талантливого французского естествоиспытателя Бюффона, опередившей свою эпоху на 250 лет. В основе современной теории лежит ошибочная идея Канта — Лапласа, согласно которой солнечная система возникла из космической пыли или газовой туманности, которые обладали мощным моментом вращения, способным развивать высокую степень сжатия. Именно эта, механическая часть всех гипотез, базирующихся на идее Канта — Лапласа, не выдерживает критики, более того, она даже не доходит до критики, ибо противоречит четвертому следствию закона вращения свободнодвижущихся тел (см. § 12). Утверждение, что газовое облако в космическом пространстве сгущается в некое вращающее тело — это ничем не прикрытая ложь, пустая декларация того же свойства, что и утверждение будто планеты и Землю создал бог.

2. Основные предпосылки истинной теории происхождения солнечной системы. В предыдущей главе мы видели, что нейтронное ядро Солнца подвергается беспрерывному дроблению потоком высокоэнергичных нейтрино, а образующиеся при этом микрокусочки нейтронного вещества вступают в фазовый переход высшего рода, расщепляясь до фотонов, нейтрино и свободных электронов. В составе нейтронного ядра Солнца электрино и электроны обладали абсолютным покоем и были абсолютно лишены пространства. Даже на поверхности нейтронного ядра, непосредственно примыкающей к самой высокотемпературной части плазмы ($T_{\gamma l} = 2 \cdot 10^7$ K), сохраняется абсолютный нуль $T_o = 0$ K. Температура абсолютного нуля сохраняется и в осцилляторах плазмы, ибо образующие его элементы сохраняют абсолютную взаимную неподвижность, хотя сам осциллятор находится в гиперчастотном взаимодействии с окружающими его генераторами и осцилляторами. Но зато электрино и электроны, высвобождаемые из осцилляторов, выходят в свободное пространство с колоссальной подвижностью — энергия электростатического покоя переходит в энергию электродинамического движения. Мы также отметили, что уже в конвективной зоне имеет место обратный фазовый переход высшего рода, который продолжается в короне, в межпланетном и межзвездном пространствах. Совершенно очевидно, что ФПВР и обратный ФПВР являются физической сутью круговорота материи и энергии во Вселенной. Знание этих и многих других фундаментальных положений науки, еще вчера неизвестных классической физике, и поможет нам обрисовать истинную картину происхождения солнечной системы. Основными постулатами новой теории являются следующие:

1) Пространство, время, масса и ее электрический заряд — это элементы материального мира, объективно существующие всегда. При этом постановка вопроса о происхождении электрона, электрино и их зарядов представляет собой абсолютную бессмыслицу. Также бессмысленно ставить вопрос об эволюции Вселенной, ибо пространство и время беспредельны, а масса и заряд бесконечны.

2) В каждой звездной системе Вселенной число протозвезд во много раз больше числа звезд. Протозвезда — это нейтронное тело сферической формы, масса которой равна массе средней звезды. На протозвезде еще не запущен фазовый переход высшего рода, но она обращается вокруг центрального тела системы и интенсивно аккумулирует межзвездное вещество, увеличивая собственную массу. Протозвезды образуют скрытую массу каждой галактики.

3) Фазовый переход высшего рода на протозвезде может быть запущен только при столкновительном взаимодействии с нейтронным телом высокой скорости, способным развить при этом критическое напряжение $P_c > P_n = 7{,}2 \cdot 10^{18}$ Па.

4) При столкновении космического нейтронного тела с i-ой протозвездой, в зависимости от силы удара и угла атаки, непременно происходит разлет осколков, часть из которых остается в поле тяготения протозвезды, а часть приобретает гиперболическую скорость и уходит в космическое пространство. Гиперболические осколки, войдя в поле гравитации других протозвезд, по истечении длительного отрезка времени, сталкиваются с ними и запускают на них ФПВР. Это явление — своего рода цепкая реакция звездных систем, непрерывно зажигающая новые звезды, является неотъемлемым свойством организации материи во Вселенной.

5) Все планеты солнечной системы (за исключением снаряда) в момент своего возникновения представляли собой угловатые куски нейтронного вещества протосолнца. Часть колоссальной энергии снаряда затрачивается на дробление нейтронного вещества, в результате которого образуется нейтронная пыль, состоящая как из микрочастичек — осцилляторов, так и из свободных электронов и сгустков электрино. Свободные электроны мгновенно обращаются в гиперчастотные генераторы, а сгустки распадаются с образованием высокоэнергичных нейтрино, бомбардирующих поверхность протосолнца и частей скола, начинающих разлет. К моменту отрыва кусков скола от протосолнца вся область скола охватывается фазовым переходом высшего рода.

6) Куски скола и снаряд покинули протосолнце уже горящими, вышли на круговые орбиты и первые $500 \cdot 10^6$ лет являли собой звезды — спутники Солнца. Эти минизвезды-спутники прошли через все стадии эволюции: образование конвективной зоны — нейтринное и световое излучение — критический объем конвективной зоны — конденсация конвективной зоны с одновременным прекращением светового излучения — уплотнение конденсата с одновременным остыванием — современная стадия планет.

7) Направление снаряда к моменту столкновения с протосолнцем определило экватор Солнца, направление вращения и ось вращения, которые сохранились неизменными по сей день. На теле протосолнца, на месте скола, образовалась коническая воронка, которая

сохраняется без существенных изменений по сей день на экваторе нейтронного ядра Солнца.

8) Дефицит массы нейтронного ядра Солнца, образованный на его экваторе, привел к смещению центра масс ядра от оси вращения на величину $\Delta R_{\odot}$, в направлении, противоположном воронке. В свою очередь, смещение центра масс нейтронного ядра, в сочетании с его вращением, обусловило периодический член гравитации, возмущающий орбитальное движение планет с периодом вращения нейтронного ядра $t_{n\odot}$.

Вот таковы основные, не вымышленные постулаты, на которых базируется новая теория происхождения солнечной системы.

3. Количественный анализ столкновения снаряда с протосолнцем.

Исходные данные для анализа:

$M_0 = 2{,}1119304 \cdot 10^{30}$ кг — масса протосолнца (32.21),

$V_0 = M_0/\rho_n = 2{,}2950918 \cdot 10^{17}$ м^3 — объем протосолнца,

$R_0 = \sqrt[3]{3V_0/4\pi} = 3{,}7981359 \cdot 10^{-5}$ м — радиус протосолнца,

$I_0 = G \cdot M_0 = 1{,}4090804 \cdot 10^{20}$ м$^3 \cdot$с$^{-2}$ — постоянная гравитации протосолнца,

$M_{\text{п}} = 448{,}0 \cdot m_{\oplus} = 2{,}677248 \cdot 10^{27}$ кг — современная масса планетной системы [30, с. 202],

$m_{\text{з}} = 5{,}6870031 \cdot 10^{26}$ кг — современная масса снаряда, которым является Сатурн, в чем мы убедимся ниже,

$\Delta m_{\odot} = M_{\text{п}} - m_{\text{з}} = 2{,}1085477 \cdot 10^{27}$ кг — современная масса планет и их спутников, образованных осколками протосолнца,

$\Delta Q_{\oplus} = -4{,}2195038 \cdot 10^{33}$Кл — избыточный заряд Земли (20.144),

$k_{\oplus} = m_0/m_{\oplus} = 3{,}4403255$ — коэффициент истощения Земли, показывающий, во сколько раз уменьшилась масса Земли в результате ФПВР за период ее существования.

$R_{n\odot} = 3{,}5906833 \cdot 10^{-5}$ м — радиус нейтронного ядра Солнца.

Совершенно очевидно, что не только Земля, но и все остальные планеты имели иную начальную массу, ибо все они прошли через звездный период. Мы не совершим грубой ошибки, если в качестве первого приближения примем, что и все остальные планеты имели начальную массу больше современной в $k_{\oplus} = 3{,}4$ раза. Но пока воздержимся от такого подхода, ибо зная измеренные значения магнитных полей планет, мы по ним можем установить их избыточные заряды и начальные массы. В связи с этим встает вопрос: можно ли установить объективную связь между магнитным полем планеты и ее избыточным отрицательным зарядом? Если нам удастся

найти эту связь для Земли, то не составит труда определение избыточных зарядов остальных планет, магнитное поле которых уже измерено.

В § 20 мы установили величину элементарных токов и их напряжений, развиваемых геомагнитным полем (20.169—20.172) в меридиональном и широтном направлениях. На их основе можно определить полную энергию геомагнитного поля, учитывая, что оно состоит из двух полусфер, северной и южной.

$$E_m = 2\varphi_\oplus \cdot Z_m, \tag{34.1}$$

где $Z_m = \sum_0^{N_m} э$ — суммарный заряд всех электрино геомагнитного поля. Возьмем на геомагнитном экваторе элементарный объем пространства $\Delta V = a_m^3$ и определим среднюю мощность геомагнитного поля, проходящую через этот объем:

$$\Delta W_\mu = \Delta I_\mu \cdot \Delta V_\mu = э^2 \cdot \omega_\mu^2 \cdot R_m^2 \cdot R_0 = 2{,}4510136 \cdot 10^{-8} \text{ Вт} \tag{34.2}$$

— мощность меридионального составляющего элементарного тока геомагнитного поля;

$$\Delta W_e = \Delta I_e \cdot \Delta V_e = э^2 \cdot \nu_m^2 \cdot R_0 = 7{,}1456924 \cdot 10^{-15} \text{ Вт} \tag{34.3}$$

— мощность экваториального составляющего элементарного тока геомагнитного поля;

$$\Delta \overline{W} = \sqrt{\Delta W_\mu \cdot \Delta W_e} = э^2 \cdot \omega_\mu \cdot \nu_m \cdot R_m \cdot R_0 = 1{,}3234118 \cdot 10^{-11} \text{ Вт} \tag{34.4}$$

— среднее значение мощности элементарного тока.

Как известно, геомагнитное поле каждой полусферы Земли распространяется на высоту $H = 10\,R_\oplus$ и более, но каждое электрино этого обширного поля проходит через Землю, ибо поток циркулирует через ее магнитные полюса. Поэтому для расчетов необходимо и достаточно использовать не весь объем магнитосферы, а только объем Земли, средний радиус которой $R = 6{,}3710037 \cdot 10^6$ м. Объемная плотность мощности геомагнитного поля составит ΔW_V:

$$\Delta W_V = \frac{\Delta \overline{W}}{\Delta V} = \frac{\Delta \overline{W}}{a_m^3} = 5{,}4328141 \cdot 10^{18} \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-3}, \tag{34.5}$$

а полная мощность поля определится из

$$W_m = -\frac{4\pi}{3} \cdot R^3 \cdot \Delta W_V = -5{,}8848714 \cdot 10^{39} \text{ Вт}. \tag{34.6}$$

Теперь, учитывая, что $E_m = W_m \cdot \tau_{сд}$ из (34.1) определяется Z_m:

$$Z_m = \frac{W_m \cdot \tau_{сд}}{2\varphi_\oplus} = \frac{-5{,}8848714 \cdot 10^{39} \text{ Дж}}{-6{,}5889325 \cdot 10^5 \text{ В}} = 4{,}4657243 \cdot 10^{33} \text{ Кл}. \tag{34.7}$$

Из сравнения этой величины с отрицательным зарядом Земли $\Delta Q_\oplus$ следует, что их модули практически равны. Стало быть, и для любой другой планеты суммарный заряд электрино магнитного поля равен избыточному отрицательному заряду ее недр, обусловленному накоплением электронов. Установление этого факта позволяет составить корректное соотношение следующего вида:

$$\frac{\Delta Q_\oplus}{B_\oplus} = \frac{\Delta Q_i}{B_i}, \tag{34.8}$$

где $B_\oplus$ — индукция магнитного поля Земли; B_i и ΔQ_i — индукция и избыточный отрицательный заряд i-ой планеты.

$$\Delta Q_i = \frac{\Delta Q_\oplus \cdot B_i}{B_\oplus} \tag{34.9}$$

— избыточный заряд i-ой планеты.

$$\Delta m_i = m_n \cdot \Delta N_n = m_n \cdot \frac{\Delta Q_i}{n_e \cdot e}, \text{ кг} \tag{34.10}$$

— масса, затраченная i-ой планетой на ФПВР за период ее существования.

Индукция магнитного поля, измеренная на Луне и шести планетах с помощью космических аппаратов, сведена Н. Г. Бочкаревым в таблице 1 [40, с. 44]. Этими данными мы и воспользуемся для установления начальной массы планет.

$$\Delta Q_\mathrm{☿} = \frac{\Delta Q_\oplus \cdot B_\mathrm{☿}}{B_\oplus} = \frac{-4{,}2195038 \cdot 10^{33} \text{ Кл} \cdot 3{,}5 \cdot 10^{-7} \text{ Тл}}{3{,}1 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}} =$$

$$= -4{,}7639555 \cdot 10^{31} \text{ Кл} \tag{34.11}$$

— избыточный заряд Меркурия.

$$\Delta m_\mathrm{☿} = m_n \cdot \frac{-4{,}7639555 \cdot 10^{31}}{-4{,}8065676 \cdot 10^{-19}} = 1{,}6458483 \cdot 10^{23} \text{ кг} = 49{,}7\%\ m_\mathrm{☿} \tag{34.12}$$

$$m_{\mathrm{☿}0} = m_\mathrm{☿} + \Delta m_\mathrm{☿} = 4{,}9840263 \cdot 10^{23} \text{ кг} \tag{34.13}$$

— начальная масса Меркурия,

$$k_\mathrm{☿} = m_{\mathrm{☿}0}/m_\mathrm{☿} = 1{,}4984 \tag{34.14}$$

— коэффициент истощения Меркурия.

$$\Delta Q_\mathrm{♀} = \frac{\Delta Q_\oplus}{B_\oplus} \cdot 3 \cdot 10^{-9} \text{ Тл} = -4{,}0833906 \cdot 10^{29} \text{ Кл}$$

— избыточный заряд Венеры,

$$\Delta m_{\varphi} = 1{,}4107272 \cdot 10^{21} \text{ кг} = 2{,}897 \cdot 10^{-4}\, m_{\varphi}, \tag{34.16}$$

$$m_{\varphi 0} = m_{\varphi} + \Delta m_{\varphi} = 4{,}8704084 \cdot 10^{24} \text{ кг}. \tag{34.17}$$

$$\Delta Q_{\text{ℓ}} = \frac{\Delta Q_{\oplus}}{B_{\oplus}} \cdot 1 \cdot 10^{-9} \text{ Тл} = -1{,}3611302 \cdot 10^{29} \text{ Кл}, \tag{34.18}$$

$$\Delta m_{\text{ℓ}} = 4{,}702424 \cdot 10^{20} \text{ кг} = 0{,}6402177\%\ m_{\text{ℓ}}, \tag{34.19}$$

$$m_{\text{ℓ}0} = m_{\text{ℓ}} + \Delta m_{\text{ℓ}} = 7{,}3920634 \cdot 10^{22} \text{ кг}. \tag{34.20}$$

$$\Delta Q_{\sigma} = \frac{\Delta Q_{\oplus}}{B_{\oplus}} \cdot 4{,}5 \cdot 10^{-8} \text{ Тл} = -6{,}1250859 \cdot 10^{30} \text{ Кл} \tag{34.21}$$

— избыточный заряд Марса,

$$\Delta m_{\sigma} = 2{,}1160907 \cdot 10^{22} \text{ кг} = 3{,}296542\%\ m_{\sigma}, \tag{34.22}$$

$$m_{\sigma 0} = m_{\sigma} + \Delta m_{\sigma} = 6{,}63073 \cdot 10^{23} \text{ кг} \tag{34.23}$$

— начальная масса Марса.

$$\Delta Q_{2\!\!\!/} = \frac{\Delta Q_{\oplus}}{B_{\oplus}} \cdot 4{,}2 \cdot 10^{-4} \text{ Тл} = -5{,}7167468 \cdot 10^{34} \text{ Кл} \tag{34.24}$$

— избыточный заряд Юпитера,

$$\Delta m_{2\!\!\!/} = 1{,}975018 \cdot 10^{26} \text{ кг} = 10{,}3994\%\ m_{2\!\!\!/}, \tag{34.25}$$

$$m_{2\!\!\!/ 0} = 2{,}0966668 \cdot 10^{27} \text{ кг}. \tag{34.26}$$

$$\Delta Q_{\text{ъ}} = \frac{\Delta Q_{\oplus}}{B_{\oplus}} \cdot 2 \cdot 10^{-5} \text{ Тл} = -2{,}7222604 \cdot 10^{33} \text{ Кл} \tag{34.27}$$

— избыточный заряд Сатурна,

$$\Delta m_{\text{ъ}} = 9{,}4048482 \cdot 10^{24} \text{ кг} = 1{,}654158\%\ m_{\text{ъ}}, \tag{34.28}$$

$$m_{\text{ъ}0} = 5{,}779628 \cdot 10^{26} \text{ кг}. \tag{34.29}$$

По магнитному полю Урана, Нептуна и Плутона пока данных нет. Полученные результаты (34.11—34.29) совершенно неожиданны по степени разброса значений Δm, затраченных на ФПВР. Ведь эволюция планет началась одновременно, а их эволюционное состояние существенно отличается друг от друга. Почему? Чтобы осветить этот вопрос требуется специальное исследование, которое я вынужден отложить на будущее. А сейчас можно сослаться на уже хорошо

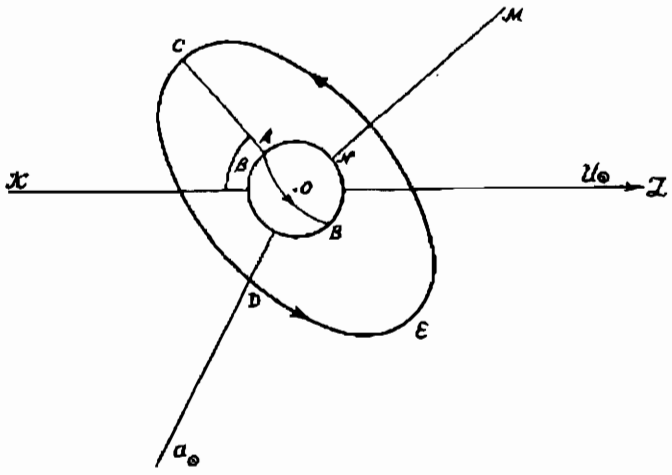


Рис. 32. Взаимное расположение плоскости орбиты Солнца, определяемой радиусом орбиты $a_\odot$ и его траекторией KL, и плоскости планетной системы СДЕ. AB — экватор Солнца, N — северный полюс Солнца, NM — ось вращения Солнца, $\angle KOC = \beta = 62°36'$ — наклонение эклиптики к плоскости орбиты Солнца.

известный факт по магнитному полю Земли, который может служить отправной точкой в этом исследовании. Суть его состоит в том, что по наблюдениям с 1829 года магнитное поле Земли монотонно уменьшается и за последние 100 лет индукция уменьшилась на 5% [40, с. 29]. В основе этого изменения геомагнитного поля лежит только один процесс — нейтрализация избыточных электронов мантии потоком электрино магнитного поля, т. е. синтез мононейтронов. Конечно, этот процесс всегда имел место в истории Земли, с момента конденсации плазмы и появления магнитного поля, но в начальный период ФПВР был опережающим над обратным ФПВР и шло неуклонное накопление электронов. На современном этапе развития Земли обратный ФПВР более интенсивен, чем прямой. Для Земли и других планет в конечном состоянии ожидается полная нейтрализация свободных электронов и полное исчезновение магнитных полей. Первым условием для выполнения этого состояния является завершение ФПВР в ядре планет, т. е. полное сгорание нейтронного ядра планет. Так вот большой разброс значений Δm является следствием разного эволюционного состояния планет. Поэтому чтобы судить о начальной массе планет еще необходимо установить состояние их нейтронных ядер в сравнении с таковым Земли. Этим мы займемся ниже, а пока что мы достоверно знаем начальную массу только Земли и Солнца.

Чтобы продолжить анализ, обратимся к рис. 32, на котором показаны основные элементы солнечной системы, важнейшими из

которых являются взаимное расположение плоскости орбиты Солнца и плоскости планетной системы, экваториальная плоскость Солнца, лежащая в плоскости планетной системы, положительное направление вращения Солнца и обращения планет. Независимо от того, в каком направлении вращалось протосолнце до столкновения со снарядом, современное направление вращения Солнца, согласно постулату 7, установилось в результате этого столкновения. Снаряд мог приближаться к протосолнцу с любой стороны, но при этом его траектория непременно должна была лежать в плоскости планетной системы. Тело снаряда очевидно имело угловатую форму, ибо представляло собой осколок звезды, но для простоты анализа примем его форму сферической и определим его радиус и соотношение диаметров протосолнца и снаряда.

$$R_s = \sqrt[3]{3m_s/4\pi\rho_n} = \sqrt[3]{14{,}754188\cdot 10^{-12}\ \text{м}^3} = 2{,}4526662\cdot 10^4\ \text{м} \tag{34.30}$$

— радиус снаряда,

$$n_R = R_0/R_s = 15{,}48574 \tag{34.31}$$

— соотношение радиусов протосолнца и снаряда.

К моменту столкновения расстояние между геометрическими центрами, совпадающими с центрами масс, протосолнца и снаряда составляло r_s:

$$r_s = (R_0 + R_s) = 4{,}0434025\cdot 10^5\ \text{м}. \tag{34.32}$$

Совершенно очевидно, что снаряд приближался к протосолнцу по гиперболической траектории и потому его скорость к моменту столкновения легко устанавливается и составляла v_s:

$$v_s = 2\sqrt{I_0/r_s} = 3{,}7335706\cdot 10^7\ \text{м}\cdot\text{с}^{-1}. \tag{34.33}$$

Если же считать его траекторию параболической, то получим v_s':

$$v_s' = \sqrt{2I_0/r_s} = 2{,}6400332\cdot 10^7\ \text{м}\cdot\text{с}^{-1}. \tag{34.34}$$

При этом полный импульс снаряда составил i_s:

$$i_s = m_s\cdot v_s = 2{,}1232827\cdot 10^{34}\ \text{кг}\cdot\text{м}\cdot\text{с}^{-1}. \tag{34.35}$$

Чтобы установить угол атаки, который необходим для дальнейшего анализа, обратимся к рис. 33, где схематически изображен момент столкновения снаряда с протосолнцем. Если исходить из современной массы планетной системы (без Сатурна и его спутников), то объем конической воронки на теле протосолнца составит V_V:

$$V_V = \Delta m_\odot/\rho_n = 2{,}2914157\cdot 10^{14}\ \text{м}^3. \tag{34.36}$$

Предварительный анализ показал, что диаметр основания воронки $AC \approx 3d_s = 1{,}4715997\cdot 10^5$ м, а радиус основания $r_V = AD_1 = 3R_s =$

$7{,}3579985 \cdot 10^4$ м. По измерениям на масштабной схеме установлено, что высота сегмента AD_1CD_2 составляет $h = D_1D_2$:

$$h = \frac{1}{25} \cdot AC = 5{,}8863988 \cdot 10^3 \text{ м}. \tag{34.37}$$

Зная высоту сегмента легко установить его объем ΔV:

$$\Delta V = \pi\,(h^2 \cdot r_V - h^3/3) = 7{,}795976 \cdot 10^{12} \text{ м}^3. \tag{34.38}$$

Теперь из объема воронки V_V легко вычленяется объем конуса $ABCD_1A = V_k$:

$$V_k = V_V = \Delta V = 2{,}213456 \cdot 10^{14} \text{ м}^3. \tag{34.39}$$

И далее определяется высота конуса $h_k = BD_1$:

$$h_k = \frac{3V_k}{\pi \cdot r_V^2} = \frac{6{,}640368 \cdot 10^{14}}{1{,}7008626 \cdot 10^{10}} = 3{,}9041178 \cdot 10^4 \text{ м} \tag{34.40}$$

Очевидно чтобы установить угол атаки $\alpha = \angle NAL = \angle BAD$ необходимо определить углы $\beta = \angle BAD_1$ и $\angle BAO$:

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{BD_1}{AD_1} = \frac{h_k}{r_V} = 0{,}530595, \tag{34.41}$$

$$\beta = 27°57'$$

$$\operatorname{tg}\gamma = \frac{AD_1}{OD_1} = \frac{r_V}{(R_0 - h)} = \frac{7{,}3579985 \cdot 10^4}{3{,}7392719 \cdot 10^5} = 0{,}196776, \tag{34.42}$$

$$\gamma = 11°8'.$$

Из прямоугольного треугольника AOD_1 (угол $AD_1O = 90°$) определяем $\angle BAO$:

$$\angle BAO = \frac{\pi}{2} - \beta - \gamma = 50°55'. \tag{34.43}$$

И, наконец, выходим на решение угла атаки α:

$$\alpha = \angle DAO - \angle BAO = \frac{\pi}{2} - 50°55' = 39°5', \tag{34.44}$$

$$\sin\alpha = 0{,}6304.$$

Итак, угол атаки снаряда — острый. Как тут не вспомнить еще раз с чувством восхищения гипотезу Бюффона, который еще в 1749 г. утверждал, что снаряд и Солнце были твердыми телами, а столкновение между ними было боковым, т. е. под острым углом. Курьезно звучат слова замечательного профессионала Б. А. Воронцова — Вельяминова: «После критики, которой Лаплас подверг гипотезу

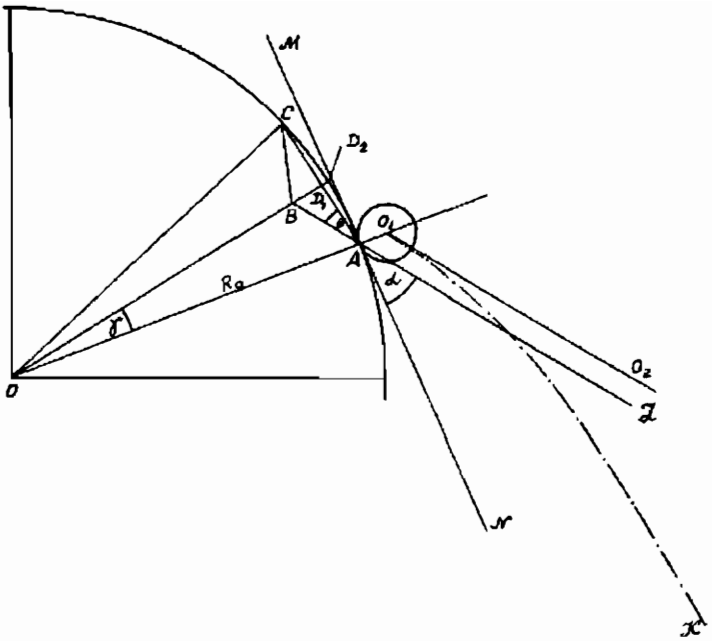


Рис. 33. Масштабная схема момента столкновения снаряда с протосолнцем. $\alpha = \angle NAZ$ — угол атаки снаряда, KO_1 — траектория снаряда, O_1O_2 — касательная к траектории снаряда, AL — параллельный перенос направления удара от центра снаряда в точку столкновения A; MN — касательная к точке удара; $OA = R_0$ — радиус протосолнца; $ABCD_2$ — объем воронки, образованной сколом части протосолнца в результате столкновения со снарядом.

Бюффона, она навеки сошла со сцены» [41, с. 123]. Сила снаряда в точке удара A (рис. 33) разлагается на три составляющие. Первая направлена по линии AB и является основной:

$$F_1' = m_s v_s v_{сд} \cdot \sin \alpha = 1{,}3385174 \cdot 10^{34} \text{ Н}. \qquad (34.45)$$

Вторая сила состоит из двух компонентов:

$$F_2' = F_s - F_1' = m_s v_s v_{сд} (1 - \sin \alpha) = 7{,}847653 \cdot 10^{33} \text{ Н}, \qquad (34.46)$$

где F_s — полная сила снаряда. Половина этой силы направлена по касательной AM и образует тангенциальную силу снаряда, силу, с которой снаряд отдаляется от протосолнца после столкновения:

$$F_{ts}' = F_2'/2 = 3{,}9238265 \cdot 10^{33} \text{ Н}. \qquad (34.47)$$

Равная по модулю, но противоположного направления сила отдачи, или реактивная сила снаряда, направленная по касательной AN,

передается снаряду и целиком расходуется на создание его вращательного момента:

$$F_{\omega s} = F_2'/2 = 3{,}9238265 \cdot 10^{33} \text{ Н}. \qquad (34.48)$$

Допустим, что начальное вращение протосолнца было антипараллельным современному, а его энергия вращения составляла $E_{0\omega}$:

$$E_{0\omega} = M_0 \cdot v_c^2 = 1{,}2642138 \cdot 10^{32} \text{ Дж}. \qquad (34.49)$$

Часть силы F_1' была затрачена на остановку встречного вращения и еще одна такая часть — на придание протосолнцу положительного вращения. Следовательно, момент силы, формируемый снарядом, составил

$$M_0 = 2E_{0\omega} = \Delta F_s \cdot \pi R_0 \cdot \sin\alpha, \text{ откуда находим} \qquad (34.50)$$

$$\Delta F_\omega = \frac{2E_{0\omega}}{\pi R_0 \cdot \sin\alpha} = \frac{2{,}5284276 \cdot 10^{32}}{7{,}5220557 \cdot 10^5} = 3{,}3613518 \cdot 10^{26} \text{ Н}, \qquad (34.51)$$

что составляет от F_1' лишь $2{,}5 \cdot 10^{-8}$. Отсюда следует, что практически вся сила F_1' израсходована на деструкцию тела протосолнца и на придание осколкам надлежащего импульса, выведшего их на круговые орбиты. Примем предельный случай столкновения, допускающий вдавление снаряда в тело протосолнца на глубину $h_1 = R_s/2 = 1{,}22633 \cdot 10^4$ м, после которого и произошел скол и разлет осколков. В этом случае локальное давление, развитое снарядом, будет минимальным и составит P_{min}:

$$P_{min} = \frac{F_1'}{2\pi R_s \cdot h_1} = \frac{F_1'}{2\pi R_s \cdot \frac{R_s}{2}} = \frac{F_1'}{\pi R_s^2} = \frac{13{,}385174 \cdot 10^{33}}{1{,}8898474 \cdot 10^9} = \qquad (34.52)$$

$$= 7{,}0826745 \cdot 10^{24} \text{ Па}.$$

Поскольку предел прочности нейтронного тела составляет $P_n = 7{,}224 \cdot 10^{18}$ Па, то совершенно очевидно, что доля от F_1', затраченная на деструкцию тела протосолнца составляет лишь $\Delta F_d = 1 \cdot 10^{-6} F_1'$:

$$\Delta F_d = P_n \cdot \pi R_s^2 = 1{,}365388 \cdot 10^{28} \text{ Н}. \qquad (34.53)$$

Таким образом, сила, перешедшая в скорость разлета осколков составляет $\Delta F_v'$:

$$\Delta F_v' = F_1' - \Delta F_\omega - \Delta F_d = 1{,}3385172 \cdot 10^{34}\ \text{Н}, \qquad (34.54)$$

а средняя стартовая скорость осколков протосолнца составила $\overline{v}'$, при допущении, что их начальная масса была такой же как сегодня:

$$\overline{v}' = \frac{\Delta F_v'}{\Delta m_\odot \cdot \nu_{сд}} = \frac{13{,}38572 \cdot 10^{33}\ \text{Н}}{2{,}1085477 \cdot 10^{27}} = 6{,}348047 \cdot 10^6\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1}. \qquad (34.55)$$

При этом первая космическая скорость с поверхности протосолнца составляла v_1:

$$v_1 = \sqrt{I_0/R_0} = 1{,}9261193 \cdot 10^7\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1}. \qquad (34.56)$$

Вот и подошли мы к установлению истинного начального значения массы снаряда.

Совершенно очевидно, что при скорости $\overline{v}'$ ни одни из осколков не вышел бы на круговую орбиту вокруг протосолнца и не было бы планетной системы. Также очевидно, что начальная скорость их разлета меньше параболической скорости $v_2 = \sqrt{2I_0/R_0} = 2{,}7239406 \cdot 10^7\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1}$, но больше или равна v_1. Поэтому корректно принять за истинно среднюю начальную скорость разлета осколков

$$\overline{v} = (v_1 + v_2)/2 = 2{,}32503 \cdot 10^7\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1}, \qquad (34.57)$$

что позволяет определить истинную силу удара снаряда F_{s0}, его начальную массу m_{s0} и уточнить все остальные силовые параметры:

$$\Delta F_{v0} = \Delta m_\odot \cdot \overline{v} \cdot \nu_{сд} = 4{,}9024366 \cdot 10^{34}\ \text{Н}, \qquad (34.58)$$

$$F_1 = \Delta F_{v0} + \Delta F_\omega + \Delta F_d = 4{,}9024367 \cdot 10^{34}\ \text{Н}, \qquad (34.59)$$

$$F_{s0} = F_1/\sin\alpha = 7{,}7767079 \cdot 10^{34}\ \text{Н} \qquad (34.60)$$

— полная истинная сила удара,

$$m_{s0} = F_{s0}/v_s\nu_{сд} = 2{,}0829143 \cdot 10^{27}\ \text{кг} \qquad (34.61)$$

— истинный начальный вес снаряда,

$$k_s = m_{s0}/m_s = 3{,}6625868 \qquad (34.62)$$

— коэффициент истощения снаряда.

Этот коэффициент близок к $k_\oplus = 3{,}44$, но несмотря на численную близость, природа их принципиально иная. Если $k_\oplus$ целиком обусловлен ФПВР, то львиная доля k_s обусловлена тем, что в результате

столкновения с протосолнцем и сам снаряд подвергся разлому и дроблению. Большая половина снаряда, раздробленная на мелкие куски, первой покинула место столкновения, причем некоторая их часть ушла с параболической скоростью, в чем мы убедимся ниже.

$$F_2 = F_{s0} - F_1 \approx 2{,}8742712 \cdot 10^{34}\ \text{Н}, \tag{34.63}$$

$$F_{ts} = F_2/2 = 1{,}4371356 \cdot 10^{34}\ \text{Н}, \tag{34.64}$$

$$F_{\omega s} = F_2/2 = 1{,}4371356 \cdot 10^{34}\ \text{Н}. \tag{34.65}$$

Анализ силы F_2 необходимо начинать с рассмотрения природы возникновения колец Сатурна. Согласно обзору М. Я. Марова [42, 166—181] в 1977—79 годах открыты кольца также на Юпитере и Уране, предполагаются они и у Нептуна. Тот факт, что кольца у всех трех планет располагаются строго в экваториальной плоскости неотразимо говорит в пользу того, что они образованы в результате высокоскоростного вращения этих планет в начальный период конденсации плазмы и осаждения конденсата на поверхность нейтронного ядра, т. е. в начале перехода небесного тела из состояния звезды в состояние планеты. Другого пути формирования экваториальных колец просто не существует. С другой стороны, высокоскоростное вращение возможно только в результате действия внешней силы, как например, силы столкновительного взаимодействия. Именно поэтому наличие колец на планетах солнечной системы однозначно свидетельствует о том, что планетная система образовалась в результате столкновения снаряда с протосолнцем. Кроме того, в момент разлета все осколки получают определенный вращательный момент, но совершенно очевидно, что максимальный вращательный момент достается телу снаряда. И наконец, мощность кольца вокруг планеты пропорциональна скорости ее вращения в период формирования кольца. Если слабые кольца Юпитера, расположенного к Земле гораздо ближе Сатурна, обнаружили только теперь, да с помощью космических аппаратов, то могучие и обширные кольца Сатурна были открыты уже в 1610 г. Галилеем, с помощью первого и слабого телескопа, выполненного им самим. Вот почему на роль снаряда не может претендовать ни одна другая планета кроме Сатурна.

Поскольку условию отрыва вещества от экваториальной поверхности небесного тела и его выходу на круговую орбиту отвечает высокая центробежная сила, превосходящая силу тяжести на экваторе, то можно вывести объективный критерий для оценки условия формирования кольца

$$k_{\omega i} = \frac{a_i}{g_{ei}} = \frac{R_{ei} \cdot \omega_i^2}{Gm_i/R_{ei}^2} = \frac{R_{ei}^3 \cdot \omega_i^2}{Gm_i}, \tag{34.66}$$

где a_i — центробежное ускорение на экваторе i-го тела; g_{ai} — ускорение свободного падения на экваторе этого тела; R_{ai} — экваториальный радиус тела; $\omega_i = 2\pi/t_i$ — угловая скорость вращения; m_i — масса этого небесного тела. В (34.66) можно ввести внешнюю силу, переходящую во вращательный момент. Для этого напишем систему из двух уравнений, описывающих момент силы снаряда M_s:

$$\left.\begin{aligned} M_s &= F_{\omega s}\cdot \pi R_s \cdot \sin\varphi \\ M_s &= m_s \cdot R_s^2 \cdot \omega_s^2 \end{aligned}\right\}, \tag{34.67}$$

где φ — угол силы $F_{\omega s}$ к радиусу тела. Поскольку $\varphi = 90^\circ$ и $\sin\varphi = 1$, то из этой системы находим

$$\omega_s^2 = \frac{F_{\omega s}\cdot \pi R_s^2}{m_s \cdot R_s^2} = \frac{\pi F_{\omega s}}{m_s \cdot R_s}. \tag{34.68}$$

Введя это значение ω_s^2 в (34.66) получим в общем виде:

$$k_{\omega i} = \frac{\pi R_i^2 \cdot F_{\omega i}}{G\cdot m_i^2}. \tag{34.69}$$

При условии $k_\omega < 1$ центробежной силы недостаточно для отрыва вещества от экваториальной поверхности небесного тела, даже жидкого. При $k_\omega \geq 1$ центробежная сила больше силы тяжести и происходит отрыв вещества. Если $k_\omega = 1$—1,4, то вещество, оторванное от поверхности тела, выходит на круговую орбиту; при $k_\omega = 1{,}414$—1,95 — на параболическую орбиту и при $k_\omega \geq 2$ — на гиперболическую орбиту. Поскольку на Сатурне кольца круговые, то предварительно, совершенно корректно, можно принять $k'_{\omega s} = 1{,}2$ и тогда из (34.68) без всякой натяжки определяется сила $F'_{\omega s}$, полученная им в результате столкновения.

$$F'_{\omega s} = \frac{k'_{\omega s}\cdot G m_s^2}{\pi R_s^2} = 1{,}3701799\cdot 10^{34}\ \text{Н}. \tag{34.70}$$

Сравнивая этот результат с (34.65) мы видим, что наше предварительное значение коэффициента $k'_{\omega s}$ занижено в $n = F_{\omega s}/F'_{\omega s} = 1{,}0488663$ раза и, стало быть, точное значение составит

$$k_{\omega s} = n\cdot k'_{\omega s} = 1{,}2586395 \tag{34.71}$$

и окончательно имеем:

$$F_{\omega s} = \frac{k_{\omega s}\cdot G\cdot m_s^2}{\pi R_s^2} = 1{,}4371356\cdot 10^{34}\ \text{Н}. \tag{34.72}$$

Не удивительно ли, что мы двумя независимыми путями по-

лучили одну и ту же величину вращательной силы снаряда — Сатурна? Да, конечно, и это вселяет уверенность, что единая теория физики есть система подлинных знаний.

Тот факт, что система колец Сатурна подразделяется на три главные части (A, B и C) и каждая из них имеет колоссальную ширину ($17 \cdot 10^6$ — $28 \cdot 10^6$ м) говорит о том, что чем больше радиус кольца, тем оно старше по возрасту и с тем большей начальной скоростью отрывалось его вещество от тела Сатурна. Самая внешняя часть кольца A по возрасту равна началу конденсации плазмы на звезде Сатурн и коэффициент вращения в этот период был максимальным, т. е. $k_{\omega 1} = 1{,}2586395$. По мере накопления на поверхности нейтронного ядра конденсата из плазмы, а попросту говоря, грунта обычной плотности с $\rho = 2{,}7 \cdot 10^3$ кг/м^3, радиус ядра Сатурна рос, рос и радиус вращения ядра, следствием чего было монотонное падение угловой скорости твердотельного ядра. По мере уменьшения скорости вращения уменьшались и радиусы колец. К моменту завершения кольца A процесс отторжения вещества приостановился на некоторый период τ_1, что привело к появлению разрыва между кольцами A и B, названному делением Кассини. Когда через промежуток времени τ_1, процесс возобновился, то внешний край кольца B оказался удаленным от внутреннего края кольца A на расстояние $5 \cdot 10^6$ м. Этот факт свидетельствует о том, что в течение τ_1, процесс роста радиуса и падения скорости вращения ядра Сатурна продолжались.

Совершенно очевидно, что момент завершения формирования системы колец Сатурна совпал с моментом достижения коэффициента вращения критического значения, т. е. $k_\omega \le 1$. Какой же была предельная скорость вращения Сатурна при $k_{\omega 1} = 1{,}2586395$? Рассчитаем.

$$\omega_s = \sqrt{\frac{\pi \cdot F_{\omega s}}{m_s \cdot R_s}} = \sqrt{\frac{4{,}5148945 \cdot 10^{34}}{1{,}394832 \cdot 10^{31}}} = 56{,}893525 \text{ рад} \cdot \text{с}^{-1}, \tag{34.73}$$

$$t_s = \frac{2\pi}{\omega_s} = 0{,}1104376 \text{ с} \tag{34.74}$$

— период вращения,

$$v_{es} = \sqrt{R_s^2 \cdot \omega_s^2} = \sqrt{1{,}9471643 \cdot 10^{12} \text{ м}^2 \text{ с}^{-2}} = 1{,}3954082 \cdot 10^6 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} - \tag{34.75}$$

— скорость точки экватора ядра Сатурна при $k_{\omega 1}$

$$v_1 = \sqrt{Gm_s/R_s} = \sqrt{1{,}5470387 \cdot 10^{12}} = 1{,}2438001 \cdot 10^6 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} - \quad (34.76)$$

— первая космическая скорость с поверхности ядра Сатурна при $k_{\omega 1}$.

Как видим, вещество на экваторе Сатурна приобретает скорость выше первой космической и, стало быть, отрывается от ядра и выходит на круговую орбиту. Исходя из большого альбедо вещества колец Сатурна исследователи сделали вывод, что оно преимущественно состоит из водяного льда. Это глубоко ошибочный вывод, ибо на Сатурне еще никогда не было физических условий для синтеза воды. А высокое альбедо вещества колец связано со стекловидным состоянием частиц, поскольку оно отрывалось от поверхности ядра в расплавленном состоянии и быстро застывало с выходом в открытый космос. И вообще при столь быстром вращении ядра конденсат не мог осаждаться в экваториальной зоне ядра, а осаждаясь южнее и севернее экватора, он сгонялся центробежным ускорением к экватору и уже там отрывался от поверхности и кусками выходил на круговую орбиту.

И последнее, что осталось рассмотреть — это скорость снаряда, v_{s1}, с какой оставшаяся от m_{s0} часть покидала поверхность протосолнца и баланс массы снаряда.

$$v_{s1} = \frac{F_{ts}}{m_s \cdot v_{сд}} = \frac{14{,}371356 \cdot 10^{33}}{5{,}6870031 \cdot 10^{26}} = 2{,}5270526 \cdot 10^7 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}. \quad (34.77)$$

Как видим, она меньше v_2 и Сатурн вышел на начальную круговую орбиту вокруг протосолнца, на которой находится по сей день.

$$\Delta m_s = m_{s0} - m_s = 1{,}514214 \cdot 10^{27} \text{ кг} \quad (34.78)$$

— скрытая масса планетной системы,

где m_{s0} — начальная масса снаряда, m_s — современная масса Сатурна со спутниками. Если механика столкновения снаряда с протосолнцем просто изящна, то скрытая масса Δm_s выпадает из этой системы, а точнее разрушает эту стройную механику, ибо зависает в пространстве. Но к счастью это всего лишь кажущаяся несходимость, которая явилась следствием того, что в нашем анализе мы не рассматривали начальную скорость снаряда v_{s0}, с которой он вошел в сферу гравитационного поля протосолнца. Да мы и не могли ее ввести в анализ, поскольку она не была известна, только проделанные расчеты выявили необходимость ее учета и возможность определения.

Как известно, в Галактике ежегодно зажигается около 40 новых звезд, из чего следует, что столкновительное взаимодействие, как правило, имеет продолжение, т. е. часть снаряда после столкновения, или кусок протозвезды, удаляется с места столкновения с гипер-

болической или превосходящей ее скоростью и выходит из сферы тяготения данной протозвезды. Выявленная нами скрытая масса Δm_s как раз и представляет ту часть снаряда, которая вышла из поля гравитации протосолнца. Однако у меня есть веское основание считать, что Δm_s не был одним куском и половина этой массы осталась в составе солнечной системы и сохраняется по сей день. Об этом свидетельствуют солнечные пятна, появляющиеся периодически, с интервалом в 11 лет, и преимущественно в экваториальной зоне светила. Эти пятна есть не что иное как прохождение протяженного роя нейтронных осколков снаряда либо через конвективную зону Солнца, либо падающих на нейтронное ядро Солнца и на этом прекращающих свое существование, сопровождаемое заметным увеличением активности Солнца. Совершенно очевидно, что рой обращается вокруг Солнца по параболической орбите и что плоскость этой орбиты лежит в плоскости планетной системы. Сейчас трудно говорить о современной массе этого роя, ибо за $5' \cdot 10^9$ лет значительная его доля прекратила свое существование, разбившись о нейтронное ядро Солнца. Но в качестве начальной массы роя можно принять $m_\rho = \Delta m_\rho / 2 = 7{,}57107 \cdot 26^{10}$ кг. И такой же массы цельная глыба ушла в галактическое пространство, чтобы зажечь новую звезду. Теперь не составляет труда установить начальную скорость снаряда, с которой он вошел в поле тяготения протосолнца.

$$F_\rho = m_\rho \cdot v_2 \cdot \nu_{ед} = m_\rho \cdot 2{,}65 \cdot 10^7 \cdot \nu_{ед} = 2{,}0063335 \cdot 10^{34}\ \text{Н} - \qquad (34.79)$$

— сила удара, затраченная на создание второй космической скорости членам роя,

$$F_v = m_v \cdot v_3 \cdot \nu_{ед} = 7{,}57107 \cdot 10^{26} \cdot 4 \cdot 10^7\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \nu_{ед} = 3{,}028428 \cdot 10^{34}\ \text{Н} \qquad (34.80)$$

— сила удара, переданная вояджеру, новому снаряду, стартовавшему от протосолнца. Я принял его скорость чуть превышающей $v_3 = 3{,}73 \cdot 10^7$ м $\cdot$ с$^{-1}$ (34.33).

$$\Delta F_s = F_\rho + F_v = 5{,}0347615 \cdot 10^{34}\ \text{Н} \qquad (34.81)$$

— полная сила, переданная скрытой массе Δm_s.

$$F_{sa} = F_{s0} + \Delta F_s = 7{,}7767079 \cdot 10^{34} + 5{,}0347615 \cdot 10^{34} =$$

$$= 12{,}811469 \cdot 10^{34}\ \text{Н} \qquad (34.82)$$

— абсолютная сила удара снаряда.

$$v_{sa} = F_{sa} / m_{s0} = 6{,}1507422 \cdot 10^7\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1} \qquad (34.83)$$

— абсолютная скорость снаряда в момент столкновения,

$$v_{s0} = v_{sa} - v_3 = 2{,}4171716 \cdot 10^7 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1} \qquad (34.84)$$

— начальная скорость снаряда, скорость при вхождении в гравитационное поле протосолнца.

Таковы основные положения единой теории физики по проблеме происхождения солнечной системы. Не могу не отметить, что в них нет ни измышлений, ни натяжек.

4. Снаряд — пульсар. Как известно, ученые Маллардской радиоастрономической обсерватории Кембриджского университета открыли ранее неизвестные космические источники импульсного излучения, названные пульсарами. К настоящему времени в Галактике насчитывается около 400 пульсаров, расположенных преимущественно в галактической плоскости. Важнейшие особенности пульсаров состоят в следующем:

1) Излучение пульсаров поступает к земному наблюдателю с высоким постоянством периода импульсов.

2) Период пульсаций очень короток и лежит в интервале $1{,}56 \cdot 10^{-3}$ с — 4,3 с.

3) У всех пульсаров со временем периоды медленно увеличиваются.

4) Импульс излучения пульсара возникает одновременно в широком интервале частот.

5) Размеры излучающей поверхности пульсаров малы, о чем свидетельствует малость углов, под которыми они наблюдаются ($\sim 10^{-2}$ секунды дуги).

Нет никакого сомнения в том, что пульсары — это снаряды в стадии звезды. Как мы установили выше (34.74), начальный период вращения Сатурна лежит в интервале периодов пульсаров. Ведь нейтронное тело снаряда, как и тело протосолнца, лишь постепенно охватывалось фазовым переходом высшего рода, начавшись на ограниченной поверхности экваториальной зоны. Поэтому чем короче период пульсаций, тем моложе снаряд — звезда, тем меньше его собственный диаметр и тем больше была сила удара о тело протозвезды. Кроме того, чем короче продолжительность излучения единичного импульса, тем меньше очаг на теле снаряда, охваченный ФПВР и, стало быть, тем моложе пульсар. Если через τ_1 обозначить продолжительность излучения импульса, а через τ_2 — продолжительность паузы, то очевидно период i-го пульсара будет иметь вид

$$t_i = \tau_1 + \tau_2 \qquad (34.85)$$

Совершенно очевидно, что в начальной стадии функционирования пульсара доля τ_1, будет мала ввиду малости излучающей поверхности. К моменту, когда ФПВР охватит ровно половину поверхности тела пульсара наступит равенство между τ_1 и τ_2. А когда

ФПВР охватит 80—90% поверхности тела снаряда, доля τ_1 будет велика и, наконец, когда вся поверхность будет охвачена ФПВР, пульсар перестает существовать, он переходит в стадию молодой малой звезды с очень большой угловой скоростью, но которую уже ничем зафиксировать мы не можем. Через все эти стадии проходил и Сатурн. Будет интересно подвергнуть анализу все имеющиеся наблюдения по пульсарам с новых позиций.

§ 35. Смещение центра масс нейтронного ядра Солнца и смещение перигелия Меркурия

1. Динамическое решение $\Delta R_\odot$. Как известно, в 1859 г. Леверье опубликовал усовершенствованную теорию движения Меркурия, в которой впервые было открыто аномальное смещение долготы перигелия этой планеты, составляющее 38″,3 в столетие. Затем, в 1882 г. были опубликованы результаты исследований С. Ньюкома, который опирался при своем анализе на более широкий наблюдательный материал. По результатам Ньюкома аномальное смещение перигелия составило 42″,95 в столетие. К этой проблеме обращались очень многие астрономы и физики, включая и А. Эйнштейна, но она так и не решена в рамках классической науки. Новый подход к решению этой задачи стал возможным благодаря открытию нейтронного ядра Солнца и развитию подлинной теории происхождения солнечной системы. Более того, образование системы планет из тела протосолнца неминуемо ведет к смещению центра его гравитации, которое, в сочетании с быстрым вращением нейтронного ядра Солнца, создает дополнительную периодическую силу гравитации ΔF, влияние которой на планеты тем больше, чем меньше радиус их орбит. Иными словами, аномальное смещение долготы перигелия Меркурия есть доказательство столкновительного происхождения планетной системы.

Для количественного анализа примем результат Ньюкома $\Delta\tilde{\omega}_\mathrm{☿} = 0''{,}43$ дуги в год, тогда для возмущенного орбитального движения Меркурия получим:

$$v_\mathrm{☿} = \sqrt{\frac{I_\odot}{a_\mathrm{☿} - \dfrac{\Delta R_\odot' \cdot T_\mathrm{☿}}{t_{n\odot}}}} \tag{35.1}$$

где $v_\mathrm{☿}$ — возмущенная орбитальная скорость; $t_{n\odot}$ — период вращения нейтронного ядра Солнца; $\Delta R_\odot'$ — смещение центра масс нейтронного ядра Солнца от оси вращения в плоскости экватора; $a_\mathrm{☿}$ — средний радиус орбиты Меркурия и $I_\odot$ — постоянная гравитации Солнца. Для $v_\mathrm{☿}$ можно записать еще одно уравнение:

$$v_{\mathrm{☿}} = u_{\mathrm{☿}} + \Delta u_{\mathrm{☿}} = a_{\mathrm{☿}}\,(n_{\mathrm{☿}} + \Delta n_{\mathrm{☿}}), \tag{35.2}$$

где $n_{\mathrm{☿}}$ — среднее движение Меркурия, $\Delta n_{\mathrm{☿}}$ — приращение к среднему движению, которое легко определяется из $\Delta\tilde{\omega}_{\mathrm{☿}}$.

$$\Delta n_{\mathrm{☿}} = \frac{\Delta\tilde{\omega}_{\mathrm{☿}}}{F_0 \cdot \mathrm{T}_{\oplus}} = \frac{0'',43}{6{,}5030241 \cdot 10^{12}} = 6{,}6123082 \cdot 10^{-14}\ \text{рад}\cdot\text{с}^{-1} \tag{35.3}$$

$$n_{\mathrm{☿}} = \frac{4E_{\mathrm{☿}}}{\mathrm{T}_{\mathrm{☿}}} = \frac{4 \cdot 1{,}5540579}{7{,}6005216 \cdot 10^{6}} = 8{,}1786907 \cdot 10^{-7}\ \text{рад}\cdot\text{с}^{-1}, \tag{35.4}$$

где $E_{\mathrm{☿}}$ — полный эллиптический интеграл второго рода орбиты Меркурия. Подставляя полученные значения в (35.2), найдем:

$$v_{\mathrm{☿}} = 4{,}612\,950\,472\,947\,87 \cdot 10^{4}\ \text{м}\cdot\text{с}^{-1}. \tag{35.5}$$

Теперь из (35.1) легко определяется единственная неизвестная величина $\Delta R_{\odot}'$:

$$\Delta R_{\odot}' = \frac{(a_{\mathrm{☿}} - I_{\odot}/v_{\mathrm{☿}}^{2}) \cdot \mathrm{T}_{\mathrm{☿}}}{t_{*\odot}} = 243{,}22909\ \text{м}. \tag{35.6}$$

Кроме рассмотренного решения $\Delta R_{\odot}'$ существуют, по крайней мере, еще два, одно из которых может базироваться на геометрии масс нейтронного тела, а второе — на вращении нейтронного ядра. В частности, как следует из вышерассмотренного, центра гравитации Солнца вращается вокруг оси по радиусу $\Delta R_{\odot}'$. За одно обращение Меркурия вокруг Солнца его нейтронное ядро делает $n = \mathrm{T}_{\mathrm{☿}}/t_{*\odot} = 32{,}83978$ оборотов вокруг своей оси и столько же раз центр гравитации, оставаясь в плоскости экватора, приближается и удаляется от соответствующего центра Меркурия на расстояние $\Delta R_{\odot}'$. Т. е. для планет смещение центра масс солнечного ядра есть величина периодическая, равная $\pm\,\Delta R_{\odot}'$. При этом необходимо оговорить, что значение $\Delta R_{\odot}'$ получено для условия отсутствия смещения собственного центра масс у Меркурия.

Теперь мы можем получить общее решение аномального смещения перигелия i-ой планеты. Для избыточного движения i-й планеты существует следующий ряд соотношений:

$$\Delta n_i = n_i - n_{0i} = \frac{v_i}{a_i} - \frac{u_i}{a_i} = \frac{\sqrt{I_{\odot}/(a_i - \Delta R_{\odot}\mathrm{T}_i/t_{*\odot})}}{a_i} - \frac{\sqrt{I_{\odot}/a_i}}{a_i}, \tag{35.7}$$

где n_i и v_i — возмущенное смещением центра масс Солнца движение и возмущенная орбитальная скорость; n_{0i} и u_i — невозмущенные

параметры; a_i — средний радиус орбиты. Освобождаясь от квадратных корней, получим:

$$\Delta n_i^2 = \frac{I_\odot}{a_i^2} \cdot \left(\frac{1}{a_i - \dfrac{\Delta R_\odot \cdot T_\cdot}{t_{n\odot}}} - \frac{1}{a_i} \right), \text{ с}^{-2}. \tag{35.8}$$

Введя в это уравнение вместо Δn_i его значение из (35.3), найдем:

$$\Delta \tilde{\omega}_i^2 = \frac{I_\odot F_0^2 \cdot T_\oplus^2}{a_i^2} \cdot \left(\frac{1}{a_i - \dfrac{\Delta R_\odot \cdot T_\cdot}{t_{n\odot}}} - \frac{1}{a_i} \right), \text{ (сек. дуги/год)}^2. \tag{35.9}$$

Это уравнение справедливо для планет, собственный центр масс которых не смещен. Как увидим ниже, у всех планет и Луны центр масс имеет смещение от геометрического центра тела. Здесь $\Delta R_\odot$ — истинное значение смещения центра масс Солнца (см. § 39).

2. Возмущающая сила Меркурия. Если бы орбитальное движение планет было безинерционным, как движение электрино в силовом поле проводника, то смещение центра масс Солнца имело бы нулевой эффект для них. Но поскольку движение планет инерционно, то каждое приближение центра гравитации сопровождается приращением радиальной силы на величину ΔF_r, которая не убывает за период удаления этого центра благодаря инерции движения. В результате этого, периодически действующая дополнительная сила каждого оборота нейтронного ядра Солнца суммируется на протяжении всего периода обращения Меркурия, обусловливая ему избыточное движение и аномальное смещение перигелия. Поскольку ΔF_r за один период обращения равна ΔF_t, то проще оперировать с тангенциальной составляющей:

$$\Delta F_{\text{☿}} = \frac{I_\odot m_{\text{☿}}}{\left(a_{\text{☿}} - \dfrac{\Delta R_\odot' \cdot T_{\text{☿}}}{t_{n\odot}} \right)^2} =$$

$$= \frac{I_\odot m_{\text{☿}}}{a_{\text{☿}}^2} = I_\odot m_{\text{☿}} \cdot \left[\frac{1}{\left(a_{\text{☿}} - \dfrac{\Delta R_\odot' \cdot T_{\text{☿}}}{t_{n\odot}} \right)^2} - \frac{1}{a_{\text{☿}}^2} \right] \tag{35.10}$$

Эту же силу можно определить из наблюдаемого аномального смещения перигелия Меркурия $\Delta \tilde{\omega}_{\text{☿}}$:

$$\Delta F_{t\,\text{☿}} = m_{\text{☿}} \Delta u_{\text{☿}} n_{\text{☿}} = m_{\text{☿}} a_{\text{☿}} n_{\text{☿}} \cdot \Delta n_{\text{☿}} = m_{\text{☿}} \cdot u_{\text{☿}} \cdot \frac{\Delta \tilde{\omega}_{\text{☿}}}{F_0 \cdot T_\oplus} =$$

$$= 1{,}0072386 \cdot 10^{15} \text{ Н}. \tag{35.11}$$

Более логично оперировать аномальным смещением перигелия за один оборот вокруг Солнца, а не годичным смещением:

$$\Delta\tilde{\omega}_{\mathrm{☿}}' = \Delta\tilde{\omega}_{\mathrm{☿}} \cdot \frac{T_{\mathrm{☿}}}{T_{\oplus}} = 0'',43 \cdot 2{,}4084179 \cdot 10^{-1} = 0'',10356196 \tag{35.12}$$

дуги/оборот

С учетом этого получим:

$$\Delta F_{i\mathrm{☿}} = m_{\mathrm{☿}}\, u_{\mathrm{☿}} \cdot \frac{\Delta\tilde{\omega}_{\mathrm{☿}}'}{F_0 \cdot T_{\mathrm{☿}}} = 1{,}0072386 \cdot 10^{15}\ \mathrm{Н} \tag{35.13}$$

ГЛАВА IX

ПЛАНЕТНАЯ СИСТЕМА И ГАЛАКТИКА

§ 36. Незамкнутые траектории планет и орбитальная скорость Солнца.

1. Нерешенные проблемы небесной механики. Анализ движения планет в рамках единой теории выявил ряд проблем небесной механики, до сих пор не имеющих решения в классической астрономии. Вот важнейшие из них:

1) В микромире секториальная скорость тела в силовом поле центрального тела есть фундаментальная константа второго порядка. Так, постоянная Милликена μ есть секториальная скорость фотона в силовом поле осевого заряда луча:

$$\mu = u_f r_i = n_f \cdot r_i^2 = \frac{2\pi r_i^2}{T_f} = \text{Const.} \tag{36.1}$$

где T_f — период обращения фотона; $r_i = \lambda_i/2$ — радиус орбиты фотона; u_i — орбитальная скорость фотона; n_f — угловое движение фотона.

В макромире, а именно в небесной механике, константа силового поля имеет более сложную природу, она есть константа третьего порядка. Так, постоянная силового поля Солнца, постоянная гравитации, имеет вид:

$$I_\odot = u_\mercury^2 \cdot a_\mercury = u_\venus^2 \cdot a_\venus = \ldots u_\pluto^2 a_\pluto = \text{Const} \tag{36.2}$$

или с учетом углового движения планет:

$$I_\odot = a_i^3 \cdot n_i^2 = u_i a_i^2 \cdot n_i = \text{Const}, \tag{36.3}$$

где u_i — невозмущенная орбитальная скорость i-ой планеты, n_i и a_i — ее движение и радиус орбиты.

Поскольку в основе орбитального движения тел как в микро-, так и в макромире лежит один и тот же принцип — взаимодействие электрических полей, то резонно возникает вопрос: чем обусловлена разница постоянных силового поля Солнца и микромира?

Если же мы попытаемся вывести постоянную силового поля Солнца не третьего, а второго порядка, то придем ко второму закону Кеплера:

$$v_\odot (\mercury) = u_\mercury \cdot a_\mercury = n_\mercury \cdot a_\mercury^2, \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-1}, \tag{36.4}$$

$$v_\odot (\pluto) = u_\pluto \cdot a_\pluto = n_\pluto \cdot a_\pluto^2, \tag{36.5}$$

т. е. каждая планета имеет свою собственную секториальную скорость, ибо $v_{\odot}$ (☿) $\neq v_{\odot}$ (♀) $\neq \ldots v_{\odot}$ (♇).

2) В классической астрономии нет обоснованного решения галактоцентрической скорости Солнца, а движение планет сведено к рассмотрению орбит вокруг неподвижного Солнца.

3) Не установлена масса центрального тела Галактики и сильно искажен масштаб Галактики.

К решению этих проблем необходимо присоединить еще обоснование законов небесной механики, предложенных мною в § 12 без выводов.

2. Постулаты небесной механики. Предварительный анализ показал, что названные выше проблемы имеют корректное решение в рамках единой теории, но их решение необходимо начать с принятия следующих постулатов, которые в ходе анализа, получив обоснование, примут статус законов небесной механики и дополнят систему законов, изложенную в § 12.

1) Центральные тела звездных систем Вселенной образуют неподвижную электростатическую систему. Это значит, что центральное тело каждой галактики занимает фиксированное положение в Мировом пространстве и не существует такой внешней силы, которая могла бы изменить его координаты.

2) Звезды и протозвезды каждой галактики обращаются вокруг центрального тела по замкнутым орбитам. Т. е. каждый член системы 2-го порядка обладает собственным орбитальным движением.

3) Тела третьего порядка, обращающиеся вокруг тел второго порядка, движутся только по незамкнутым орбитам.

4) Незамкнутые орбиты планет представляют собой правовинтовые линии в пространстве, навиваемые вокруг орбиты Солнца. Лишь проекции траекторий одного оборота планет на плоскость, параллельную эклиптике, представляют собой эллипсы. Поэтому правильно говорить о среднем радиусе орбиты i-ой планеты a_i, но не о большой полуоси орбиты.

5) Если орбита есть пространственная винтовая линия, то она лежит на поверхности эллиптического тора, а расстояние между двумя последовательными апогеями или перигеями является шагом орбиты.

6) Шаг орбиты есть только функция орбитальной скорости Солнца и периода обращения планеты

$$h_i = u_{\odot} \cdot T_i, \text{ м}, \qquad (36.6)$$

где $u_{\odot}$ — орбитальная скорость Солнца; T_i — сидерический период обращения планеты.

3. Динамическое решение орбитальной скорости Солнца.

Согласно третьему следствию 7-го закона небесной механики

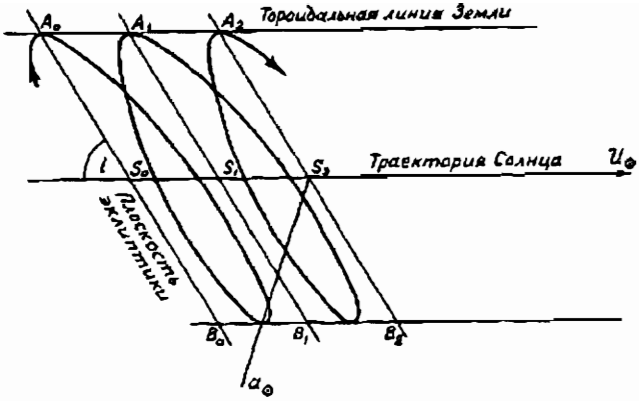


Рис. 33а. Траектория Земли за период $\tau = 2T_\oplus$. $A_0A_1 = A_1A_2 = h_\oplus$ — орбитальный шаг Земли. i — наклонение эклиптики к плоскости орбиты Солнца. A_0S_0 — радиус орбиты Земли. $S_0S_1 = S_1S_2$ — годовое перемещение Солнца по галактоцентрической орбите. $a_\odot$ — радиус орбиты Солнца. Соотношение между радиусом орбиты Земли и ее орбитальным шагом соблюдено.

(12.38,—12.42) средний радиус орбиты i-ой планеты выводится из сидерического периода обращения T_i и полного эллиптического интеграла второго рода E_i:

$$a_i = \sqrt[3]{I_\odot T_i^2 / 16 E_i^2},$$

а средняя невозмущенная орбитальная скорость планет определяется как

$$u_i = a_i \cdot n\,(E_i) = \frac{4E_i \cdot a_i}{T_i}. \qquad (37.7)$$

Данные последних двух столбцов таблицы 16 рассчитаны по этим уравнениям.

Совершенно очевидно, что орбитальная скорость Солнца инвариантна к движению планет и поэтому $u_\odot$, определяемая по элементам орбиты любой из девяти планет должна оставаться постоянной величиной. Для простоты анализа определим $u_\odot$ по движению двух крайних планет, самой подвижной (Меркурия) и наименее подвижной (Плутона).

Поскольку $u_\odot = h_i / T_i$, то справедливо уравнение:

$$\frac{h_\mathrm{☿}}{T_\mathrm{☿}} = \frac{h_\mathrm{♇}}{T_\mathrm{♇}} = 0. \qquad (36.8)$$

Учитывая, что $h_i = a_i \cdot c_i$, где c_i — шаговый коэффициент винтовой орбиты i-ой планеты, получим:

Таблица 16

Динамические параметры планет

Планета	t, с	$\omega = \frac{2\pi}{t}$, $с^{-1}$	T, с	$n = \frac{4E}{T}$, $с^{-1}$	a, м	$u = a \cdot n$, $м \cdot с^{-1}$
Меркурий	$5{,}06736 \cdot 10^{6}$	$1{,}2399326 \cdot 10^{-6}$	$7{,}6000216 \cdot 10^{6}$	$8{,}1786907 \cdot 10^{-7}$	$5{,}6402071 \cdot 10^{10}$	$4{,}6129509 \cdot 10^{4}$
Венера	$2{,}1009024 \cdot 10^{7}$	$2{,}9907078 \cdot 10^{-7}$	$1{,}9414135 \cdot 10^{7}$	$3{,}2363598 \cdot 10^{-7}$	$1{,}0464369 \cdot 10^{11}$	$3{,}3866463 \cdot 10^{4}$
Земля	$8{,}6164 \cdot 10^{4}$	$7{,}2921233 \cdot 10^{-5}$	$3{,}155815 \cdot 10^{7}$	$1{,}9908473 \cdot 10^{-7}$	$1{,}446746 \cdot 10^{11}$	$2{,}880503 \cdot 10^{4}$
Марс	$8{,}86426 \cdot 10^{4}$	$7{,}088223 \cdot 10^{-5}$	$5{,}9329827 \cdot 10^{7}$	$1{,}0567141 \cdot 10^{-7}$	$2{,}2068825 \cdot 10^{11}$	$2{,}3320438 \cdot 10^{4}$
Юлитер	$3{,}543 \cdot 10^{4}$	$1{,}7734081 \cdot 10^{-4}$	$3{,}743355 \cdot 10^{8}$	$1{,}6775049 \cdot 10^{-8}$	$7{,}527343 \cdot 10^{11}$	$1{,}2627154 \cdot 10^{4}$
Сатурн	$3{,}6828 \cdot 10^{4}$	$1{,}7060891 \cdot 10^{-4}$	$9{,}2959506 \cdot 10^{8}$	$6{,}7538203 \cdot 10^{-9}$	$1{,}38054714 \cdot 10^{12}$	$9{,}323967 \cdot 10^{3}$
Уран	$3{,}894 \cdot 10^{4}$	$1{,}6135555 \cdot 10^{-4}$	$2{,}6512642 \cdot 10^{9}$	$2{,}3685600 \cdot 10^{-9}$	$2{,}7760544 \cdot 10^{12}$	$6{,}5752514 \cdot 10^{3}$
Нептун	$6{,}552 \cdot 10^{5}$	$9{,}589721 \cdot 10^{-5}$	$5{,}2002117 \cdot 10^{9}$	$1{,}2082334 \cdot 10^{-9}$	$4{,}3482751 \cdot 10^{12}$	$5{,}2537312 \cdot 10^{3}$
Плутон	$5{,}5181088 \cdot 10^{5}$	$1{,}1386482 \cdot 10^{-5}$	$7{,}816558 \cdot 10^{9}$	$7{,}9111921 \cdot 10^{-10}$	$5{,}7666415 \cdot 10^{12}$	$4{,}5621008 \cdot 10^{3}$

$$\frac{a_{\mathrm{♀}} \cdot c_{\mathrm{♀}}}{T_{\mathrm{♀}}} - \frac{a_{\mathrm{♇}} \cdot c_{\mathrm{♇}}}{T_{\mathrm{♇}}} = 0. \tag{36.9}$$

Отношение радиуса орбиты к периоду обращения есть величина известная

$$b_{\mathrm{♀}} = \frac{a_{\mathrm{♀}}}{T_{\mathrm{♀}}} = \frac{5{,}6402071 \cdot 10^{10}}{7{,}6005216 \cdot 10^{6}} = 7{,}4208158 \cdot 10^{3}\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1}, \tag{36.10}$$

$$b_{\mathrm{♇}} = \frac{a_{\mathrm{♇}}}{T_{\mathrm{♇}}} = \frac{5{,}7666415 \cdot 10^{12}}{7{,}816558 \cdot 10^{9}} = 7{,}377469 \cdot 10^{2}\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1}. \tag{36.11}$$

Введя эти значения в (36.9) получим

$$b_{\mathrm{♀}} \cdot c_{\mathrm{♀}} - b_{\mathrm{♇}} \cdot c_{\mathrm{♇}} = 0, \tag{36.12}$$

$$c_{\mathrm{♀}} = \frac{b_{\mathrm{♇}}}{b_{\mathrm{♀}}} \cdot c_{\mathrm{♇}}. \tag{36.13}$$

Учитывая, что движение планет происходит по линии второго порядка, введем еще одно обозначение:

$$\sigma = \sqrt{b_{\mathrm{♇}} / b_{\mathrm{♀}}} = 3{,}1530284 \cdot 10^{-1} \tag{36.14}$$

Становится очевидным, что уравнение (36.12) имеет решение лишь при выполнении условия

$$c_{\mathrm{♀}} = \sigma = 0{,}31530284, \tag{36.15}$$

$$c_{\mathrm{♇}} = 1/\sigma = 3{,}1715541. \tag{36.16}$$

Теперь шаги орбит Меркурия и Плутона легко рассчитываются и по ним выводится орбитальная скорость Солнца:

$$h_{\mathrm{♀}} = a_{\mathrm{♀}} \cdot c_{\mathrm{♀}} = 1{,}7783733 \cdot 10^{10}\ \text{м}, \tag{36.17}$$

$$h_{\mathrm{♇}} = a_{\mathrm{♇}} \cdot c_{\mathrm{♇}} = 1{,}8289215 \cdot 10^{13}\ \text{м}, \tag{36.18}$$

$$u_{\odot}(\mathrm{♀}) = \frac{h_{\mathrm{♀}}}{T_{\mathrm{♀}}} = \frac{17{,}783733 \cdot 10^{9}}{7{,}6005216 \cdot 10^{6}\ \text{с}} = 2{,}3398042 \cdot 10^{3}\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1} = \text{Const}, \tag{36.19}$$

$$u_{\odot}(\mathrm{♇}) = \frac{h_{\mathrm{♇}}}{T_{\mathrm{♇}}} = \frac{18{,}289215 \cdot 10^{12}}{7{,}816558 \cdot 10^{9}\ \text{с}} = 2{,}3398042 \cdot 10^{3}\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1} = \text{Const}. \tag{36.20}$$

Таким образом, мы видим, что орбитальная скорость Солнца действительно есть величина постоянная и выполняется равенство:

$$u_{\odot} = \frac{h_{\mathrm{☿}}}{T_{\mathrm{☿}}} = \frac{h_{\mathrm{♀}}}{T_{\mathrm{♀}}} = \ldots \frac{h_{\mathrm{♇}}}{T_{\mathrm{♇}}} = 2{,}3398042 \cdot 10^{3}\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1} = \text{Const.} \qquad (36.21)$$

В § 12 я декларировал шестой закон о постоянстве поля скоростей Солнца и стальных звезд без количественного обоснования (12.25—12.26). Теперь это можно восполнить, ибо определены шаги орбит Меркурия и Плутона:

$$v_{\odot}\,(\mathrm{☿}) = \frac{8a_{\mathrm{☿}}^{3} \cdot E_{\mathrm{☿}}^{2}}{\pi h_{\mathrm{☿}} \cdot T_{\mathrm{☿}}} = \frac{34{,}66646 \cdot 10^{32}}{4{,}2463538 \cdot 10^{17}} = 8{,}163818 \cdot 10^{15}\ \text{м}^{2}\text{с}^{-1}, \qquad (36.22)$$

$$v_{\odot}\,(\mathrm{♇}) = \frac{8a_{\mathrm{♇}}^{3} \cdot E_{\mathrm{♇}}^{2}}{\pi h_{\mathrm{♇}} \cdot T_{\mathrm{♇}}} = \frac{36{,}665178 \cdot 10^{38}}{4{,}4911802 \cdot 10^{23}} = 8{,}163818 \cdot 10^{15}\ \text{м}^{2}\text{с}^{-1} \qquad (36.23)$$

Теперь очевидно, что второй закон Кеплера является лишь частным случаем шестого закона небесной механики, ибо орбитальная скорость любого тела, обращающегося вокруг Солнца, точно определяется из постоянной поля скоростей, если известны элементы орбиты этого тела:

$$u_{i} = \frac{v_{\odot} \cdot \pi h_{i}}{2E_{i} \cdot a_{i}^{2}}\,. \qquad (36.24)$$

Из этого соотношения с очевидностью следует, что в гелиоцентрическую скорость планет входит и собственная орбитальная скорость Солнца, ибо $h_{i} = u_{\odot} T_{i}$:

$$u_{i} = \frac{v_{\odot} \cdot u_{\odot} \pi T_{i}}{2E_{i} \cdot a_{i}^{2}} \qquad (36.25)$$

Выделяя из этого уравнения произведение двух постоянных, мы получим новую фундаментальную постоянную, названную постоянной Коперника K:

$$K = v_{\odot} u_{\odot} = \frac{2E_{i} a_{i}^{2} u_{i}}{\pi \cdot T_{i}} = 1{,}9101737 \cdot 10^{19}\ \text{м}^{3} \cdot \text{с}^{-2} = \text{Const.} \qquad (36.26)$$

От постоянной Коперника легко перейти к постоянной гравитации Солнца, для чего достаточно учесть угол одного обращения Солнца вокруг центрального тела Галактики, равный 2π радиан:

$$I_{\odot} = 2\pi \cdot K = 2\pi \cdot v_{\odot} u_{\odot} = 1{,}2001975 \cdot 10^{20}\ \text{м}^{3} \cdot \text{с}^{-2} = \text{Const.} \qquad (36.27)$$

4. Геометрическое решение орбитальной скорости Солнца.

Суть геометрического решения орбитальной скорости Солнца сводится к определению шаговых углов $\alpha_{\mathrm{☿}}$ и $\alpha_{\mathrm{♇}}$ при уже известных $c_{\mathrm{☿}}$ и $c_{\mathrm{♇}}$. Примем к анализу опять две крайние планеты системы и

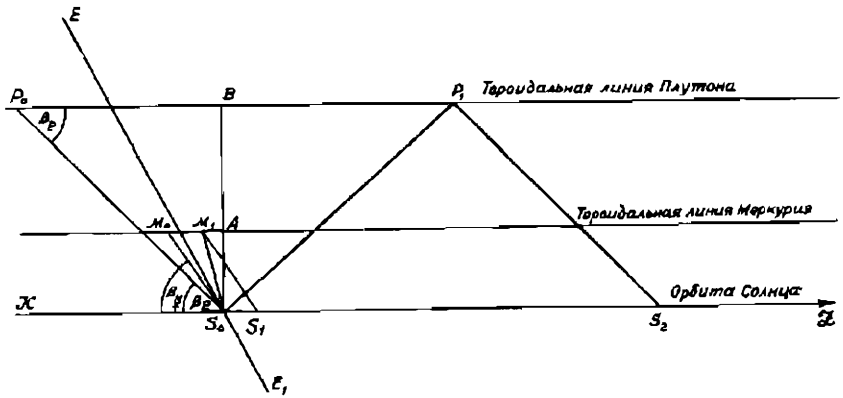


Рис. 34. Геометрическое решение орбитального шага двух крайних планет системы, Меркурия и Плутона. $\mathcal{KL}$ — часть орбиты Солнца, S_0 — положение Солнца в момент τ_0; S_1 — положение Солнца в момент $(\tau_0 + T_\varphi)$, S_2 — положение Солнца в момент $(\tau_0 + T_P)$, EE_1 — плоскость эклиптики в момент τ_0, M_0 и M_1 — местоположения Меркурия в моменты τ_0 и $(\tau_0 + T_\varphi)$, P_0 и P_1 местоположения Плутона в моменты τ_0 и $(\tau_0 + T_P)$; M_0M_1 — шаг Меркурия, P_0P_1 — шаг Плутона, β_φ и β_P — наклонение плоскостей орбит Меркурия и Плутона к плоскости орбиты Солнца, BS_0 — нормаль к орбите Солнца и к тороидальным линиям Меркурия и Плутона, $M_0S_0M_1 = \alpha_\varphi$ — шаговый угол Меркурия, $P_0S_0P_1 = \alpha_P$ — шаговый угол Плутона.

рассмотрим их взаимное расположение в моменты τ_0 и $(\tau_0 + T_i)$ в двумерной плоскости, перпендикулярной радиусу орбиты Солнца (рис. 34, вид со стороны галактического центра) и плоскости планетной системы. На этом рисунке

$$S_0B = \sin\beta_P \cdot a_P = r_P$$

— радиус эллиптического тора Плутона,

$$S_0A = \sin\beta_\varphi \cdot a_\varphi = r_\varphi \qquad (36.28)$$

— радиус эллиптического тора Меркурия

$$h_P = P_0P_1 = u_\odot T_P$$

— орбитальный шаг Плутона,

$$h_\varphi = M_0M_1 = u_\odot T_\varphi \qquad (36.29)$$

— орбитальный шаг Меркурия

$$< P_0S_0B = (90^\circ - \beta_P) = 44^\circ 29' = \gamma_P \qquad (36.30)$$

— часть углового шага Плутона, дополнительного к $\pi/2$,

$$\angle M_1S_0A = (90^\circ - \alpha_\mercury - \beta_\mercury) = \gamma_\mercury \qquad (36.31)$$

— угол, дополнительный к шагу Меркурия до $\pi/2$, где

$$\beta_\pluto = (\beta - i_\pluto) = (62^\circ36' - 17^\circ5'7'') = 45^\circ30'43''; \qquad (36.32)$$

$$\beta_\mercury = (\beta - i_\mercury) = (62^\circ36' - 7^\circ00'13'',6) = 55^\circ35'46,''4; \qquad (36.33)$$

$\beta = 62^\circ36'$ — галактическое наклонение эклиптики [30, с. 403], $i_\pluto$ и $i_\mercury$ — наклонение орбит Плутона и Меркурия.

Для шагов Плутона и Меркурия мы можем составить еще по одному уравнению:

$$h_\pluto = P_0B + BP_1 = \cos\beta_\pluto \cdot a_\pluto + \operatorname{tg}(\alpha_\pluto - \gamma_\pluto)\cdot r_\pluto =$$

$$= a_\pluto \cdot [\cos\beta_\pluto + \operatorname{tg}(\alpha_\pluto - \gamma_\pluto)\cdot\sin\beta_\pluto]. \qquad (36.34)$$

$h_\mercury = AM_0 - AM_1 = \cos\beta_\mercury \cdot a_\mercury - \operatorname{tg}\gamma_\mercury \cdot r_\mercury = a_\mercury(\cos\beta_\mercury - \operatorname{tg}\gamma_\mercury \cdot \sin\beta_\mercury)$, или:

$$AM_0 = \operatorname{tg}(\alpha_\mercury + \gamma_\mercury)\cdot r_\mercury = \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} - \beta_\mercury\right)\cdot\sin\beta_\mercury \cdot a_\mercury, \qquad (36.35)$$

$$AM_1 = \operatorname{tg}\gamma_\mercury \cdot r_\mercury = \operatorname{tg}\left[\frac{\pi}{2} - (\alpha_\mercury + \beta_\mercury)\right]\cdot\sin\beta_\mercury \cdot a_\mercury, \qquad (36.36)$$

(36.37)

$$h_\mercury = AM_0 - AM_1 = \sin\beta_\mercury \cdot a_\mercury\left\{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} - \beta_\mercury\right) - \operatorname{tg}\left[\frac{\pi}{2} - (\alpha_\mercury + \beta_\mercury)\right]\right\}.$$

(38.38)

И поскольку $h_i = a_ic_i$, то для шаговых коэффициентов имеем:

$$c_\mercury = \sin\beta_\mercury\left\{\operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} - \beta_\mercury\right) - \operatorname{tg}\left[\frac{\pi}{2} - (\alpha_\mercury + \beta_\mercury)\right]\right\} \qquad (36.39)$$

$$c_\pluto = \cos\beta_\pluto + \operatorname{tg}(\alpha_\pluto - \gamma_\pluto)\cdot\sin\beta_\pluto. \qquad (36.40)$$

Учитывая, что $\operatorname{tg}\left[\frac{\pi}{2} - (\alpha_\mercury + \beta_\mercury)\right] = \operatorname{tg}\gamma_\mercury$ и решая (36.39) относительно $\operatorname{tg}\gamma_\mercury$, получим:

$$\operatorname{tg}\gamma_\mercury = \frac{\sin\beta_\mercury \cdot \operatorname{tg}\left(\frac{\pi}{2} - \beta_\mercury\right) - c_\mercury}{\sin\beta_\mercury} = \frac{0{,}825\cdot0{,}6848 - 0{,}31530284}{0{,}825} =$$

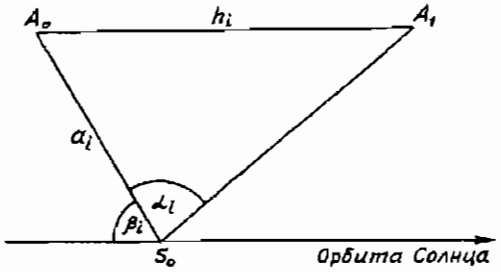


Рис. 35. Орбитальный треугольник для первых шести планет. $A_0A_1 = h_i = u_\odot T_i$ — шаг орбиты i-ой планеты. $A_0S_0 = a_i$ — радиус орбиты, $\beta_i = (\beta - i)$ — галактическое наклонение орбиты i-ой планеты, α_i — шаговый угол.

$$= \frac{0{,}24965716}{0{,}825} = 0{,}30261473, \tag{36.41}$$

$$\gamma_\varphi = 16°50', \tag{36.42}$$

$$\alpha_\varphi = [90° - (\beta_\varphi + \gamma_\varphi)] = 90° - 72°25'46'',4 = 17°34'13'',6. \tag{36.43}$$

Для шагового угла Плутона из (36.40) имеем:

$$\operatorname{tg}(\alpha_\varrho - \gamma_\varrho) = \frac{c_\varrho - \cos\beta_\varrho}{\sin\beta_\varrho} = \frac{3{,}1715541 - 0{,}7007}{0{,}7135} = 3{,}463005, \tag{36.44}$$

$$(\alpha_\varrho - \gamma_\varrho) = 73°53'30'',$$

$$\alpha_\varrho = 73°53'30'' + \gamma_\varrho = 73°53'30'' + 44°29' = 118°22'30''. \tag{36.45}$$

Таким образом, геометрическое решение шагового коэффициента крайних планет системы, а также их орбитального шага и галактоцентрической скорости Солнца находится в полном согласии с динамическим решением этих задач.

Для первых шести планет, от Меркурия до Сатурна, у которых шаговый угол меньше $\pi/2$, можно воспользоваться теоремой косинусов при его определении, исходя при этом из уже решенной орбитальной скорости Солнца $u_\odot$. Обратимся к рис. 35, на котором изображен орбитальный треугольник Сатурна, внутри которого размещаются орбитальные треугольники первых пяти планет.

В этом треугольнике

Таблица 17

Новые элементы планетных орбит

Планета	Эксцентриситет 1975 г., e	Полный эллиптический интеграл, E	Галактическое наклонение орбиты, β	Шаговый угол, α	Шаговый коэффициент, c	Орбитальный шаг, м, h
Меркурий	0,20563	1,5540578657	55°35′46″,4	17°34′13″,6	0,31530284	$1{,}7783733 \cdot 10^{10}$
Венера	0,00676	1,5707782375	59°12′20″	25°37′	0,43409472	$4{,}5425274 \cdot 10^{10}$
Земля	0,01672	1,5706865123	62°36′	30°38′	0,5103860	$7{,}3839881 \cdot 10^{10}$
Марс	0,09338	1,5673666614	60°45′	38°23′	0,6290329	$1{,}3882017 \cdot 10^{11}$
Юпитер	0,04846	1,5698740978	61°17′43″	66°38′	1,1635868	$8{,}7587177 \cdot 10^{11}$
Сатурн	0,05563	1,5695794610	60°6′38″	81°02′	1,5755133	$2{,}1750704 \cdot 10^{12}$
Уран	0,04725	1,5699196055	61°49′37″	91°35′53″	2,2346244	$6{,}2034391 \cdot 10^{12}$
Нептун	0,00859	1,5707674172	60°49′38″	98°27′22″	2,7982307	$1{,}2167477 \cdot 10^{13}$
Плутон	0,253	1,5459572560	45°30′43″	118°22′30″	3,1715541	$1{,}8289215 \cdot 10^{13}$

$A_0A_i = h_i = U_\odot T_i$ — шаг орбиты i-ой планеты,

$A_0S_0 = a_i$ — радиус орбиты i-ой планеты,

β_i — галактическое наклонение i-ой планеты,

α_i — шаговый угол i-ой планеты.

Согласно теореме косинусов сторона треугольника A_iS_0, опирающаяся на угол β_i, составляет

$$A_iS_0 = \sqrt{a_i^2 + h_i^2 - 2a_ih_i \cdot \cos\beta_i} = \sqrt{a_i^2 + a_i^2 \cdot c_i^2 - 2a_i^2 \cdot c_i \cdot \cos\beta_i} =$$

$$= a_i \cdot \sqrt{1 + c_i^2 - 2c_i \cdot \cos\beta_i}, \text{ м.} \qquad (36.46)$$

$$\sin\alpha_i = \frac{h_i \cdot \sin\beta_i}{A_iS_0} = \frac{a_i \cdot c_i \cdot \sin\beta_i}{a_i\sqrt{1+c_i^2 - 2c_i \cdot \cos\beta_i}} = \frac{c_i \cdot \sin\beta_i}{\sqrt{1+c_i^2 - 2c_i \cdot \cos\beta_i}}. \qquad (36.47)$$

В таблицу 17 сведены ранее не учитываемые элементы планетных орбит.

Шаговые углы Урана и Нептуна легко решаются с использованием радиуса тора и дополнительного угла γ_i, как это мы делали при анализе орбит Меркурия и Плутона (Рис. 34).

5. Полная сила движения тел по незамкнутым орбитам.

Как известно, закон всемирного тяготения Ньютона, как и три закона Кеплера, составлен в расчете на замкнутую орбиту планет солнечной системы и предполагает только единственную радиальную силу для планеты, силу гравитации F_r:

$$F_n = G \cdot \frac{m_\odot \cdot m_i}{a_i^2}. \qquad (36.48)$$

Классическая механика не отрицает тангенциальную силу F_u для планет, но нигде четко не выражено равенство между F_n и F_u и что полная сила движения i-ой планеты описывается двухчленом

$$F_i = F_n + F_u = Gm_\odot m_i/a_i^2 + m_i\mu_i n_i \qquad (36.49)$$

и что среднее значение угла между векторами этих сил составляет $\pi/2$.

В рамках единой теории физики рассматриваются реальные орбиты планет, орбиты третьего порядка, представляющие собой винтовые линии вокруг кривой второго порядка, являющейся орбитой Солнца. Полная сила планеты с таким движением описывается пятичленом:

$$F_i = F_n + F_u + \Delta F_n + \Delta F_u + F_{\omega i}. \qquad (36.50)$$

Рассматривая каждый член (36.50) в отдельности, получим:

$$F_{ri} = 2\gamma \cdot Q_{g\odot} \cdot Z_{gi} / a_i^2, \tag{36.51}$$

$$F_{ti} = m_i \mu_i n_i = m_i a_i 16 E_i^2 / T_i^2, \tag{36.52}$$

$$\Delta F_{ri} = 2\gamma \cdot Q_{g\odot} \cdot Z_{gi} \left[\frac{1}{\left(a_i - \frac{\Delta R_\odot \cdot T_i}{t_{n\odot}} \right)^2} - \frac{1}{a_i^2} \right] \tag{36.53}$$

— возмущающая радиальная сила, обусловленная только смещением центра масс Солнца на величину $\Delta R_\odot$.

$$\Delta F_{ti} = \frac{I_\odot \cdot m_i}{\left(a_i - \frac{\Delta R_\odot \cdot T_i}{t_{n\odot}} \right)^2} - \frac{I_\odot \cdot m_i}{a_i^2} =$$

$$= I_\odot m_i \cdot \left[\frac{1}{\left(a_i - \frac{\Delta R_\odot \cdot T_i}{t_{n\odot}} \right)^2} - \frac{1}{a_i^2} \right] - \tag{36.54}$$

— тангенциальная составляющая возмущающей силы, обусловленной только смещением центра масс Солнца на $\Delta R_\odot$;

$$F_{ai} = m_i \mu_\odot \cdot \frac{\alpha_i}{T_i} \tag{36.55}$$

— шаговая сила i-ой планеты,

где α_i — шаговый угол орбиты в радианах.

Эта сила обусловливает орбитальный шаг планеты и ее вектор всегда параллелен орбите Солнца, а с мгновенной плоскостью орбиты образует галактическое наклонение орбиты β_i.

Введя полученные значения в (36.50), придем к уравнению общего вида, пригодного только для планет, у которых отсутствует собственное смещение центра масс:

$$F_i = 2\gamma \cdot Q_{g\odot} \cdot Z_{gi} \left[\frac{1}{(a_i - \Delta R_\odot \cdot T_i / t_{n\odot})^2} - \frac{1}{a_i^2} \right] + \frac{16 m_i a_i F_i^2}{T_i^2} +$$

$$+ I_\odot m_i \cdot \left[\frac{1}{(a_i - \Delta R_\odot \cdot T_i / t_{n\odot})^2} - \frac{1}{a_i^2} \right] + \frac{m_i \mu_\odot \alpha_i}{T_i}, \text{ Н.} \tag{36.56}$$

Для планет (с Плутоном вопрос неясен), обладающих собственным смещением центра масс, уравнение имеет вид:

$$F_i = 2\gamma \cdot Q_{\text{г}\odot} \cdot Z_{\text{г}} \left| \frac{1}{(a_i - \Delta R_\odot \cdot T_i/t_{n\odot} - \Delta R_i \cdot T_i/t_i)^2} - \frac{1}{a_i^2} \right] + \frac{16 m_i a_i E_i^2}{T_i^2} +$$

$$+ I_\odot m_i \left| \frac{1}{(a_i - \Delta R_\odot \cdot T_i/t_{n\odot} - \Delta R_i \cdot T_i/t_i)^2} - \frac{1}{a_i^2} \right] + \frac{m_i u_\odot \alpha_i}{T_i}, \qquad (36.57)$$

где ΔR_i — смещение центра масс i-ой планеты, t_i — период ее вращения или период вращения ее нейтронного ядра (Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун).

§ 37 Истинные параметры Галактики и стационарность Вселенной.

Установление истинной галактоцентрической скорости Солнца позволяет добротно решить проблему масштабности Галактики и Метагалактики. Для этого, разумеется, одной только орбитальной скорости Солнца недостаточно. Но уже накоплен большой наблюдательный материал по так называемому галактическому вращению окрестностей Солнца. На самом деле не существует никакого вращения Галактики, но есть орбитальное движение звезд и протозвезд вокруг центрального тела Галактики в отрицательном направлении. Поэтому по результату замечательной работы Н. А. Бошнякович [39, с. 150—154], по галактическому вращению окрестности Солнца, $\omega_0 = 0,''0049$ дуги в год, корректно устанавливается среднее галактоцентрическое движение Солнца $n_\odot$:

$$n_\odot = \frac{\omega_0}{F_0 \cdot I} = \frac{49 \cdot 10^{-4}}{6,5092223 \cdot 10^{12}} = 7,527781 \cdot 10^{-16} \text{ рад} \cdot \text{с}^{-1}, \qquad (37.1)$$

где $I = 3,15576 \cdot 10^7$ с — юлианский год, $F_0 = 2,0626481 \cdot 10^5$ — число секунд в одном радиане. Теперь не составляет труда определение важнейших характеристик Галактики.

$$a_\odot = \frac{u_\odot}{n_\odot} = \frac{23,398042 \cdot 10^2}{7,527781 \cdot 10^{-16}} = 3,1082256 \cdot 10^{18} \text{ м} \qquad (37.2)$$

— радиус орбиты Солнца;

$$T_\odot = \frac{2\pi}{n_\odot} = 8,3466631 \cdot 10^{15} \text{ с} = 2,6448979 \cdot 10^8 \text{ юлианских лет} — \qquad (37.3)$$

— галактический год или период обращения Солнца вокруг центрального тела Галактики;

$$I_\text{г} = a_\odot^3 \cdot n_\odot^2 = 3,0028773 \cdot 10^{55} \cdot 5,6667486 \cdot 10^{-31} =$$

$$= 1,701655 \cdot 10^{25} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-2} \qquad (37.4)$$

— постоянная гравитации центрального тела Галактики;

$$M_г = I_г/G = 2{,}5504413 \cdot 10^{35} \text{ кг} \tag{37.5}$$

— масса центрального тела Галактики;

$$Q_{gг} = \frac{M_г \cdot K_g}{P} = \frac{2{,}6647655 \cdot 10^{18}}{\pm\, 3{,}4547938 \cdot 10^{-9}} = \pm\, 7{,}7132403 \cdot 10^{26} \text{ Кл} - \tag{37.6}$$

— гравитационный заряд центрального тела Галактики;

$$1_{пс} = F_0 \cdot A_0 = 2{,}9841278 \cdot 10^{16} \text{ м} \tag{37.7}$$

— новое значение парсека (прежнее — $3{,}0856776 \cdot 10^{16}$ м);

$$r_\odot = 10 \text{ кпс} = 3{,}0856776 \cdot 10^{20} \text{ м} \tag{37.8}$$

— прежнее значение радиуса орбиты Солнца [30, с. 403];

$$k_г = r_\odot / a_\odot = 99{,}27457 \tag{37.9}$$

— коэффициент завышения масштаба Галактики в классической астрономии;

$$d_г = \frac{25 \text{ кпс}}{k_г} = \frac{771{,}4194 \cdot 10^{18} \text{ м}}{99{,}27457} = 7{,}770564 \cdot 10^{18} \text{ м} =$$

$$= 260{,}39648 \text{ пс} - \tag{37.10}$$

— истинный диаметр Галактики;

$$D_г = \frac{30 \text{ кпс}}{k_г} = \frac{925{,}70328 \cdot 10^{18}}{k_г} = 9{,}3246768 \cdot 10^{18} \text{ м} =$$

$$= 312{,}46578 \text{ пс} - \tag{37.11}$$

— диаметр протяженной сферической системы;

$$l_г = \frac{2 \text{ кпс}}{k_г} = \frac{6{,}1713552 \cdot 10^{19}}{k_г} = 6{,}2164512 \cdot 10^{17} \text{ м} =$$

$$= 20{,}831719 \text{ пс} - \tag{37.12}$$

— толщина Галактики;

$$v_г = u_\odot \cdot a_\odot = 7{,}2726393 \cdot 10^{21} \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-1} = \text{Const} - \tag{37.13}$$

— поле скоростей центрального тела Галактики;

$$u_i = v_г / a_i \tag{37.14}$$

— орбитальная скорость i-ой звезды, где a_i радиус орбиты этой звезды;

$$F_{(г-\odot)} = 2\gamma \cdot \frac{Q_{gг} \cdot Z_{g\odot}}{a_\odot^2} = \frac{30{,}610326 \cdot 10^{54}}{9{,}6610663 \cdot 10^{36}} =$$

$$= 3{,}168421 \cdot 10^{18} \text{ Н} \tag{37.15}$$

— сила гравитации в системе Солнце — Центральное тело Галактики, равная тангенциальной силе Солнца $F_{t\odot}$;

$$F_{t\odot} = m_{\odot} u_{\odot} n_{\odot} = 3{,}1684218 \cdot 10^{18}\ \text{Н}. \qquad (37.16)$$

Таковы основные физические величины, характеризующие Галактику в рамках единой теории. Каково значение этой новейшей научной информации? Оно огромно для проблем космологии, ибо вытесняет все виды спекуляций относительно прошлого, настоящего и будущего Вселенной. Важнейшие выводы, вытекающие из (37.1—37.16), можно свести к следующему:

1) Вселенная стационарна, она не расширяется и не сжимается. Чтобы обосновать это утверждение, рассмотрим основную позицию релятивистской космологии, основанной на ОТО Эйнштейна. Без учета скрытой массы в галактиках, заключенной в протозвездах и составляющей порядка 99%, средняя плотность Метагалактики принята равной $\rho_0 = (1{,}5 - 3{,}0) \cdot 10^{-28}$кг $\cdot$ м$^{-3}$, а критическая плотность Метагалактики $\rho_c = 5 \cdot 10^{-27}$кг $\cdot$ м$^{-3}$. Из общей теории относительности следует, что при условии

$$\frac{\rho_0}{\rho_c} < 1 \qquad (37.17)$$

Вселенная расширяется. На текущий момент, без учета скрытой массы, $\rho_0/\rho_c = 0{,}04$ и из этого якобы следует, что мы живем в период расширяющейся Вселенной. При выполнении условия

$$\rho_0/\rho_c > 1, \qquad (37.18)$$

согласно той же теории, Вселенная будет сжиматься и процесс завершится коллапсом. Но достаточно учесть скрытую массу звездных систем Метагалактики, чтобы привести среднюю плотность вещества до значения $\rho_1 = 100 \cdot \rho_0 = 2{,}25 \cdot 10^{-26}$ кг$\cdot$м$^{-3}$, при этом отношение плотностей становится больше единицы, $\rho_1/\rho_c = 4{,}5$. Это, во-первых. Во-вторых, как мы убедились выше (37.9), масштаб Галактики был завышен в $k_r = 99{,}27$ раз и этот же завышенный масштаб был применен ко всей Метагалактике, объем которой завышен в $k_r^3 = 9{,}7839458 \cdot 10^5$ раз. Следовательно, истинная средняя плотность вещества в Метагалактике, даже без учета скрытой массы, составляет ρ_2:

$$\rho_2 = k_r^3 \cdot \rho_0 = 2{,}2 \cdot 10^{-22}\ \text{кг}\cdot\text{м}^{-3}, \qquad (37.19)$$

а с учетом скрытой массы она составит ρ_μ:

$$\rho_\mu = 100 \cdot \rho_2 = 2{,}2 \cdot 10^{-20}\ \text{кг}\cdot\text{м}^{-3}, \qquad (37.20)$$

что приводит к $\rho_\mu/\rho_c = 4{,}4 \cdot 10^7$. Выходит, если общая теория относительности вчера доказывала расширение Вселенной с помощью математических опусов Фридмана и физических заблуждениях Хаббла, то сегодня она срочно должна искать обратные ходы, доказывающие, что мир приближается к коллапсу! Стало быть, общая теория относительности, впрочем как и специальная теория относительности, вовсе не теория. Суть заблуждения Хаббла состоит в том, что красное смещение спектральных линий далеких источников, обусловленное рассеянием фотонов межзвездным веществом, принято им за эффект Доплера, не имея на то веского основания. Ведь, как было показано выше, чем дальше отстоит источник света от наблюдателя, тем больше доля рассеивающих фотонов высокочастотного излучения и, стало быть, тем больше красное смещение спектральных линий.

2) Вселенная лишена временных рамок, ибо она есть объективная реальность, не имеющая ни начала, ни конца. Именно поэтому модель горячей Вселенной с началом отсчета $\tau_0 = -12 \cdot 10^9$ лет, да к тому же с центром в нашей Галактике, от которой якобы во все стороны разбегаются все остальные галактики, является не более чем анахронизмом. Однако из этого вовсе не следует, что солнечная или любая другая планетная система, не имеет временных рамок. Напротив, она имеет начало, эволюционирует и приходит к определенному концу, но это локальная субсистема в звездной системе. А понятие Вселенной объединяет все бесконечное множество галактик.

3) Структурной единицей Вселенной является галактика, а центральные тела галактик образуют электростатический каркас Вселенной, жестко фиксированный в пространстве системой гравитационных сил $F_{\text{гл}}$:

$$F_{\text{гл}} = 2\gamma \cdot Q_{gl} \cdot \left[\frac{Z_{g2}}{R^2_{(1-2)}} + \frac{Z_{g3}}{R^2_{(1-3)}} + \ldots \frac{Z_{gn}}{R^2_{(1-n)}} \right), \text{ Н}, \tag{37.21}$$

где Q_{gl} — гравитационный заряд центрального тела пробной галактики, $Z_{g2} - Z_{gn}$ — гравитационные заряды центральных тел окружающих галактик, $R_{(1-2)} - R_{(1-n)}$ — расстояния между пробной и окружающими галактиками. Хотя в целом весь наблюдательный материал свидетельствует о равномерном распределении вещества в Метагалактике, имеются и прямые наблюдения о скоплениях галактик. Сегодня еще рано говорить о структуре организации таких скоплений. Но тот факт, если, конечно, это бесспорный факт, что движение Солнца образовано тремя составляющими [30, с. 361]:

$X = +1{,}02 \cdot 10^4$м $\cdot$ с$^{-1}$ — направлено к галактическому центру;

$Y = +1{,}51 \cdot 10^4$м $\cdot$ с$^{-1}$ — направлено в точку с координатами $l^{\text{II}} = 90°$ и $b^{\text{II}} = 0°$;

$Z \approx +7{,}4 \cdot 10^3$ м $\cdot$ с$^{-1}$ — направлено к полюсу Галактики, свидетельствует в пользу того, что центральное тело Галактики находится в орбитальном движении вокруг центрального тела местной группы галактик. И если орбитальное движение центрального тела Галактики получит бесспорное подтверждение, то тогда окажется, что структурной единицей Вселенной является не галактика, а скопление галактик. А телами первого порядка Вселенной, неподвижно фиксированными в пространстве, окажутся центральные тела галактических скоплений, обладающих массой порядка 10^{40}—10^{42} кг. Но пока трехкомпонентное движение Солнца я считаю спорным по той простой причине, что ни одно из трех движений X, Y и Z не совпадает с $u_\odot$ — орбитальной скоростью Солнца, установленной мною и происходящей в плоскости Галактики. В достоверности этого движения может убедиться каждый исследователь.

§ 38. Закон вращения и внутреннее строение планет.

I. Земля. Логичнее было бы начинать данный параграф с рассмотрения первой планеты — Меркурия, но удобнее сначала рассмотреть строение Земли в силу того, что она изучена глубже остальных.

Исходные данные для анализа:

$R_\oplus = 6{,}3710037 \cdot 10^6$ м — средний радиус Земли,

$t_\oplus = 8{,}6164 \cdot 10^4$ с — период вращения,

$\omega_\oplus = 2\pi/t_\oplus = 7{,}2921233 \cdot 10^{-5}$ с$^{-1}$ — угловая скорость вращения,

$m_\oplus = 5{,}973594 \cdot 10^{24}$ кг — масса Земли.

Необходимо оговорить сразу, что при условии

$$\rho_i > 2{,}75 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}, \tag{38.1}$$

где ρ_i — средняя плотность i-ой планеты, $\rho = 2{,}75 \cdot 10^3$ — плотность андезито-базальтовых пород, планета непременно обладает нейтронным ядром. Земля вращается как абсолютно твердое тело, но нейтронная часть ядра, ядро A, может изменять свое пространственное положение.

$$V_\oplus = \frac{4\pi}{3} \cdot R_\oplus^3 = 1{,}0832087 \cdot 10^{21} \text{ м}^3 \tag{38.2}$$

— объем Земли;

$$\rho_\oplus = m_\oplus / V_\oplus = 5{,}5147212 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3} \tag{38.3}$$

— средняя плотность;

$$R_{c\oplus} = v_c / \omega_\oplus = \frac{7{,}7369622}{7{,}2921233 \cdot 10^{-5}} = 1{,}0610026 \cdot 10^5 \text{ м} \tag{38.4}$$

— радиус вращения Земли;

$$V_{N\oplus} = \frac{4\pi}{3} \cdot R_{c\oplus}^3 = 5{,}0030853 \cdot 10^{15}\ \text{м}^3 \tag{38.5}$$

— объем ядра, состоящего из двух частей, *А* и *Б*;

$$M_{N\oplus} = m_\oplus / 2 = 2{,}986797 \cdot 10^{24}\ \text{кг} \tag{38.6}$$

— масса ядра;

$$\rho_{N\oplus} = M_{N\oplus} / V_{N\oplus} = 5{,}9699102 \cdot 10^8\ \text{кг} \cdot \text{м}^{-3} \tag{38.7}$$

— плотность ядра Земли (общая для *А* и *Б*);

$$k_n = \rho_n / \rho_{N\oplus} = \frac{9{,}2019428 \cdot 10^{12}}{\rho_{N\oplus}} = 1{,}5413871 \cdot 10^4 \tag{38.8}$$

— коэффициент нейтронной доли в объеме ядра;

$$V_{n\oplus} = \frac{V_{N\oplus}}{(k_n + 1)} = 3{,}2456225 \cdot 10^{11}\ \text{м}^3 \tag{38.9}$$

— объем нейтронной части ядра, ядра *А*;

$$m_{n\oplus} = V_{n\oplus} \cdot \rho_n = 2{,}9866032 \cdot 10^{24}\ \text{кг} = 49{,}996755\%\ m_\oplus - \tag{38.10}$$

— масса нейтронной части ядра, ядра *А*

$$m_\text{Б} = M_{N\oplus} - m_{n\oplus} = 1{,}938 \cdot 10^{20}\ \text{кг} \tag{38.11}$$

— масса ядра *Б*;

$$V_\text{Б} = V_{N\oplus} - V_{n\oplus} = 5{,}0027607 \cdot 10^{15}\ \text{м}^3 \tag{38.12}$$

— объем ядра *Б*;

$$\rho_\text{Б} = m_\text{Б} / V_\text{Б} = 3{,}873861 \cdot 10^4\ \text{кг} \cdot \text{м}^{-3} \tag{38.13}$$

— плотность ядра *Б*.

Не существует каких-либо способов, позволяющих определить форму нейтронного ядра Земли. Бесспорно только то, что оно не может иметь сферически симметричную форму, ввиду своей осколочной природы. Но мы не совершим большой ошибки, если для простоты анализа примем форму нейтронного ядра кубической. В этом случае оно будет иметь следующую геометрическую характеристику:

$$a_{n\oplus} = \sqrt[3]{V_{n\oplus}} = \sqrt[3]{324{,}56225 \cdot 10^9} = 6{,}8722562 \cdot 10^3\ \text{м} \tag{38.14}$$

— ребро кубического нейтронного ядра;

$$S_{n\oplus} = 6a_{n\oplus}^2 = 2{,}8336743 \cdot 10^8\ \text{м}^2 \tag{38.15}$$

— поверхность нейтронного ядра;

$$l_{Б} = R_{c\oplus} - a_{n\oplus} = 9{,}9228 \cdot 10^{4}\ \text{м} \tag{38.16}$$

— толщина ядра *Б*;

$$h_{N} = R_{c\oplus} - R_{\oplus} = -6{,}2649034 \cdot 10^{6}\ \text{м} \tag{38.17}$$

— глубина ядра Земли;

$$V_{м\oplus} = V_{\oplus} - V_{N\oplus} = 1{,}0832037 \cdot 10^{21}\ \text{м}^{3} \tag{38.18}$$

— объем мантии Земли;

$$M_{м\oplus} = m_{\oplus} - M_{N\oplus} = 2{,}986797 \cdot 10^{24}\ \text{кг} \tag{38.19}$$

— масса мантии;

$$\rho_{м\oplus} = M_{м\oplus} / V_{м\oplus} = 2{,}7573733 \cdot 10^{3}\ \text{кг} \cdot \text{м}^{-3} \tag{38.20}$$

— плотность мантии Земли, свидетельствующая о том, что она сложена преимущественно андезито-базальтовыми породами, силикатами и гранитами. По данным В. Н. Жаркова [43, с. 132] в центре Земли давление и температура имеют значения:

$$\left.\begin{aligned} P_{N} &= 3{,}5 \cdot 10^{6}\ \text{атм} = 3{,}546375 \cdot 10^{11}\ \text{Па}, \\ \mathrm{T_N} &= 6000\ \text{K} \end{aligned}\right\} \tag{38.21}$$

Ядро *Б* состоит из высокотемпературной плазмы, находящейся под высоким давлением. Поэтому на основании (38.21) можем рассчитывать ряд термодинамических параметров этой плазмы:

$$V_{гк} = \frac{k \cdot \mathrm{T_N}}{P_{N}} = \frac{8{,}2195332 \cdot 10^{-20}}{3{,}546375 \cdot 10^{11}} = 2{,}3177281 \cdot 10^{-31}\ \text{м}^{3} \tag{38.22}$$

— объем глобулы ядерной плазмы Земли;

$$m_{я} = \rho_{Б} \cdot V_{гк} = 8{,}9785564 \cdot 10^{-27}\ \text{кг} \tag{38.23}$$

— масса среднего осциллятора плазмы, свидетельствующая о том, что в (38.21) либо занижена температура в 3,5 раза, либо завышено давление во столько же раз. Это следует из того факта, что мантия синтезируется из ядерной плазмы Земли и потому средний атом мантии и средний осциллятор должны иметь одинаковую массу. Нетрудно убедиться в том, что средняя атомная масса мантии составляет около 19 а. е., а масса среднего атома $m_{м} = 19 \cdot m_{п} = 3{,}1551 \cdot 10^{-26}$ кг, что больше $m_{я}$ в $n = 3{,}514$ раз. С учетом этого можно принять:

$$\left.\begin{aligned} \mathrm{T_Б} &= n \cdot \mathrm{T_N} = 21084\ \text{K}, \\ P_{Б} &= P_{N} = 3{,}546375 \cdot 10^{11}\ \text{Па} \end{aligned}\right\} \tag{38.24}$$

Теперь $m_{я} = m_{м} = 3{,}1551 \cdot 10^{-26}$ кг и противоречие снимается. У меня есть основание допускать, что нейтронное ядро Земли

обладает собственным вращением, с периодом $t_{n\oplus}$, отличным от $t_{\oplus}$. Это следует прежде всего из того факта, что нейтронное тело занимает 0,00648% от объема ядра $V_{N\oplus}$, 99,994% которого занято высокотемпературной плазмой. Во-вторых, нейтронное тело не может занимать геометрический центр Земли ввиду того, что толщина мантии различна по разным направлениям и, следовательно, гравитационное взаимодействие нейтронного ядра с массами мантии носит ярко выраженную анизотропию. Из этого следует, что центр масс нейтронного ядра Земли смещен относительно ее геометрического центра на величину $\Delta R_{\oplus}$ в направлении наиболее массивных участков мантии.

Классическая наука по физике Земли накопила значительный материал по проблеме землетрясений, но объяснить их природу ей не удалось. В рамках единой теории эта проблема решается без всяких натяжек. Во-первых, землетрясения есть следствие ФПВР, происходящего в ядре Земли. Во-вторых, они прекратятся только с прекращением ФПВР в ядре, т. е. тогда, когда завершится расщепление нейтронного ядра Земли, что растянется на $5 \cdot 10^9$ лет. В-третьих, на границе мантия — ядро *Б* происходит непрерывный синтез сложных кристаллических пород из плазмы ядра. Синтезируемое вещество, конденсируясь на дне мантии, ведет к непрерывному уменьшению пространства ядра, занимаемого плазмой. Это ведет к монотонному росту давления плазмы и такому же росту напряжения по всему сферическому дну мантии. И в момент, когда давление плазмы P_{π} становится больше гравитационного давления пластов мантии P_{g} в одном из направлений происходит поднятие этих пластов, сопровождаемое ростом пространства ядра и падением давления плазмы. Таким образом, можно утверждать, что при условии $P_{\pi} < P_{g}$ землетрясения не может быть; при $P_{\pi} = P_{g}$ наступает критическое напряжение, а при $P_{\pi} > P_{g}$ непременно происходит вертикальная подвижка пластов в одном из направлений, отвечающих данному условию. В-четвертых, следствием этого процесса является рост геометрического радиуса Земли и радиуса ее вращения с одновременным падением угловой скорости вращения и удлинением земных суток.

Как хорошо установлено, сутки удлиняются на 0,0015 с за 100 лет [44, с. 46]. За последние 2000 лет продолжительность земных суток возросла на $\Delta\tau = 1{,}09575 \cdot 10^4$ с = 3,04375 часа. Закон вращения, исходя из этого факта, позволяет достоверно установить геометрические и кинематические характеристики Земли в 16 году до нашей эры (данные [44] относятся к 1984 году).

$$t_{\oplus 0} = (t_{\oplus} - \Delta\tau) = (8{,}6164 \cdot 10^4 - 1{,}09575 \cdot 10^4) = 7{,}52065 \cdot 10^4 \text{ с} \qquad (38.25)$$

— продолжительность суток в 16 г. до н. э., равный периоду вращения Земли в ту эпоху;

$$\omega_{\oplus 0} = 2\pi / t_{\oplus 0} = 8{,}3545773 \cdot 10^{-5}\ \text{с}^{-1} \tag{38.26}$$

— угловая скорость вращения

$$R_{c0} = \frac{v_c}{\omega_{\oplus 0}} = \frac{v_c \cdot t_{\oplus 0}}{2\pi} = 9{,}2607464 \cdot 10^{4}\ \text{м} \tag{38.27}$$

— радиус вращения в 16 г. до н. э.

$$V_{N0} = \frac{4\pi}{3} \cdot R_{c0}^{3} = 3{,}3267989 \cdot 10^{15}\ \text{м}^3 \tag{38.28}$$

— объем ядра;

$$m_{\oplus 0} = m_{\oplus} = 5{,}973594 \cdot 10^{24}\ \text{кг}$$

— масса Земли в исследуемую эпоху была такой же, как и сегодня;

$$m_{N0} = m_{\oplus}/2 = 2{,}986797 \cdot 10^{24}\ \text{кг} \tag{38.29}$$

— масса ядра;

$$\rho_{N0} = m_{N0}/V_{N0} = 8{,}9779908 \cdot 10^{8}\ \text{кг} \cdot \text{м}^{-3} \tag{38.30}$$

— плотность ядра, которая больше плотности современного ядра Земли в 1,5 раза (38.7);

Поскольку плотность мантии не претерпела изменений, но концентрация вещества в ядре Земли в исследуемую эпоху была выше в 1,5 раза, то и общий объем Земли был тогда меньше на величину $\Delta V_{\oplus}$:

$$\Delta V_{\ominus} = V_{N\oplus} - V_{N0} = 1{,}6762864 \cdot 10^{15}\ \text{м}^3, \tag{38.31}$$

т. е. за последние 2000 лет объем Земли увеличился на эту величину;

$$V_{\oplus 0} = V_{\oplus} - \Delta V_{\oplus} = 1{,}083207 \cdot 10^{21}\ \text{м}^3 \tag{38.32}$$

— объем Земли в 16 г. до н. э.

$$\rho_{\oplus 0} = m_{\oplus}/V_{\oplus 0} = 5{,}5147298 \cdot 10^{3}\ \text{кг} \cdot \text{м}^{-3} \tag{38.33}$$

— средняя плотность Земли в исследуемую эпоху;

$$R_{\oplus 0} = \sqrt[3]{3V_{\oplus 0}/4\pi} = \sqrt[3]{258{,}59662 \cdot 10^{18}\ \text{м}^3} = 6{,}3710002 \cdot 10^{6}\ \text{м} \tag{38.34}$$

— средний радиус Земли в 16 г. до н. э;

$$\Delta R = R_{\oplus} - R_{\oplus 0} = 2{,}4\ \text{м} \tag{38.35}$$

— приращение радиуса Земли за последние 2000 лет.

Совершенно очевидно, что конечный объем Земли установится

в момент завершения ФПВР нейтронного ядра и установлением средней плотности Земли, равной плотности мантии, т. е. при выполнении условия

$$\rho_{\oplus}' = \rho_{\mu\oplus} = 2{,}7573733 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}. \tag{38.36}$$

Тогда, через $5 \cdot 10^9$ лет, конечные параметры Земли составят:

$$V_{\oplus}' = m_{\oplus}/\rho_{\oplus}' = 2{,}1664074 \cdot 10^{21} \text{ м}^3; \tag{38.37}$$

$$R_{\oplus}' = \sqrt[3]{\frac{3V_{\oplus}'}{4\pi}} = \sqrt[3]{517{,}19166 \cdot 10^{18}} = 8{,}0269491 \cdot 10^6 \text{ м}; \tag{38.38}$$

$$R_{c\oplus}' = R_{\oplus}'/\sqrt[3]{2} = 6{,}3709934 \cdot 10^6 \text{ м} \tag{38.39}$$

— конечный радиус вращения Земли;

$$\omega_{\oplus}' = v_c/R_{c\oplus}' = 1{,}2144043 \cdot 10^{-6} \text{ с}^{-1} \tag{38.40}$$

— конечная угловая скорость вращения;

$$t_{\oplus}' = 2\pi/\omega_{\oplus}' = 5{,}1738825 \cdot 10^6 \text{ с} = 59{,}8829 \text{ сут} \tag{38.41}$$

— конечный период вращения Земли.

Эти результаты открывают ранее неизвестные перспективы в изучении не только геологической истории Земли, но также историю развития ее гидросферы, формирования континентов, эволюции атмосферы и температурного режима на поверхности, динамику теплового потока из ядра в функции от толщины мантии, эволюции растительного и животного мира и т. д. Например, какого радиуса была Земля $3{,}4 \cdot 10^9$ лет назад, когда сформировались первые, самые примитивные бактерии — пионеры органической жизни планеты. Для меня совершенно ясно, что тогда она целиком была покрыта водой, единым океаном, в котором средняя температура составляла $t = 37°$ С. Лишь потом, по мере увеличения толщины мантии, увеличения радиуса Земли и ее поверхности, из единого океана начали выступать отдельные островки, затем острова, которые еще позже, по мере уменьшения глубины мирового океана выступили настолько, что приобрели статус континентов. По мере увеличения толщины мантии и роста ее массы падала ее теплопроводность и до поверхности Земли доходило все меньше тепловой энергии из ядра, следствием чего было остывание коры Земли, а вместе с ней мирового океана и атмосферы Земли. Так, среднегодовая температура для Англии $180 \cdot 10^6$ лет назад составляла $t = 27°$ С [45, с.111—152], $140 \cdot 10^6$ лет назад — 22° С, $100 \cdot 10^6$ лет назад — 19° С, $75 \cdot 10^6$ лет назад — 16,5° С. А средняя температура для Англии за последние 1170 лет составляет 9,34° С [46, с. 309]. Этим я хочу сказать, что изменение климата Земли и эволюция органического мира являются

функцией динамических изменений геометрии Земли, а геометрия Земли, в свою очередь есть фуикция ФПВР в ядре Земли.

Не могу не отметить также ошибочность идей А. Вегенера о дрейфе континентов, а также тектоники плит, пришедшей на смену гипотезы дрейфа континентов. В рамках единой теории глубокие разломы в земной коре и расхождение на части ранее единого континента является естественным следствием увеличения массы мантии за счет приращения в ее глубине. Образно говоря, Земля пухнет изнутри, ее объем и поверхность возрастают и поскольку вещество коры и мантии не эластично как дрожжевое тесто, то процесс сопровождается разломами и расхождениями этих разломов.

Среди результатов, полученных выше, есть такие, которые необходимо учитывать в повседневной геофизике — это средняя скорость роста радиуса Земли $\sigma_\oplus$ и средняя скорость приращения объема $\delta_\oplus$:

$$\sigma_\oplus = (R_\oplus - R_{\oplus c})/2000 \text{ лет} = 1{,}2 \cdot 10^{-3} \text{ м/год}, \qquad (38.42)$$

$$\delta_\oplus = \Delta V_\oplus/2000 \text{ лет} = 8{,}381432 \cdot 10^{11} \text{ м}^3/\text{год}. \qquad (38.43)$$

2. Меркурий и Венера. Эти две планеты рассматриваются вместе в силу того, что их объединяет одно общее свойство — наличие жидкой составляющей в мантии.

Исходные данные для анализа:

$R_\mercury = 2{,}439 \cdot 10^6$ м — радиус Меркурия,

$R_\venus = 6{,}052 \cdot 10^6$ м — радиус Венеры,

$t_\mercury = 5{,}06736 \cdot 10^6$ с — период вращения Меркурия,

$t_\venus = 2{,}1009024 \cdot 10^7$ с — период вращения Венеры,

$\omega_\mercury = 1{,}2399326 \cdot 10^{-6}$ с$^{-1}$ — угловая скорость вращения Меркурия,

$\omega_\venus = 2{,}9907078 \cdot 10^{-7}$ с$^{-1}$ — угловая скорость вращения Венеры,

$m_\mercury = 3{,}302178 \cdot 10^{23}$ кг — масса Меркурия,

$m_\venus = 4{,}8689977 \cdot 10^{24}$ кг — масса Венеры.

Определим радиус вращения этих планет:

$$R_{c\mercury} = \frac{v_c}{\omega_\mercury} = \frac{7{,}7369622}{1{,}2399326 \cdot 10^{-6}} = 6{,}2398248 \cdot 10^6 \text{ м} = 2{,}558 . R_\mercury, \qquad (38.44)$$

$$R_{c\venus} = 2{,}5870003 \cdot 10^7 \text{ м} = 4{,}2746 \cdot R_\venus. \qquad (38.45)$$

Поскольку радиусы вращения данных планет больше их геометрических радиусов, то, согласно 4-ому следствию закона вращения

(12.68), плотность мантии возрастает от центра к поверхности, т. е. мантия Меркурия и Венеры находится преимущественно в жидком состоянии, обладая лишь твердотельной корой.

$$V_{\mathrm{☿}} = \frac{4\pi}{3} \cdot R_{\mathrm{☿}}^3 = 6{,}077486 \cdot 10^{19} \text{ м}^3 \tag{38.46}$$

— объем Меркурия,

$$\rho_{\mathrm{☿}} = m_{\mathrm{☿}} / V_{\mathrm{☿}} = 5{,}4334604 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3} \tag{38.47}$$

— средняя плотность Меркурия

$$V_{\mathrm{♀}} = \frac{4\pi}{3} \cdot R_{\mathrm{♀}}^3 = 9{,}2850733 \cdot 10^{20} \text{ м}^3 \tag{38.48}$$

— объем Венеры,

$$\rho_{\mathrm{♀}} = m_{\mathrm{♀}} / V_{\mathrm{♀}} = 5{,}2438979 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3} \tag{38.49}$$

— средняя плотность Венеры.

Как видим, плотность обеих планет близка к плотности Земли и почти в 2 раза превосходит плотность твердотельной мантии ($2{,}757 \cdot 10^3$ кг $\cdot$ м$^{-3}$), из чего следует, что они оба, как и Земля, обладают нейтронным ядром, хотя его доля несколько меньше, чем у Земли. Если массовую долю нейтронного ядра Земли обозначить через $A_{\oplus}$, то соответствующие доли Меркурия и Венеры будут $A_{\mathrm{☿}}$ и $A_{\mathrm{♀}}$, которые имеют корректное решение вида:

$$A_{\mathrm{☿}} = \frac{\rho_{\mathrm{☿}}}{\rho_{\oplus}} \cdot A_{\oplus} = 0{,}9852647 \cdot 49{,}996755\% = 49{,}260037\% \text{ —} \tag{38.50}$$

— процентная доля нейтронного ядра Меркурия,

$$m_{n\mathrm{☿}} = \frac{A_{\mathrm{☿}} \cdot m_{\mathrm{☿}}}{100\%} = 1{,}6266541 \cdot 10^{23} \text{ кг} \text{ —} \tag{38.51}$$

— масса нейтронного ядра Меркурия.

$$A_{\mathrm{♀}} = \frac{\rho_{\mathrm{♀}}}{\rho_{\oplus}} = 0{,}9508909 \cdot A_{\oplus} = 47{,}541454\% \text{ —} \tag{38.52}$$

— процентная доля нейтронного ядра Венеры,

$$m_{n\mathrm{♀}} = \frac{A_{\mathrm{♀}} \cdot m_{\mathrm{♀}}}{100\%} = 2{,}3147923 \cdot 10^{24} \text{ кг} - \tag{38.53}$$

— масса нейтронного ядра Венеры.

Из сравнения радиусов вращения данных планет можно заключить, что мощность твердотельной коры Меркурия больше таковой Венеры в 1,66 раза. Судить же о соотношении жидкой и твердой частей мантии пока не представляется возможным.

$$V_{n\mathrm{☿}} = m_{n\mathrm{☿}}/\rho_n = \frac{m_{n\mathrm{☿}}}{9{,}2019428\cdot 10^{12}} = 1{,}7677289\cdot 10^{10}\ \text{м}^3 - \tag{38.54}$$

— объем нейтронного тела Меркурия,

$$V_{n\mathrm{♀}} = m_{n\mathrm{♀}}/\rho_n = 2{,}5155473\cdot 10^{11}\ \text{м}^3 - \tag{38.55}$$

— объем нейтронного ядра Венеры,

$$V_{м\mathrm{☿}} = (V_{\mathrm{☿}} - V_{n\mathrm{☿}}) = 6{,}0774859\cdot 10^{19}\ \text{м}^3 - \tag{38.56}$$

— общий объем ядерной плазмы, мантии и коры Меркурия,

$$\rho_{м\mathrm{☿}} = \frac{(m_{\mathrm{☿}} - m_{n\mathrm{☿}})}{(V_{\mathrm{☿}} - V_{n\mathrm{☿}})} = 2{,}7569358\cdot 10^3\ \text{кг}\cdot\text{м}^{-3} - \tag{38.57}$$

— средняя плотность плазмы, мантии и коры Меркурия,

$$V_{м\mathrm{♀}} = (V_{\mathrm{♀}} - V_{n\mathrm{♀}}) = 9{,}2850732\cdot 10^{20}\ \text{м}^3 - \tag{38.58}$$

— общий объем мантии, коры и ядерной плазмы Венеры,

$$\rho_{м\mathrm{♀}} = \frac{(m_{\mathrm{♀}} - m_{n\mathrm{♀}})}{V_{м\mathrm{♀}}} = 2{,}7508726\cdot 10^3\ \text{кг}\cdot\text{м}^3 - \tag{38.59}$$

— средняя плотность мантии, коры и плазмы Венеры.

3. Марс. Марс вращается как твердое тело и его внутреннее строение близко к таковому Земли, но имеются и существенные отличия.

Исходные данные:

$R_{\mathrm{♂}} = 3{,}3972\cdot 10^6$ м — геометрический радиус Марса,

$t_{\mathrm{♂}} = 8{,}86426\cdot 10^4$ с — период вращения,

$\omega_{\mathrm{♂}} = 7{,}088223\cdot 10^{-5}\ \text{с}^{-1}$ — угловая скорость вращения,

$m_{\mathrm{♂}} = 6{,}4642735\cdot 10^{23}$ кг — масса Марса по обращению его спутников Фобоса и Деймоса.

Анализ целесообразно начинать с установления средней плотности планеты.

$$V_{\mathrm{♂}} = \frac{4\pi}{3}\cdot R_{\mathrm{♂}}^3 = 1{,}6422977\cdot 10^{20}\ \text{м}^3, \tag{38.60}$$

$$\rho_{\mathrm{♂}} = m_{\mathrm{♂}}/V_{\mathrm{♂}} = 3{,}9361155\cdot 10^3\ \text{кг}\cdot\text{м}^{-3} \tag{38.61}$$

Как видим, плотность Марса существенно ниже плотности уже рассмотренных планет, но она много больше средней плотности мантии, что свидетельствует о наличии нейтронного ядра.

$$R_{c\sigma^{\prime}} = \frac{v_c}{\omega_{\sigma^{\prime}}} = 1{,}0915235 \cdot 10^5 \text{ м} - \tag{38.62}$$

— радиус вращения,

$$V_{N\sigma^{\prime}} = 4\pi R^3_{c\sigma^{\prime}}/3 = 5{,}4473819 \cdot 10^{15} \text{ м}^3 - \tag{38.63}$$

— объем ядра, частей А и Б,

$$m_{n\sigma^{\prime}} = m_{\sigma^{\prime}}/2 = 3{,}2321367 \cdot 10^{23} \text{ кг} - \tag{38.64}$$

— масса ядра,

$$\rho_{N\sigma^{\prime}} = \frac{3m_{\sigma^{\prime}}}{8\pi \cdot R^3_{c\sigma^{\prime}}} = \frac{19{,}39282 \cdot 10^{23}}{3{,}268429 \cdot 10^{16}} = 5{,}9333765 \cdot 10^7 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3} - \tag{38.65}$$

— плотность ядра, общая для обеих частей А и Б,

$$k_n = \rho_n/\rho_{N\sigma^{\prime}} = 1{,}5508779 \cdot 10^5 - \tag{38.66}$$

— объемный коэффициент нейтронного тела ядра,

$$V_{n\sigma^{\prime}} = \frac{V_{N\sigma^{\prime}}}{(k_n + 1)} = 3{,}5124278 \cdot 10^{10} \text{ м} - \tag{38.67}$$

— объем нейтронного тела ядра, ядра А,

$$m_{n\sigma^{\prime}} = \rho_n \cdot V_{n\sigma^{\prime}} = 3{,}2321159 \cdot 10^{23} \text{ кг} = 49{,}999677\% m_{\sigma^{\prime}} - \tag{38.68}$$

— масса нейтронного ядра, ядра А,

$$m_{\text{Б}} = m_{N\sigma^{\prime}} - m_{n\sigma^{\prime}} = 2{,}08 \cdot 10^{18} \text{ кг} - \tag{38.69}$$

— масса ядра Б,

$$V_{\text{Б}} = V_{N\sigma^{\prime}} - V_{n\sigma^{\prime}} = 5{,}4434678 \cdot 10^{15} \text{ м}^3 - \tag{38.70}$$

— объем ядра Б,

$$\rho_{\text{Б}} = m_{\text{Б}}/V_{\text{Б}} = 3{,}8210936 \cdot 10^2 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3} - \tag{38.71}$$

— плотность ядра Б

Вот и первая неожиданность во внутреннем строении Марса. Столь низкая плотность ядра Б может быть следствием того, что в ядре не происходит активных процессов, что, в свою очередь, может быть следствием полной или частичной остановки ФПВР по поверхности нейтронного ядра. Только в этом случае ядро Б может состоять из охлажденной ядерной плазмы, плотность которой меньше горячей плазмы на два порядка.

$$V_{n\sigma^{\prime}} = V_{\sigma^{\prime}} - V_{N\sigma^{\prime}} = 1{,}6422432 \cdot 10^{20} \text{ м}^3 - \tag{38.72}$$

— объем мантии,

$$m_{\mu\sigma} = m_{\sigma} - m_{N\sigma} = 3{,}2321368 \cdot 10^{23} \text{ кг} - \quad (38.73)$$

— масса мантии,

$$\rho_{\mu\sigma} = m_{\mu\sigma} / V_{\mu\sigma} = 1{,}9681231 \cdot 10^{3} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3} - \quad (38.74)$$

— плотность мантии Марса.

Это вторая особенность внутреннего строения Марса. Если бы вся мантия состояла из твердых пород, то ее плотность равнялась бы $2{,}75 \cdot 10^3$. Поэтому совершенно очевидно, что внутреннее строение Марса более сложно, чем у Земли. Кроме того, если сравнить геометрические радиусы этих планет, то увидим, что $R_{\sigma}/R_{\oplus} = 0{,}5326317$, в то время как радиус вращения Марса больше такового Земли ($R_{c\sigma}/R_{c\oplus} = 1{,}028766$). При столь больших различиях их геометрических радиусов, объемы ядер этих планет практически одинаковы, что свидетельствует об ином распределении вещества вдоль радиуса Марса, чем у Земли. Мы также можем допустить, что нижняя мантия Марса находится в жидком состоянии. Словом, Марс требует дальнейшего накопления информации о своем внутреннем строении.

4. Юпитер. Планеты-гиганты Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун внешне выглядят родственной группой, существенно отличающейся от группы нижних планет (Меркурий — Марс). Наиболее важной чертой планет группы Юпитера является полное отсутствие мантии и планетами их можно называть только условно. Более точное название этой группы — это затухающие мини-звезды. Среди них такое название более всего соответствует Юпитеру, обладающему атмосферой гигантского объема, сквозь которую по сей день выходит часть излучения ядра в диапазоне радиочастот. Высокая угловая скорость вращения Юпитера, в сочетании с очень большим радиусом, однозначно свидетельствует в пользу того, что эта планета по своей организации идентична Солнцу и состоит только из нейтронного ядра и воздушно-пылевой атмосферы. Очевидно вокруг нейтронного ядра, охваченного ФПВР, существует зона высокотемпературной плазмы, которую можно назвать ядром Б. Над ядром Б располагается мощная зона конденсата, состоящая из наиболее крупных пылевых частиц, стремящаяся осесть на поверхность нейтронного ядра. По мере приближения к поверхности атмосферы Юпитера, диаметр частиц пыли непрерывно уменьшается и наблюдаемая внешняя часть ее представляет собой наиболее мелкодисперсную пыль, состоящую из частиц с массой $m \le m_p$, где m_p — масса парения частиц для поверхности Юпитера.

Исходные данные:

$R_{\mathcal{Y}} = 7{,}1398 \cdot 10^7$ м — радиус Юпитера,

$t_{2\text{ю}} = 3{,}543 \cdot 10^4$ с — период вращения,

$\omega_{2\text{ю}} = 2\pi / t_{2\text{ю}} = 1{,}7734081 \cdot 10^{-4}$ рад·с$^{-1}$,

$m_{2\text{ю}} = 1{,}899165 \cdot 10^{27}$ кг — масса Юпитера.

Как явствует из вышесказанного, Юпитер по внутреннему строению много ближе к Солнцу, чем к нижним планетам. Однако анализ, сделанный на допущении, что у Юпитера, как и у нижних планет, масса нейтронного ядра составляет около 50% от общей массы планеты, привел к некоторым несходимостям, свидетельствующим, что доля нейтронного ядра много больше, чем у нижних планет и приближается к таковой Солнца.

$$V_{2\text{ю}} = 4\pi R_{2\text{ю}}^3 / 3 = 1{,}5245677 \cdot 10^{24} \text{ м}^3 - \tag{38.75}$$

— объем Юпитера,

$$\rho_{2\text{ю}} = m_{2\text{ю}} / V_{2\text{ю}} = 1{,}2457072 \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3} - \tag{38.76}$$

— средняя плотность (у Солнца $\bar{\rho} = 1{,}408 \cdot 10^3$ кг·м$^{-3}$),

$$R_{c2\text{ю}} = v_c / \omega_{2\text{ю}} = 4{,}3627646 \cdot 10^4 \text{ м} - \tag{38.77}$$

— радиус вращения,

$$V_{N2\text{ю}} = 4\pi R_{c2\text{ю}}^3 / 3 = 3{,}478355 \cdot 10^{14} \text{ м}^3 - \tag{38.78}$$

— объем обеих частей ядра, А и Б,
учитывая, что масса конвективной зоны Солнца составляет 0,802% от общей массы, мы можем допустить, что доля атмосферы Юпитера больше в 4 раза и равна 3,208%. Тогда масса атмосферы и масса нейтронного ядра составят:

$$M_{2\text{ю}} = 6{,}0925213 \cdot 10^{25} \text{ кг} - \tag{38.79}$$

— масса атмосферы,

$$m_{n2\text{ю}} = m_{2\text{ю}} - M_{2\text{ю}} = 1{,}8382398 \cdot 10^{27} \text{ кг} - \tag{38.80}$$

— масса нейтронного ядра, форму которого для простоты расчетов примем кубической,

$$V_{n2\text{ю}} = \frac{m_{2\text{ю}}}{\rho_n} = 1{,}9976648 \cdot 10^{14} \text{ м}^3 - \tag{38.81}$$

— объем нейтронного ядра,

$$a_n \sqrt[3]{V_{N2\text{ю}}} = \sqrt[3]{199{,}76648 \cdot 10^{12} \text{ м}^3} = 5{,}8457586 \cdot 10^4 \text{ м} - \tag{38.82}$$

— длина ребра кубического ядра,

Поскольку, согласно закону вращения, сфера радиуса R_{ci} заключает в себе $^1/_2$ массы тела, а при отсутствии градиента плотности

и $^1/_2$ объема тела, то радиус вращения нейтронного тела Юпитера определился из соотношения

$$R_{сл}\sqrt[3]{3V_{n2\mathcal{Y}}/8\pi} = \sqrt[3]{23{,}845367\cdot10^{12}\ м^3} = 2{,}8782908\cdot10^4\ м, \quad (38.83)$$

$$\omega_{n2\mathcal{Y}} = v_c/R_{сл} = 2{,}6880404\cdot10^{-4}\ рад\cdot с^{-1} - \quad (38.84)$$

— угловая скорость вращения нейтронного ядра Юпитера,

$$t_{n2\mathcal{Y}} = 2\pi/\omega_{n2\mathcal{Y}} = 2{,}3374593\cdot10^{14}\ с - \quad (38.85)$$

— период вращения нейтронного ядра,

$$n_\omega = \omega_{n2\mathcal{Y}}/\omega_{2\mathcal{Y}} = 1{,}5157483 - \quad (38.86)$$

— коэффициент угловых скоростей поверхности и нейтронного ядра Юпитера,

$$V_Б = (V_{n2\mathcal{Y}} - V_{n2\mathcal{Y}}) = 1{,}4806902\cdot10^{14}\ м^3 - \quad (38.87)$$

— объем ядра Б, объем ядерной плазмы, зажатой между нейтронным ядром и конденсатом.

Если учесть, что ядро Б Солнца открыто для свободной конвекции с большими вертикальными скоростями, а ядро Б Юпитера замкнуто, то можно допустить, что давление и плотность в ядре Б последнего на порядок больше, т. е.

$$\rho_Б = 7{,}62\cdot10^8\ кг\cdot м^{-3} - \quad (38.88)$$

— плотность ядра Б Юпитера,

$$m_Б = \rho_Б\cdot V_Б = 1{,}1282859\cdot10^{23}\ кг - \quad (38.89)$$

— масса ядра Б,

$$\rho_{k2\mathcal{Y}} = M_{2\mathcal{Y}}/(V_{2\mathcal{Y}} - V_{n2\mathcal{Y}}) = 39{,}962287\ кг\cdot м^{-3} - \quad (38.90)$$

— средняя плотность атмосферы Юпитера.

Для сравнения напомню, что средняя плотность конвективной зоны Солнца составляет 11,294 кг · м$^{-3}$ (27.18). Результат (38.90) однозначно свидетельствует в пользу того, что атмосфера Юпитера находится в переходном состоянии от звезды к планете с твердотельной мантией.

$$m_{N2\mathcal{Y}} = (m_{n2\mathcal{Y}} + m_Б) = 1{,}8383526\cdot10^{27}\ кг - \quad (38.91)$$

— полная масса обеих частей ядра Юпитера = 96,79794% $m_{2\mathcal{Y}}$.

Таким образом, высокая угловая скорость вращения самой большой планеты является следствием высокой концентрации вещества в ее ядре, в чем ведущая роль принадлежит нейтронному ядру.

В заключении данного параграфа — несколько слов о Сатурне и остальных, еще не рассмотренных, планетах.

Как было показано выше, Сатурн — это остаток от космического снаряда, столкнувшегося с протосолнцем, который в начальный период формирования солнечной системы обладал наибольшей угловой скоростью вращения. Но сегодня период вращения Сатурна больше, чем у Юпитера, занимающего первое место среди планет по скорости вращения. Но с другой стороны, по данным измерений с космических аппаратов, скорость экваториального течения атмосферы на Сатурне в пять раз превышает таковую на Юпитере [42, с. 295]. И поскольку атмосферные течения на планетах группы Юпитера являются следствием вращения их нейтронных ядер, то у меня возникает сомнение в точности определения периода вращения Сатурна и остальных планет, расположенных за ним. Могу только сказать, что метод определения периода вращения этих планет по периоду вращения их магнитных полей слишком груб, ибо мы не знаем при этом, из какой глубины идет измеряемый поток нейтрино, воспринимаемый приборами как магнитное поле. То же самое относится и к собственному радиоизлучению этих планет. Данные соображения делают нецелесообразным рассматривать внутреннее строение Сатурна, Урана и Нептуна в настоящее время, лучше подождать более надежных определений.

5. Плутон. Это самая малая (меньше Луны) и самая дальняя планета солнечной системы. В справочной литературе существуют значительные разногласия по значению радиуса Плутона. Так, по Аллену $R_\text{♇} = 3{,}2 \cdot 10^6$ м [30, с. 204], по таблице фундаментальных постоянных астрономии, принятой Генеральной ассамблеей 1976 г., $R_\text{♇} = 2{,}5 \cdot 10^6$ м [35, с. 564], по Марову $R_\text{♇} = 1{,}5 \cdot 10^6$ м [42, с. 30].

Исходные данные для анализа:

$R_\text{♇} = 1{,}5 \cdot 10^6$ м,

$t_\text{♇} = 6{,}3867^d = 5{,}5181088 \cdot 10^5$ с – период вращения,

$\omega_\text{♇} = 2\pi / t_\text{♇} = 1{,}1386482 \cdot 10^{-5}$ рад·с$^{-1}$,

$m_\text{♇} = 9{,}547061 \cdot 10^{21}$ кг — масса Плутона по обращению его спутника Харона.

Расчет основных свойств внутреннего строения:

$$V_\text{♇} = 4\pi R_\text{♇}^3 / 3 = 1{,}4137166 \cdot 10^{19} \text{ м}^3 - \qquad (38.92)$$

— объем Плутона,

$$\rho_\text{♇} = m_\text{♇} / V_\text{♇} = 6{,}7531646 \cdot 10^2 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3} - \qquad (38.93)$$

— средняя плотность планеты.

Такой низкой плотностью не обладает ни одна другая планета, включая и Юпитер с его гигантской атмосферой. Этот факт свидетельствует в пользу того, что по своему внутреннему строению Плутон занимает особое положение, отличное от всех остальных планет.

$$R_{c\text{♇}} = v_c/\omega_{\text{♇}} = 6{,}7948662\cdot 10^5 \text{ м} - \tag{38.94}$$

— радиус вращения,

$$V_{\mathcal{N}\text{♇}} = 4\pi R^3_{c\text{♇}}/3 = 1{,}3141087\cdot 10^{18} \text{ м}^3 - \tag{38.95}$$

— объем ядра,

$$\rho_{\mathcal{N}\text{♇}} = m_{\text{♇}}/2V_{\mathcal{N}\text{♇}} = 3{,}6325233\cdot 10^3 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3} - \tag{38.96}$$

— плотность ядра, свидетельствующая о том, что в его составе имеется нейтронное тело,

$$k_n = \rho_n/\rho_{\mathcal{N}\text{♇}} = 2{,}5332095\cdot 10^9 - \tag{38.97}$$

— объемный коэффициент нейтронной части ядра,

$$V'_{n\text{♇}} = V_{n\text{♇}}/(k_n + 1) = 5{,}1875247\cdot 10^8 \text{ м}^3 - \tag{38.98}$$

— объем нейтронного ядра,

$$m'_{n\text{♇}} = \rho_n\cdot V'_{n\text{♇}} = 4{,}7735305\cdot 10^{21} \text{ кг} = 50\%\ m_{\text{♇}} - \tag{38.99}$$

— масса нейтронного ядра,

$$V_{\mu\text{♇}} = (V_{\text{♇}} - V_{\mathcal{N}\text{♇}}) = 1{,}2823057\cdot 10^{19} \text{ м}^3 - \tag{38.100}$$

— общий объем ядра Б и мантии Плутона,

$$\rho_{\mu\text{♇}} = m_{\text{♇}}/2V_{\mu\text{♇}} = 372{,}2615 \text{ кг}\cdot\text{м}^{-3} - \tag{38.101}$$

— средняя плотность мантии, соответствующая плотности кристаллического метана при $t \le -120°$ С.

Попытка выделить ядро Б у Плутона приводит к неожиданному результату:

$$m_{\text{Б}} = (m_{\mathcal{N}\text{♇}} - m_{n\text{♇}}) = \left(\frac{m_{\text{♇}}}{2} - m_{n\text{♇}}\right) = 0, \tag{38.102}$$

однозначно свидетельствующему о том, что Плутон — мертвая планета, мертвая в том смысле, что ФПВР в его ядре уже давно прекращен. Вокруг нейтронного ядра не существует ни горячей, ни холодной плазмы в виде ядра Б, ибо от нейтронного ядра непосредственно начинается мантия, лишенная градиента плотности. А это возможно лишь в том случае, когда мантия состоит из газа в состоянии льда. Нейтронное ядро вморожено в геометрический центр ледяной планеты. Из этого следует, что истинная масса нейтронного

ядра Плутона меньше расчетного значения (38.99) и она может быть корректно определена исходя из того, что объем нейтронного ядра по сравнению с объемом мантии пренебрежимо мал.

$$m_{\mu\text{P}} = \rho_{\mu\text{P}} \cdot (V_{\text{P}} - V_{n\text{P}}') \approx \rho_{\mu\text{P}} \cdot V_{\text{P}} = 5{,}2627226 \cdot 10^{21} \text{ кг} - \qquad (38.103)$$

— масса мантии Плутона,

$$m_{n\text{P}} = m_{\text{P}} - m_{\mu\text{P}} = 4{,}2843384 \cdot 10^{21} \text{ кг} - \qquad (38.104)$$

— истинное значение массы нейтронного ядра, составляющее 44,875992% m_{P}.

Естественно, форма нейтронного ядра неправильная, осколочная, но если ее принять кубической, то длина ребра этого куба составит a_n:

$$a_n = \sqrt[3]{m_{n\text{P}}/\rho_n} = \sqrt[3]{465{,}59063 \cdot 10^6} = 7{,}7505896 \cdot 10^2 \text{ м}. \qquad (38.105)$$

Занимает ли нейтронное ядро действительный геометрический центр планеты или оно смещено так, что создает смещение центра ее масс покажут исследования возмущенного движения Плутона в следующем параграфе.

§ 39. Возмущенное движение планет и смещение центров их масс.

1. Истинное смещение центра масс Солнца $\Delta R_\odot$.

В параграфе 35 мы получили динамическое решение смещения центра масс Солнца по аномальному смещению перигелия Меркурия при допущении, что собственный центр масс этой планеты не имеет смещения. Во-первых, такое допущение не имело обоснования, а во-вторых, динамическое решение $\Delta R_\odot$ было применено для установления главной истины, состоящей в том, что смещение перигелия Меркурия есть функция смещения центра масс Солнца. При этом точность количественного определения величины $\Delta R_\odot$ в § 35 не имело первостепенного значения. Теперь же наступил тот момент, когда от точности определения $\Delta R_\odot$ будут зависеть результаты по дальнейшему анализу внутреннего строения планет. В связи с этим нам необходимо получить геометрическое решение величины $\Delta R_\odot$, инвариантное к движению планет. Обратимся к рис. 36, на котором изображено плоское сечение нейтронного ядра Солнца, перпендикулярное его экваториальной плоскости. После образования воронки PO_3L объем правой полусферы SPO_3LK уменьшился на величину объема воронки $\Delta V_\odot$:

$$\Delta V_\odot = \frac{\Delta m_\odot}{\rho_n} = \frac{21{,}085477 \cdot 10^{26}}{9{,}2019428 \cdot 10^{12}} = 2{,}2914157 \cdot 10^{14} \text{ м}^3 - \qquad (39.1)$$

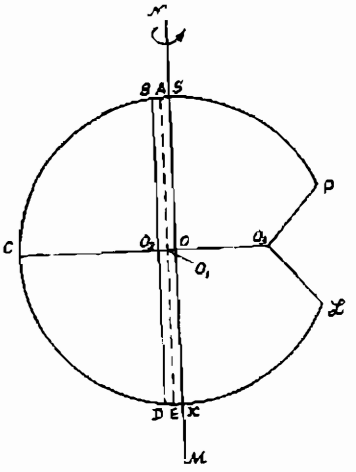


Рис. 36. Геометрическое решение смещения центра масс нейтронного ядра Солнца. MN — ось вращения ядра, O — геометрический центр ядра, PO_3L — экваториальная воронка на теле ядра O_1 — центр масс ядра, $OC = Rn_\odot$ — радиус ядра, $OO_1 = \Delta R_\odot$ — смещение центра масс ядра.

— объем воронки на теле нейтронного ядра Солнца, где $\Delta m_\odot$ — масса скола от протосолнца.

Если теперь из полной полусферы SCK вырезать шаровой пояс $BDKS$, объем которого равен объему воронки $\Delta V_\odot$, то обе полусферы (BCD и SPO_3LK) будут иметь равные объемы и, стало быть, равные массы. В этом случае ось вращения переместилась бы левее и проходила через точку O_1 (пунктирная линия AE). Картина не изменится, если мы этот шаровой пояс вернем на место, но поделим его пополам по линии AE, одну половину присоединив к левой, а другую — к правой полусферам. При этом ось вращения MK сохраняет свое положение, а точка O_1 фиксирует новый центр масс ядра. Поэтому задача сводится к установлению значения отрезка $OO_1 = \Delta R_\odot$. Но чтобы определить OO_1, необходимо найти высоту шарового сегмента ACE, отрезок $O_1C = h_s$. Эта задача имеет корректное решение через объем данного сегмента V_s:

$$\left.\begin{aligned} V_s &= \frac{V_{n\odot}}{2} - \frac{\Delta V_\odot}{2} \\ V_s &= \pi \left(h_s^2 \cdot R_{n\odot} - \frac{h_s^3}{3} \right) \end{aligned}\right\} \qquad (39.2)$$

Разделив обе части второго уравнения системы на π и рассчитав $V_s = 9{,}684\,4825 \cdot 10^{16}$ м^3, получим:

$$\frac{V_s}{\pi} = h_s^2 \cdot R_{n\odot} - \frac{h_s^3}{3} = 3{,}0826665 \cdot 10^{16} \text{ м}^3 \qquad (39.3)$$

Решение этого кубического уравнения относительно высоты сегмента приводит к значениям:

$$\left.\begin{aligned} h_s &= 3{,}5878547 \cdot 10^5 \text{ м}, \\ \Delta R_\odot &= (R_{n\odot} - h_s) = 282{,}86 \text{ м} \end{aligned}\right\} \qquad (39.4)$$

Таково истинное смещение центра масс нейтронного ядра Солнца, определяющее возмущающую силу ΔF в движении планет вокруг Солнца.

2. Современные значения векового смещения перигелиев планет и смещения центров их масс. В астрономическом календаре [16, с. 64—66] приводятся формулы для оскулирующих элементов орбит, заимствованные из книги В. К. Абалакина (Основы эфемеридной астрономии, М., Наука, 1979), из которых следует современные значения вековых смещений перигелиев планет:

$\Delta\pi_☿ = +\ 5{,}''752$ дуги за юлианский год,

$\Delta\pi_♀ = +\ 0'',294$ дуги за юлианский год,

$\Delta\pi_\oplus = +\ 11'',49$ дуги за юлианский год,

$\Delta\pi_♂ = +\ 15'',948$ дуги за юлианский год,

$\Delta\pi_♃ = -\ 0'',029$ дуги за юлианский год,

$\Delta\pi_♄ = +\ 0'',943$ дуги за юлианский год,

$\Delta\pi_♅ = -\ 3'',572$ дуги за юлианский год,

$\Delta\pi_♆ = -\ 3'',736$ дуги за юлианский год,

$\Delta\pi_♇ = -\ 37'',692$ дуги за юлианский год,

Возможно эти значения могут быть еще уточнены, но для нашего анализа они обладают достаточной точностью. Но прежде чем приступить к количественному анализу данной темы необходимо сказать о некоторых общих принципах небесной механики, установленных в рамках единой теории. Во-первых, первичные орбиты всех планет были круговыми. Во-вторых, эллиптичность проекций орбит есть следствие развития круговых орбит под воздействием дополнительной силы гравитации ΔF_r. В-третьих, периодическая сила ΔF_r может иметь как положительный, так и отрицательный знак, ибо обусловлена как смещением центра масс Солнца, так и смещением центров масс планет. С учетом этого мы можем получить общее решение возмущенной орбитальной скорости планет:

$$v_i = \sqrt{\frac{I_\odot}{a_i - \Delta R_\odot T_i/t_{n\odot} - \Delta R_i \cdot T_i/t_i}} = \sqrt{\frac{I_\odot}{a_i - T_i(C_\odot + C_i)}}, \qquad (39.5)$$

где v_i — возмущенная орбитальная скорость планеты относительно Солнца,

$$C_\odot = \frac{\Delta R_\odot}{t_{n\odot}} = \frac{282{,}86\ \text{м}}{2{,}3144253 \cdot 10^5\ \text{с}} = 1{,}2221608 \cdot 10^{-3}\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1} = \text{Const} - \tag{39.6}$$

— постоянная центра масс Солнца,

$$C_i = \Delta R_i / t_i - \tag{39.7}$$

— постоянная центра масс i-ой планеты,
где ΔR_i — смещение центра планеты, t_i — период ее вращения или вращения ее нейтронного ядра.
Освободившись от корня в (39.5) и введя обозначение

$$A_i = (a_i - C_\odot T_i) \tag{39.8}$$

получим удобное уравнение для решения c_i и ΔR_i:

$$v_i^2 = I_\odot / (A_i - C_i T_i), \tag{39.9}$$

$$I_\odot = v_i^2 \cdot A_i - v_i^2 \cdot c_i T_i, \tag{39.10}$$

$$c_i = \frac{v_i^2 \cdot A_i - I_\odot}{v_i^2 \cdot T_i}, \tag{39.11}$$

$$\Delta R_i = \frac{v_i^2 A_i t_i - I_\odot t_i}{v_i^2 \cdot T_i} = \frac{t_i}{T_i} \cdot \frac{v_i^2 \cdot A_i - I_\odot}{v_i^2}. \tag{39.12}$$

В этих уравнениях v_i есть величина известная, ибо легко определяется из средней орбитальной скорости планеты u_i и векового смещения ее перигелия $\Delta\pi_i$:

$$v_i = u_i + \Delta u_i = a_i n_i + a_i \Delta n_i = \frac{4 a_i E_i}{T_i} + a_i \cdot \frac{\Delta\pi_i}{F_0 \cdot T_J} = a_i \left(\frac{4E_i}{T_i} + \frac{\Delta\pi_i}{F_0 \cdot T_J} \right), \tag{39.13}$$

где $F_0 = 2{,}0626481 \cdot 10^5$ — число секунд дуги в одном радиане, $T_J = 3{,}15576 \cdot 10^7$ с — юлианский год, E_i — полный эллиптический интеграл второго рода орбиты i-ой планеты. Значение постоянной A_i также легко рассчитывается. Во всех расчетах использованы данные таблицы 16.

Возмущающая радиальная сила в функции от $\Delta R_\odot$ и ΔR_i определяется из соотношения:

$$\Delta F_n = 2\gamma \cdot Q_{\odot} \cdot Z_{\odot} \left[\frac{1}{\left(a_i - \frac{\Delta R_{\odot}}{t_{n\odot}} \cdot T_i - \frac{\Delta R_i}{t_i} \cdot T_i \right)^2} - \frac{1}{a_i^2} \right] \tag{39.14}$$

Тангенциальная компонента возмущающей силы ΔF_u, равная по модулю гравитационной компоненте ΔF_n, решается проще, на основе приращения орбитальной скорости или приращения движения Δn_i:

$$\Delta F_u = (m_i v_i n_i - m_i u_i n_i) = m_i n_i (v_i - u_i) = \tag{39.15}$$

$$= m_i n_i \Delta u_i = m_i n_i a_i \Delta n_i = m_i u_i \cdot \frac{\Delta \pi_i}{F_0 \cdot T_i}.$$

Здесь уместно сказать несколько слов об устойчивости солнечной системы, поскольку в классической астрономии эта задача не имеет ясного решения.

Выше мы убедились в том, что масса Солнца монотонно уменьшается в результате беспрерывного течения ФПВР. Мы также установили, что уменьшение массы Солнца ведет к возрастанию периода обращения планет, а радиус их орбит при этом сохраняется постоянным. Однако, это положение справедливо лишь до тех пор, пока Солнце остается центральным телом системы, пока его масса много больше массы Юпитера, самой большой планеты системы. Но поскольку масса Юпитера уже стабилизировалась, а масса Солнца интенсивно убывает, то совершенно очевидно $m_{\odot} \to m_{♃}$. Еще до выполнения условия $m_{\odot} = m_{♃}$ начнет выполняться другое условие, а именно — сила гравитации между крайними планетами и Юпитером будет по своему значению приближаться к силе гравитации между ними и Солнцем и при выполнении условия

$$F_{(♇-♃)} \geq F_{(♇-\odot)} \tag{39.16}$$

начнется деформация солнечной системы, ибо в ней появится второе центральное тело. Когда это наступит по времени и к каким последствиям оно приведет, можно легко просчитать на хорошей ЭВМ. Того же, что касается взаимных возмущений движения планет, то они не играют никакой деструктивной роли и никоим образом не влияют ни на среднюю скорость движения, ни на радиус орбиты. Это связано с тем, что сила взаимной гравитации между парой соседних планет строго периодична и симметрична относительно точки соединения, т. е. нижняя планета от точки противостояния до точки соединения движется с ускорением, получая все возрастающую силу гравитации ΔF от верхней планеты и достигая ΔF_{max} в соединении. Однако теперь, от соединения до противостояния, картина меняется на обратное, нижняя планета движется с замедлением, ибо непрерывно испытывает торможение ввиду смены

знака возмущающей силы. Верхняя планета от противостояния до соединения испытывает торможение, а от соединения до противостояния — ускорение. Таким образом, за период от соединения до соединения каждая из планет испытывает силу взаимного возмущения $\pm\Delta F_i$. Именно поэтому взаимные возмущения планет значимы лишь в космонавтике, когда планируемое событие быстротечно по сравнению с периодами соединений данной планеты с остальными. Если же взять отрезок времени, равный периоду соединения Плутона с Нептуном, то взаимными возмущениями планет можно пренебречь.

Теперь мы можем перейти к рассмотрению смещения центров масс планет и подробно рассмотреть этот вопрос относительно одной из них, Меркурия, а по остальным я приведу только конечные результаты.

1) ΔR Меркурия.

$$\Delta n_{\mathrm{☿}} = \frac{\Delta\pi_{\mathrm{☿}}}{F_0 \cdot T_I} = \frac{57'',52 \cdot 10^{-1}}{6{,}5092223 \cdot 10^{12}} = 8{,}8366931 \cdot 10^{-13}\ \mathrm{с}^{-1}, \tag{39.17}$$

$$\Delta u_{\mathrm{☿}} = a_{\mathrm{☿}} \cdot \Delta n_{\mathrm{☿}} = 4{,}9840779 \cdot 10^{-2}\ \mathrm{м \cdot с}^{-1}, \tag{39.18}$$

$$v_{\mathrm{☿}} = u_{\mathrm{☿}} + \Delta u_{\mathrm{☿}} = 4{,}612\,955\,884\,078 \cdot 10^{4}\ \mathrm{м \cdot с}^{-1}, \tag{39.19}$$

$$A_{\mathrm{☿}} = a_{\mathrm{☿}} - C_{\odot} T_{\mathrm{☿}} = 5{,}640\,206\,171\,17 \cdot 10^{10}\ \mathrm{м}, \tag{39.20}$$

$$t_{\mathrm{☿}}/T_{\mathrm{☿}} = 0{,}6667121,$$

$$\Delta R_{\mathrm{☿}} = \frac{t_{\mathrm{☿}}}{T_{\mathrm{☿}}} \cdot \frac{v_{\mathrm{☿}}^2 \cdot A_{\mathrm{☿}} - I_{\odot}}{V_{\mathrm{☿}}^2} = 0{,}6667121 \cdot \frac{1{,}2001998 \cdot 10^{20} - 1{,}2001975 \cdot 10^{20}}{2{,}1279362 \cdot 10^{9}} = \tag{39.21}$$

$$= 0{,}666\,7121 \cdot 1{,}080\,8594 \cdot 10^{5} = 7{,}206\,2204 \cdot 10^{4}\ \mathrm{м}.$$

Как видим, смещение центра масс Меркурия очень значительно и составляет 2,95458% $R_{\mathrm{☿}}$.

$$\Delta F_{\mathrm{☿}} = m_{\mathrm{☿}} \cdot u_{\mathrm{☿}} \cdot \Delta n_{\mathrm{☿}} = 1{,}346\,0743 \cdot 10^{16}\ \mathrm{Н}, \tag{39.22}$$

$$\Delta\sigma_{\mathrm{☿}} = \frac{\Delta F_{\mathrm{☿}}}{a_{\mathrm{☿}}} = \frac{-\Delta F_{\mathrm{☿}}}{a_{\mathrm{☿}}} = -\,2{,}386\,5689 \cdot 10^{5}\ \mathrm{Н \cdot м}^{-1} - \tag{39.23}$$

— натяжение возмущающей силы Меркурия, где $\Delta F_{\mathrm{☿}} = -\,\Delta F_{\mathrm{☿}}$ — возмущающая радиальная сила.

2) ΔR Венеры.

$$\Delta n_{\varphi} = 4{,}516\,6686 \cdot 10^{-14}\ \text{с}^{-1}, \tag{39.24}$$

$$\Delta u_{\varphi} = 4{,}726\,4086 \cdot 10^{-3}\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1}, \tag{39.25}$$

$$v_{\varphi} = 3{,}386\,646\,772\,64 \cdot 10^{4}\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1}, \tag{39.26}$$

$$A_{\varphi} = 1{,}046\,436\,662\,728 \cdot 10^{11}\ \text{м}, \tag{39.27}$$

$$t_{\varphi}/T_{\varphi} = 1{,}082\,1509, \tag{39.28}$$

$$\Delta R_{\varphi} = 1{,}082\,1509 \cdot \frac{1{,}200\,1975 \cdot 10^{20} - 1{,}200\,1975 \cdot 10^{20}}{1{,}146\,9376 \cdot 10^{9}} = 0, \tag{39.29}$$

$$\Delta F_{r\varphi} = 7{,}447\,7936 \cdot 10^{15}\ \text{Н}, \tag{39.30}$$

$$\Delta \sigma_{\varphi} = -\,7{,}117\,2887 \cdot 10^{4}\ \text{Н} \cdot \text{м}^{-1} \tag{39.31}$$

Итак, у Венеры нет смещения центра масс и она единственная планета, у которой центр масс совмещен с геометрическим центром. Эволюция ее орбиты в эллиптическую происходила под действием только смещения центра масс Солнца. Именно поэтому орбита Венеры, точнее проекция ее орбиты на плоскость, параллельную эклиптике, наиболее близка к круговой, с наименьшим эксцентриситетом.

3) ΔR Земли.

$$\Delta n_{\oplus} = 1{,}765\,1878 \cdot 10^{-12}\ \text{с}^{-1}, \tag{39.32}$$

$$\Delta u_{\oplus} = 2{,}553\,7783 \cdot 10^{-1}\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1}, \tag{39.33}$$

$$v_{\oplus} = 2{,}880\,275\,837\,783 \cdot 10^{4}\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1}, \tag{39.34}$$

$$A_{\oplus} = 1{,}446\,745\,614\,308\,67 \cdot 10^{11}\ \text{м}, \tag{39.35}$$

$$t_{\oplus}/T_{\oplus} = 2{,}730\,3248 \cdot 10^{-3}, \tag{39.36}$$

$$\Delta R_{\oplus} = 6{,}911\,3907 \cdot 10^{3}\ \text{м} = 0{,}108\,3606\%\ R_{\oplus}, \tag{39.37}$$

$$\Delta F_{r\oplus} = 3{,}037\,0841 \cdot 10^{17}\ \text{Н}, \tag{39.38}$$

$$\Delta \sigma_{\oplus} = -2{,}099\,2517 \cdot 10^{6}\ \text{Н} \cdot \text{м}^{-1} \tag{39.39}$$

4) ΔR Марса.

$$\Delta n_{\sigma} = 2{,}450\,0622 \cdot 10^{-12}\ \text{с}^{-1}, \tag{39.40}$$

$$\Delta u_{\sigma} = 5{,}406\,9993 \cdot 10^{-1}\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1}, \tag{39.41}$$

$$v_{\sigma^*} = 2{,}332\,097\,869\,993 \cdot 10^4 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}, \quad (39.42)$$

$$A_{\sigma^*} = 2{,}206\,881\,774\,894\,12 \cdot 10^{11} \text{ м}, \quad (39.43)$$

$$t_{\sigma^*}/T_{\sigma^*} = 1{,}494\,0646 \cdot 10^{-3}, \quad (39.44)$$

$$\Delta R_{\sigma^*} = 1{,}510\,9095 \cdot 10^4 \text{ м} = 0{,}442\,7514\%\ R_{\sigma^*}, \quad (39.45)$$

$$\Delta F_{\sigma^*} = 3{,}667\,6634 \cdot 10^{16} \text{ Н}, \quad (39.46)$$

$$\Delta\sigma_{\sigma^*} = -\,1{,}6619205 \cdot 10^5 \text{ Н} \cdot \text{м}^{-1} \quad (39.47)$$

5) ΔR Юпитера.

$$\Delta n_{2\!\!4} = -4{,}455\,2173 \cdot 10^{-15} \text{ с}^{-1}, \quad (39.48)$$

$$\Delta u_{2\!\!4} = -3{,}353\,5948 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}, \quad (39.49)$$

$$v_{2\!\!4} = 1{,}262\,715\,064\,640\,52 \cdot 10^4 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}, \quad (39.50)$$

$$A_{2\!\!4} = 7{,}527\,338\,425\,0183 \cdot 10^{11} \text{ м}, \quad (39.51)$$

$$t_{n2\!\!4}/T_{2\!\!4} = 6{,}244\,2896 \cdot 10^{-5}, \text{ где} \quad (39.52)$$

$$t_{n2\!\!4} = 2{,}337\,4593 \cdot 10^4 \text{ с}$$

— период вращения нейтронного ядра (38.85),

$$\Delta R_{2\!\!4} = 6{,}244\,2896 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{1{,}200\,1957 \cdot 10^{20} - 1{,}200\,1975 \cdot 10^{20}}{1{,}594\,4491 \cdot 10^8} = \quad (39.53)$$

$$= -\,70{,}492\,815 \text{ м},$$

$$\Delta F_{\Omega 2\!\!4} = -1{,}068\,4077 \cdot 10^{17} \text{ Н}, \quad (39.54)$$

$$\Delta\sigma_{2\!\!4} = 1{,}419\,3689 \cdot 10^5 \text{ Н} \cdot \text{м}^{-1}. \quad (39.55)$$

6) ΔR Сатурна.

$$\Delta n_{\mathfrak{h}} = 1{,}448\,7137 \cdot 10^{-13} \text{ с}^{-1}, \quad (39.56)$$

$$\Delta u_{\mathfrak{h}} = 2{,}000\,0174 \cdot 10^{-1} \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}, \quad (39.57)$$

$$v_{\mathfrak{h}} = 9{,}324\,164\,001\,74 \cdot 10^3 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}, \quad (39.58)$$

$$A_{\mathfrak{h}} = 1{,}380\,546\,266\,885 \cdot 10^{12} \text{ м}, \quad (39.59)$$

$$t_♄/T_♄ = 3{,}961\,725\cdot10^{-5}, \tag{39.60}$$

$$\Delta R_♄ = 2{,}273\,867\cdot10^{3}\ \text{м} = 0{,}003\,7897\%\ R_♄, \tag{39.61}$$

$$\Delta F_{t♄} = 7{,}679\,9435\cdot10^{17}\ \text{Н}, \tag{39.62}$$

$$\Delta\sigma_♄ = -5{,}562\,971\cdot10^{5}\ \text{Н}\cdot\text{м}^{-1}, \tag{39.63}$$

7) ΔR Урана.

$$\Delta n_♅ = -5{,}487\,5987\cdot10^{-13}\ \text{с}^{-1}, \tag{39.64}$$

$$\Delta u_♅ = -1{,}523\,3872\ \text{м}\cdot\text{с}^{-1}, \tag{39.65}$$

$$v_♅ = 6{,}573\,728\,0128\cdot10^{3}\ \text{м}\cdot\text{с}^{-1}, \tag{39.66}$$

$$A_♅ = 2{,}776\,051\,159\,7289\cdot10^{12}\ \text{м}, \tag{39.67}$$

$$t_♅/T_♅ = 1{,}468\,7332\cdot10^{-5}, \tag{39.68}$$

$$\Delta R_♅ = -1{,}895\,1439\cdot10^{4}\ \text{м} = 0{,}074\,612\%\ R_♅, \tag{39.69}$$

$$\Delta F_{t♅} = -3{,}138\,3699\cdot10^{17}\ \text{Н}, \tag{39.70}$$

$$\Delta\sigma_♅ = 1{,}130\,5145\cdot10^{5}\ \text{Н}\cdot\text{м}^{-1}. \tag{39.71}$$

8) ΔR Нептуна.

$$\Delta n_♆ = -5{,}739\,5489\cdot10^{-13}\ \text{с}^{-1}, \tag{39.72}$$

$$\Delta u_♆ = -2{,}495\,7137\ \text{м}\cdot\text{с}^{-1}, \tag{39.73}$$

$$v_♆ = 5{,}251\,235\,4863\cdot10^{3}\ \text{м}\cdot\text{с}^{-1}, \tag{39.74}$$

$$A_♆ = 4{,}348\,268\,744\,505\cdot10^{12}\ \text{м}, \tag{39.75}$$

$$t_♆/T_♆ = 1{,}259\,9487\cdot10^{-5}, \tag{39.76}$$

$$\Delta R_♆ = -5{,}216\,9888\cdot10^{4}\ \text{м} = 0{,}214\,6908\%\ R_♆, \tag{39.77}$$

$$\Delta F_{t♆} = -3{,}105\,4889\cdot10^{17}\ \text{Н}, \tag{39.78}$$

$$\Delta\sigma_♆ = 7{,}141\,8869\cdot10^{4}\ \text{Н}\cdot\text{м}^{-1}. \tag{39.79}$$

9) ΔR Плутона.

$$\Delta n_{\text{♇}} = -5{,}790\,5535 \cdot 10^{-12}\ \text{с}^{-1}, \tag{39.80}$$

$$\Delta u_{\text{♇}} = -33{,}392\,046\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1}, \tag{39.81}$$

$$v_{\text{♇}} = 4{,}528\,708\,754 \cdot 10^{3}\ \text{м} \cdot \text{с}^{-1}, \tag{39.82}$$

$$A_{\text{♇}} = 5{,}766\,631\,946\,9093 \cdot 10^{12}\ \text{м}, \tag{39.83}$$

$$t_{\text{♇}}/T_{\text{♇}} = 7{,}059\,5123 \cdot 10^{-5}, \tag{39.84}$$

$$\Delta R_{\text{♇}} = -6{,}026\,2561 \cdot 10^{6}\ \text{м} = 4{,}0175\,R_{\text{♇}} \tag{39.85}$$

$$\Delta F_{\text{♇}} = -2{,}522\,0555 \cdot 10^{14}\ \text{Н}, \tag{39.86}$$

$$\Delta \sigma_{\text{♇}} = -43{,}735\,257\ \text{Н} \cdot \text{м}^{-1} \tag{39.87}$$

Итак, мы располагаем полным количественным анализом смещения центра масс планет солнечной системы. Легко видеть, что у всех планет с отрицательным аномальным смещением перигелиев (Юпитера, Урана, Нептуна и Плутона) наблюдается устойчивое смещение центров их масс в отрицательном направлении, т. е. центр их масс, несмотря на вращение, постоянно сохраняется за линией орбиты и ΔR этих планет является приращением к радиусу их орбит. Из этого однозначно следует, что нейтронные ядра данных планет имеют сложную форму, а ось вращения ядер — значительное наклонение к плоскости орбиты.

Особое место в этом ряду занимает Плутон, для которого получен абсурдный результат, будто центр его масс смещен на $\Delta R = 4R_{\text{♇}}$. Нет никакого сомнения в том, что период вращения Плутона сильно завышен, что и является причиной абсурдного результата. С полной уверенностью можно утверждать, что за период вращения Плутона принят период обращения его спутника Харона. Поэтому мы можем попытаться определить истинный период вращения этой планеты, исходя из того, что она есть ледяная планета с нейтронным ядром, как было установлено в предыдущем параграфе. Примем, что масса нейтронного ядра Плутона составляет 50%, тогда:

$$m_{n\text{♇}}' = m_{\text{♇}}/2 = 4{,}773\,5305 \cdot 10^{21}\ \text{кг}, \tag{39.88}$$

$$V_{n\text{♇}}' = m_{n\text{♇}}'/\rho_n = 5{,}187\,5246 \cdot 10^{8}\ \text{м}^3, \tag{39.89}$$

$$R_{c\text{♇}}' = \sqrt[3]{\frac{3V_{n\text{♇}}}{4\pi}} = \sqrt[3]{123{,}84302 \cdot 10^6} = 4{,}984256 \cdot 10^2 \text{ м}, \tag{39.90}$$

$$\omega_{\text{♇}}' = v_c / R_{c\text{♇}}' = 1{,}552\,1961 \cdot 10^{-2} \text{ с}^{-1}, \tag{39.91}$$

$$t_{\text{♇}}' = 2\pi / \omega_{\text{♇}}' = 4{,}047\,9326 \cdot 10^2 \text{ с}, \tag{39.92}$$

$$m_{\mu\text{♇}}' = (m_{\text{♇}} - m_{n\text{♇}}') = 4{,}773\,5305 \cdot 10^{21} \text{ кг} - \tag{39.93}$$

— масса ледяной мантии Плутона,

$$\rho_{\mu\text{♇}}' = \frac{m_{\mu\text{♇}}'}{(V_{\text{♇}} - V_{n\text{♇}}')} = 3{,}376\,5823 \cdot 10^2 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3} - \tag{39.94}$$

— плотность мантии.

Если теперь определить $\Delta R_{\text{♇}}$, исходя из нового значения периода его вращения $t_{\text{♇}}'$, то получим:

$$t_{\text{♇}}' / T_{\text{♇}} = 5{,}178\,6638 \cdot 10^{-8}, \tag{39.95}$$

$$\Delta R_{\text{♇}}' = -4{,}420\,6956 \cdot 10^3 \text{ м} = 0{,}294713\%\ R_{\text{♇}}. \tag{39.96}$$

Этот результат не только не содержит противоречия, но и утверждает, что ось вращения планеты имеет очень большой наклон к плоскости орбиты, аналогичный наклонению оси Урана, составляющему 98°. Именно поэтому центр масс Плутона постоянно находится за линией орбиты, лишь периодически проходя вблизи нее, но не пересекая ее.

В заключение параграфа необходимо подчеркнуть, что результаты по смещению центров масс планет, расположенных за Юпитером, носят приближенный характер, точные значения будут определены лишь после достоверного установления периодов их вращения.

§ 40. Решение задачи четырех тел.

Выше, в § 20, мы рассмотрели решение задачи трех тел в системе Луна — Земля — Солнце.

Представляет интерес решение задачи четырех тел, где четвертым элементом системы является центральное тело Галактики.

Представим себе ситуацию, когда все четыре тела находятся на одной линии и если смотреть с центра Галактики, то самое внешнее положение занимает Земля, т. е. Земля находится в соединении с Луной, Солнцем и центральным телом Галактики. Такое расположение тел связано с тем, что Луна испытывает максимальную силу гравитации, стремящуюся оторвать ее от Земли. Но поскольку за

$5 \cdot 10^9$ лет этот отрыв не был осуществлен, то совершенно очевидно, что сила гравитации $F_{(\oplus-()}$ больше суммы противодействующих сил $F_{(\odot-()}$ и $F_{(г-()}$, где буквой «г» обозначено центральное тело Галактики. На этом основании можно составить уравнение сил для четырех тел:

$$F_{(\oplus-()} \geq [F_{(\odot-()} + F_{(г-()}], \tag{40.1}$$

развернув которое получим:

$$\frac{\gamma \cdot (2Q_{g\oplus} + \Delta Q_{g\oplus}) \cdot Z_{g(}}{a_{(}^2} \geq \frac{2\gamma \cdot Q_{g\odot} \cdot Z_{g(}}{A_0^2} + \frac{2\gamma \cdot Q_{gг} \cdot Z_{g(}}{a_{\odot}^2}, \tag{40.2}$$

где $\Delta Q_{g\oplus} = 4{,}4086444 \cdot 10^{16}$ Кл — избыточный гравитационный заряд Земли (20.143). Поскольку в этом уравнении значения всех величин уже известны, то остается только рассчитать силы и удостовериться в справедливости уравнения.

$$F_{(\oplus-()} =$$

$$= \frac{3{,}6473973 \cdot 10^6 \cdot [2\,(-1{,}8065802 \cdot 10^{16}) - 4{,}4086444 \cdot 10^{16}] \cdot 2{,}2213431 \cdot 10^{14}}{(3{,}833\,6251 \cdot 10^8 \text{ м})^2} \approx \tag{40.3}$$

$$= \frac{-6{,}4993631 \cdot 10^{37} \text{ Дж} \cdot \text{м}}{1{,}4696681 \cdot 10^{17} \text{ м}^2} = -4{,}422\,3339 \cdot 10^{20} \text{ Н},$$

$$F_{(\odot-()} = \frac{-8{,}815\,4958 \cdot 10^{42}}{2{,}093\,0739 \cdot 10^{22} \text{ м}^2} = -4{,}211\,746 \cdot 10^{20} \text{ Н}, \tag{40.4}$$

$$F_{(г-()} = \frac{-12{,}49872 \cdot 10^{47}}{9{,}6610663 \cdot 10^{36} \text{ м}^2} = -1{,}293\,7205 \cdot 10^{11} \text{ Н}. \tag{40.5}$$

Теперь очевидно, что сумма сил гравитации, развиваемых Солнцем и центральным телом Галактики, действительно меньше силы гравитации между Землей и Луной и, стало быть, уравнение (40.2) справедливо для четырех тел.

ГЛАВА X.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОСНОВА ЕДИНОЙ ТЕОРИИ ФИЗИКИ

§ 41. Имеющиеся экспериментальные и наблюдательные данные в пользу единой теории физики.

1. Предварительные замечания. Если окинуть беглым взглядом историю науки, то легко убедиться в том, что каждая новая идея и новая теория постоянно подвергались проверке временем, человеческим опытом и научным экспериментом. Последней значительной попыткой создания новой теории явилась теория относительности А. Эйнштейна. Сегодня в классической физике принято думать, что теория относительности получила экспериментальное подтверждение. Но какое это подтверждение? С моей точки зрения, результаты, подводимые под теорию относительности, всегда балансировали на грани возможного, т. е. они всегда оставались сомнительными. Речь идет о пресловутом искривлении луча света гравитацией, о самопроизвольном увеличении массы тела при приближении его скорости к скорости света и о пресловутом же искривлении пространства гравитационным полем, которые в рамках единой теории разлетелись как дым, как утренний туман. Мне же, как автору новой теории, не нужны подтверждения, балансирующие на грани возможного. А новая теория, излагаемая мною в этой книге, вовсе не нуждается в экспериментальных подтверждениях, потому что она целиком базируется на хорошо устоявшихся экспериментальных и наблюдательных данных, накопленных по всем разделам физики, астрономии и астрофизики. Я бы хотел, и прошу об этом, чтобы экспериментаторы не искали подтверждающих опытных данных, а занялись бы экспериментами с целью опровержения открытий, изложенных в этой книге. И только после того, как не удастся экспериментально опровергнуть эти открытия, приведшие к единой теории физики, научная общественность мира должна сказать свое «да» новой теории. И тем не менее целесообразно рассмотреть ряд опытов, уже проведенных физиками XIX—XX веков, результаты которых в рамках единой теории получают принципиально иное толкование.

2. Опыт Максвелла по измерению электродинамической постоянной.

Как явствует из небольшой, но содержательной книги С. Филонович [47, с. 71—93], уже в середине XIX века Вебер и Кольрауш экспериментально измерили значение электродинамической постоянной v_0, как отношение электростатического заряда к электроди-

намическому заряду, проходящему через сечение проводника за единицу времени и имеющему такое же механическое воздействие, как электростатический заряд. Они получили $v_1 = 3{,}1074 \cdot 10^8$ м·с$^{-1}$. В 1864 г. вышла в свет знаменитая «Динамическая теория электромагнитного поля» Дж. Максвелла, из которой я приведу следующую цитату: «... Согласно электромагнитным опытам Вебера и Кольрауша $v_1 = 3{,}1074 \cdot 10^8$ м·с$^{-1}$ является количеством электростатических единиц в одной электромагнитной единице электричества, и это, согласно нашему результату, должно быть равно скорости света в воздухе или в вакууме». Совершенно очевидно, что Максвелл в 1864 г. априори поставил знак равенства между скоростью света и электродинамической постоянной. Однако близость значений электродинамической постоянной V_1 и скорости света $C_1 = 2{,}98 \cdot 10^8$ м·с$^{-1}$, полученной Фуко в работе с пучком света, удивляет Максвелла и приводит его к выводу: «Совпадение результатов по-видимому показывает, что свет и магнетизм являются проявлениями свойств одной и той же субстанции...» Именно в этом заключении содержится самая гениальная догадка Максвелла, которая тем не менее осталась никем не замеченной и не разработанной ни самим автором, ни его последователями. Гениальность этого вывода состоит в том, что действительно у света и магнетизма единая субстанция — электрино. Через четыре года, в 1868 г., Максвелл приходит к необходимости поставить свой опыт по точному измерению электродинамической постоянной. И он ставит его с участием ассистента Хоукина. Обработка первых результатов привела к значению $v_2 = (2{,}2—2{,}4) \cdot 10^8$ м·с$^{-1}$, что свидетельствовало об имеющихся погрешностях в опыте. Опыт был тщательно проанализирован в поисках неучтенных погрешностей, снижающих точность. Вторичная обработка данных привела к значению $v_3 = 2{,}88 \cdot 10^8$ м·с$^{-1}$, разочаровавшему авторов, ибо они решили, что им не удалось улучшить результат Вебера—Кольрауша. Но они ошибались, что стало очевидным только теперь, после установления того, что электродинамическая постоянная есть скорость распространения электрического тока по проводнику $v_0 = 2{,}8992629 \cdot 10^8$ м·с$^{-1}$. Результат Вебера—Кольрауша был завышен на 7,17896%, а результат Максвелла—Хоукина занижен лишь на 0,66885%! Это был замечательный результат для 1868 года!

3. Опыт Юнга — Форбса. Дж. Юнг и Дж. Форбс, работая над усовершенствованием мотора Физо по измерению скорости распространения света, пришли к идее раздельного измерения скорости распространения пучков разного цвета. Проверяя измерения с красным и синим пучками, они убедились в том, что синий свет распространяется быстрее красного на 1,8%. Это был неожиданный, но достоверный результат, вызвавший научную дискуссию среди физиков, которая закончилась в 1884 г. на научной конференции

в Монреале, где верх взяла точка зрения Рэлея и его сторонников, подвергавшая сомнению результат Юнга — Форбса.

А каким должен быть результат Юнга — Форбса в рамках единой теории? Возьмем два монохроматических пучка света с шагом $\lambda_1 = 5{,}285 \cdot 10^{-7}$ м (красный свет) и $\lambda_2 = 4{,}31 \cdot 10^{-7}$ м (синий свет) и определим их шаговые скорости c_1 и c_2:

$$c_1 = \sqrt{\mu \cdot \nu_1} = \sqrt{\mu^2/\lambda_1^2} = \mu/\lambda_1 = 2{,}2690062 \cdot 10^8 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1},$$

$$c_2 = \mu/\lambda_2 = 2{,}7822965 \cdot 10^8 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}, \text{ где } \mu -$$

постоянная Милликена.

Как видим c_1 составляет 81,55156% от c_2, т. е. синий свет распространяется быстрее красного на 18,448%. Это в десять раз больше того различия, которое получили Юнг и Форбс экспериментально. Можно говорить о том, что экспериментаторы также получили различие в 18% и лишь по какой-то ошибке оно занижено на порядок.

4. Распространение излучения пульсаров. В классической физике исстари проводится аналогия между распространением волн звуковых, электромагнитных и волн на воде, не имея на то никакого физического основания. Эта ошибочная точка зрения привела к формированию столь же ошибочных представлений в вопросе о характере распространения светового потока через среду либо с фазовой, либо с групповой скоростью, которые якобы обусловлены дисперсией волн. Но в этой книге мы получили убедительное доказательство того, что ни свет, ни радиоизлучение не являются волной и что в основе скорости распространения всех видов электромагнитного излучения лежит шаговое перемещение электрино вдоль электроотрицательной оси луча.

Неопровержимым доказательством верности положений единой теории физики в этом аспекте является обширный наблюдательный материал по излучению пульсаров. Пульсары замечательны тем, что импульсы их излучения состоят из широкого диапазона частот в силу того, что излучающая плазма обладает определенной толщиной, обусловливающей разное давление у поверхности и на ее дне и, стало быть, разную частоту излучения в этих точках. Первые же наблюдения показали, что каждый импульс пульсара растягивается во времени на некоторую величину $\Delta\tau$, обусловленную тем, что самая высокочастотная компонента приходит к приемникам на Земле первой, а самая низкочастотная компонента — последней. Это абсолютный наблюдательный факт, приведший классическую физику в известное замешательство, всегда утверждавшую, что все виды электромагнитного излучения распространяются в пространстве с одинаковой скоростью, равной c. И на этот раз классическая физика вышла из трудного положения с помощью очередного самообмана. Было принято, что в межзвездной среде длинноволновое

и коротковолновое излучения имеют разный коэффициент преломления, а главное — преломление там якобы аномальное, обратное тому, что мы наблюдаем на Земле, т. е. если при дисперсии пучка естественного света в призме мы наблюдаем максимальное преломление фиолетовой части спектра, наиболее высокочастотной компоненты, то в космосе якобы наоборот — чем выше частота излучения, тем меньше оно преломляется. Но ведь это же вымысел! Кроме того, о каком коэффициенте преломления можно говорить в межзвездной среде? Ведь коэффициент преломления — это характеристика луча только на границе раздела двух оптически разных сред. Любое излучение, идущее к нам из космоса, может характеризоваться лишь коэффициентом красного смещения, который является функцией расстояния и плотности межзвездной среды. Поэтому уравнение классической физики относительно времени запаздывания длинноволновой компоненты пульсаров [4, с. 244], вида

$$\Delta\tau = l\cdot\left(\frac{1}{c\cdot n_1}-\frac{1}{cn_2}\right)\approx\frac{2\pi e^2\cdot n_e\cdot l}{m_e\cdot c}\cdot\left(\frac{1}{\nu_1^2}-\frac{1}{\nu_2^2}\right) \tag{41.1}$$

Нельзя считать верным, где l — расстояние до источника, ν_1 и ν_2 — частоты двух сравниваемых излучений, n_1 и n_2 — коэффициенты их преломления.

В рамках единой теории для $\Delta\tau$ имеем:

$$\Delta\tau=\frac{l}{c_1}-\frac{l}{c_2}=l\cdot\left(\frac{1}{\sqrt{\mu\cdot\nu_1}}-\frac{1}{\sqrt{\mu\cdot\nu_2}}\right)=l\cdot\left(\frac{\lambda_1}{\mu}-\frac{\lambda_2}{\mu}\right)=\frac{l}{\mu}(\lambda_1-\lambda_2), \tag{41.2}$$

где $c_1 < c_2$ — шаговые скорости сравниваемых компонентов импульса пульсара; $\nu_1 < \nu_2$ — их частоты; $\lambda_1 > \lambda_2$ — шаги фотонов в этих компонентах. Из приборно определяемых значений $\Delta\tau$, ν_1 и ν_2 определяется расстояние до пульсара:

$$l=\frac{\mu\cdot\Delta\tau}{(\lambda_1-\lambda_2)}=\frac{\mu\cdot\Delta\tau}{(\sqrt{\mu/\nu_1}-\sqrt{\mu/\nu_2})}, \tag{41.3}$$

где μ — постоянная Милликена.

5. Барионное число. Отношение средней плотности барионов во Вселенной n_B к средней плотности фотонов n_f является фундаментальной константой современной космологии [4, с. 135] и, согласно последним данным, равно

$$\mathcal{B}' = n_B/n_f = 10^{-9}. \tag{41.4}$$

Эта постоянная в классической физике не имеет ни вывода, ни сколько-нибудь вразумительного объяснения и установлена исключительно из наблюдений.

В рамках единой теории барионное число выводится из фунда-

ментальных постоянных n_e, $n_э$ и является полным подтверждением структуры нейтрона и его участия в ФПВР (13.109—13.114):

$$\mathcal{B} = \frac{1}{n_e \cdot n_э} = 1{,}3784364 \cdot 10^{-9} = \text{Const.} \qquad (41.5)$$

6. Винтовая траектория электрона в продольном магнитном поле. Рассмотрим один из методов определения удельного заряда электрона e/m_e — метод фокусировки в продольном магнитном поле. В осциллографической трубке, помещаемой в продольное магнитное поле с индукцией B, электроны разгоняются в электрическом поле анода с известным потенциалом φ. Ускоренные электроны отклоняются от прямолинейного движения электрическим полем конденсатора. От конденсатора до экрана движение электронов складывается из двух составляющих: продольной скорости $v_{\parallel} = v \cdot \cos\alpha$ и перпендикулярной $v_{\perp} = v \cdot \sin\alpha$, где α — угол между векторами v и B. Строго говоря, электроны, проходящие между обкладками конденсатора обладают неодинаковой скоростью и потому сила их движения также различна ($F_1 = m_e v_1 v_{ед}$, $F_2 = m_e v_2 v_{ед}$, ... $F_n = m_e \cdot v_n \cdot v_{ед}$), но на них действует одна и та же отклоняющая сила $F_{\perp} = e\varepsilon$, где ε — напряженность электрического поля конденсатора. В итоге электроны, покидающие конденсатор, отклоняются на разные углы, ибо этот угол определяется соотношением перпендикулярной и продольной сил: $\sin\alpha_i = F_{\perp}/F_i = e\varepsilon/m_e v_i v_{ед}$. Главная особенность метода состоит в том, что ни один из отклоняемых электронов не выходит из игры между конденсатором и экраном, а проходя это расстояние по винтовой траектории, фокусируется на осевой точке экрана. И вот тут уместен вопрос: почему электроны, отклоненные от осевой линии трубки электрическим полем, переходят на винтовую траекторию вокруг осевой линии? Классическая физика ответит, что круговое движение электрона в плоскости, перпендикулярной магнитному полю обусловливается силой Лоренца. А что же такое сила Лоренца? Это эмпирически установленное правило левой руки, позволяющее определить направление силы, с которой магнитное поле действует на заряженную частицу. И не более. И никакого обоснования сила Лоренца не имеет.

А в рамках единой теории на поставленный вопрос можно дать исчерпывающий ответ с полным обоснованием. Во-первых, осевая линия трубки совмещена с осевой линией соленоида, из чего с очевидностью следует высокая плотность магнитного потока на оси трубки. Иными словами, осевая линия трубки представляет собой плотный магнитный жгут. Во-вторых, осевое магнитное поле, образованное плотным и непрерывным потоком электрино, представляет собой протяженный центр силового электрического поля положительного знака, аналогично тому, как проводник является протяженным центром силового поля отрицательного знака. В-треть-

их, между положительным потенциалом осевого поля соленоида V и отрицательным зарядом электрона e формируется радиальная сила электрона

$$F_{re} = eV/r, \tag{41.6}$$

которая и обусловливает орбитальное движение электрона вокруг осевой линии, подобно тому, как отрицательный потенциал проводника обусловливает вихревое движение электрино. Совершенно очевидно, если на обкладки отклоняющего конденсатора подавать большое напряжение, способное сообщить электрону перпендикулярную силу, превосходящую по модулю радиальную, то тогда электроны не будут фокусироваться продольным, а точнее осевым полем соленоида, ибо такие электроны будут покидать трубку или поглощаться ее стенками. Поэтому существует условие фокусировки электронов в продольном магнитном поле:

$$F_{re} > F_{\perp}, \tag{41.7}$$

$$eV/r > e\varepsilon, \tag{41.8}$$

$$V/r > \varepsilon, \tag{41.9}$$

где r — радиус цилиндрической части осциллографической трубки. И далее из (41.9) имеем:

$$V_i > r_i\varepsilon_i \tag{41.10}$$

При выполнении условия:

$$V_i = r_i\varepsilon_i \tag{41.11}$$

электроны будут двигаться вдоль оси соленоида по винтовой траектории с постоянным радиусом орбиты r_i и, следовательно, фокусировки не будет и ансамбль таких электронов на экране будет высвечивать круговую линию радиуса r_i. При выполнении данного условия устанавливается значение V_i, физическую суть которого можно выразить уравнением

$$V_i = n_{\mu} \cdot \frac{m_э v_э \cdot l \cdot v_{ед}}{э}, \text{ В}, \tag{41.12}$$

где n_{μ} — число электрино, формирующих осевое поле соленоида на участке l, от конденсатора до экрана, $v_э$ — скорость электрино на оси соленоида, $m_э$ и э — масса и заряд электрино. Скорость электрино $v_э$ легко определить из постоянной секториальной скорости проводника соленоида v_{si} и радиуса соленоида R_i:

$$v_э = v_{si}/R_i \tag{41.13}$$

и тогда (41.12) становится разрешимым относительно n_{μ}:

$$n_{\mu} = \frac{R_i \cdot э \cdot r_i \cdot \varepsilon_i}{m_э \cdot v_{si} \cdot l_i \cdot v_{ед}}. \qquad (41.14)$$

Таким образом, сам факт фокусировки отклоненных электронов продольным магнитным полем есть экспериментальное доказательство основного открытия, лежащего в основе единой теории физики,— открытия электрино, носителя электрического тока и магнитного поля.

А теперь обратимся к количественным результатам по экспериментальному определению удельного заряда электрона. Рассмотренный нами метод привел к значению [48, с. 33].

$$e/m_e = (1{,}7586 \pm 0{,}0023) \cdot 10^{11} \text{Кл} \cdot \text{кг}^{-1} \qquad (41.15)$$

А обобщенное значение из многих определений разными способами составляет

$$e/m_e = 1{,}7588047 \cdot 10^{11} \text{Кл} \cdot \text{кг}^{-1} \qquad (41.16)$$

Как мы видели в главе I, в рамках единой теории масса электрона подверглась уточнению и абсолютное значение удельного заряда составляет

$$\frac{e}{m_e} = \frac{1{,}6021892 \cdot 10^{-19}}{9{,}038487 \cdot 10^{-31}} = 1{,}7726298 \cdot 10^{11} \text{ Кл} \cdot \text{кг}^{-1} \qquad (41.17)$$

Из чего следует, что обобщенное экспериментальное значение занижено в $k = 1{,}0078605$ раз. Рассмотрим возможные источники ошибки в экспериментах, основанных на формуле

$$\frac{e}{m_e} = \frac{8\pi^2 \cdot \varphi \cdot n}{B^2 \cdot l^2}, \qquad (41.18)$$

где $n = \tau/t$ — угол обращения электрона вокруг оси соленоида в оборотах. При $n = 1$ обороту угол обращения составляет 2π радиан. В эксперименте так подбирают φ и $\mathcal{B}$, чтобы выполнялось именно это условие, т. е. $n = 1$. τ — время движения электрона от конденсатора до экрана, t — период обращения электрона вокруг осевого поля соленоида.

Из сравнения (41.18) и (41.17) явствует, что среднее значение в экспериментах меньше единицы и составляет $n_{экс}$:

$$n_{экс} = 1/k = 0{,}9922007, \qquad (41.19)$$

причиной чему могут быть три обстоятельства.

1) Завышено расстояние l в $\sqrt{k}$ раз;

2) Занижено значение φ в k раз или завышено значение B в $\sqrt{k}$ раз;

3) Не учтено увеличение массы электрона в магнитном потоке соленоида в k раз за счет захвата им электрино. И это, на мой

взгляд, главная неучтенная ошибка всех экспериментов. Увеличение массы электрона составит Δm_e:

$$\Delta m_e = m_e' - m_e = km_e - m_e = m_e(k-1) = 7{,}1047 \cdot 10^{-33} \text{ кг}, \tag{41.20}$$

где $m'_e = km_e = 9{,}109534 \cdot 10^{-31}$ кг — конечная масса электрона, попадающего на экран. Число электрино, захваченных средним электроном составит $K_э$:

$$K_э = \Delta m_e / m_э = 1{,}0363114 \cdot 10^3, \tag{41.21}$$

а конечный заряд электрона составит e':

$$e' = (e + K_э \cdot э) = -1{,}6021686 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}. \tag{41.22}$$

Таким образом, по результатам экспериментального определения удельного заряда электрона справедливо писать

$$\frac{e}{m_e'} = \frac{8\pi^2 \cdot \varphi}{\mathcal{B}^2 \cdot l^2}. \tag{41.23}$$

Другим экспериментальным доказательством справедливости сказанного относительно определения удельного заряда электрона являются результаты испытаний термоядерного оружия в атмосфере. Существует система точных наблюдений, когда после взрыва водородной бомбы в южном полушарии, через время τ, электроны высыпали в северном полушарии на той же широте, вызывая там северное сияние. Из этого факта однозначно следует, что электроны и в этом случае перемещаются по винтовой траектории вокруг пучков геомагнитного поля.

§ 42. Решающие эксперименты.

Для любой новой физической идеи или теоретического открытия всегда найдется ряд решающих экспериментов, который однозначно решает быть или не быть ей. Так было в наше время с идеей высвобождения ядерной энергии. Ряд лабораторных опытов привел к выводу о возможности цепного деления Урана и к идее перевода потенциальной энергии атома в кинетическую. Дальнейшие опыты подвели физиков к решающему эксперименту — созданию и испытанию атомной бомбы, успешно проведенному в 1945 году группой Оппенгеймера. При этом данная идея не имела теоретического обоснования и полностью вызревала на лабораторных опытах. Суть же физического процесса, происходящего при взрыве атомной бомбы, и по сей день не понята классической физикой. Она объяснена только теперь, в рамках единой теории физики.

Иная участь постигла идею управляемого термоядерного синтеза, зародившуюся уже после успешного решающего эксперимента с

термоядерной бомбой. Взрыв водородной бомбы состоялся, а выделенная энергия на единицу массы оказалась в четыре раза больше, чем при взрыве атомной бомбы. Однако идея термояда сегодня находится в глубоком кризисе, ибо за 40 лет постоянных усилий ведущих лабораторий мира она не получила подтверждения решающим экспериментом. Как было показано выше, она никогда и не получит этого подтверждения, оставаясь на глубоко ошибочных воззрениях классической физики на суть явления, лежащего в основе идеи.

Ниже я изложу суть нескольких решающих экспериментов, призванных своими результатами сказать да или нет основным положениям единой теории физики, изложенным в этой книге. Экспериментаторы могут дополнить их своими, оригинальными опытами.

1. Измерение момента импульса фотона. В обзорной статье Д. Мак—Дональда [6, с. 185—216], посвященной успехам и перспективам криоэлектронной измерительной техники, показано, что, по состоянию на 1980 год, на СКВИДах достигнут порог чувствительности, чуть превосходящий постоянную Планка h. А в 1977 году К. Теше и Дж. Кларк теоретически обосновали, что для СКВИДа энергетический порог чувствительности составляет около $h/2 = 3{,}3 \cdot 10^{-34}$ Дж/Гц.

В рамках единой теории однозначно получено, что квантом энергии служит постоянная Герца

$$\hbar = m_s \cdot \mu/2 = 4{,}1106086 \cdot 10^{-34} \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2}\text{с}^{-1},$$

которая в расчете на один Герц составляет

$$\frac{\varepsilon_0}{\text{Гц}} = \frac{\hbar \cdot \nu_{\text{ед}}}{\text{Гц}} = 4{,}1106086 \cdot 10^{-34} \text{ Дж/Гц}$$

Эта величина проявляется в газах и жидкостях при взаимодействии электрино-посредника с полями осциллятора и световыми фотонами, независимо от частоты излучения. Предлагаю экспериментально измерить ε_0, как энергию единичного фотона, ибо технически это уже достижимо.

2. Измерение скорости распространения электрического тока по проводнику. Суть предлагаемого опыта состоит в том, чтобы зафиксировать на киноленте скоростной камеры время запаздывания между моментами загорания двух одинаковых источников света, питающихся от аккумуляторной батареи. Два источника света, S_1 и S_2, укрепляются на одной планке и помещаются в светозащитную камеру, разделенную на две части светонепроницаемой перегородкой. Свет от обоих источников должен быть сфокусирован на киноленту двумя самостоятельными пучками и, пройдя через общую горизонтальную щель, должны ложиться рядом, образуя две точки. Обе лампы должны подсоединяться к отрицательной клемме источника питания проводниками строго равной длины, а к положитель-

ной клемме — проводниками разной длины, l_1 и l_2, через общий переключатель. Изюминка опыта состоит в том, что разность хода электрического тока, обусловленная разной протяженностью проводников, приведет к запаздыванию момента загорания между лампочками на $\Delta\tau$:

$$\Delta\tau = \frac{(l_2 - l_1)}{v_0}. \tag{42.1}$$

И если за 1—2 с до включения источника питания, включить скоростную камеру, то после замыкания цепи, за период запаздывания второй лампочки, луч от первой прочертит на киноленте путь Δl:

$$\Delta l = \Delta\tau \cdot v, \tag{42.2}$$

где $v = \nu \cdot a$ — скорость протяжки киноленты, ν и a — частота и длина кадра. С учетом (42.1) получаем:

$$\Delta l = (l_2 - l_1) \cdot \frac{v}{v_0}, \tag{42.3}$$

$$v_0 = \frac{(l_2 - l_1) \cdot v}{\Delta l} = \frac{(l_2 - l_1) \cdot \nu \cdot a}{\Delta l}. \tag{42.4}$$

Ожидаемый результат $v_0 = 2{,}8992629 \cdot 10^8$ м·с$^{-1} \neq c$, полученный теоретически в рамках единой теории физики.

3. Измерение скорости распространения радиолуча локатора в атмосфере. Тут я не предлагаю своего варианта, но напомню, что скорость радиолуча равна скорости распространения электрического тока по проводнику v_0, но не скорости света c.

4. Измерение скорости распространения лазерного луча в атмосфере. Это измерение можно осуществить несколькими оптическими методами, а также локацией уголкового отражателя, находящегося на известном расстоянии. Скорость распространения лазерного луча, независимо от частоты, составляет v_0.

5. Измерение скорости распространения монохроматических пучков фиолетового и инфракрасного света. Единая теория утверждает, что масса фотона $m_э$ есть конечная, постоянная величина и не зависит от скорости движения, а шаговая скорость фотона c_i есть функция частоты:

$$c_i = \sqrt{\mu \cdot \nu_i}, \tag{42.5}$$

где $\mu = 119{,}91698$ м^2·с$^{-1}$ — постоянная Милликена, ν_i — частота фотонов в монохроматическом пучке лучей. Если в (42.5) вместо частоты ввести ее значение через шаг фотона $\nu_i = \mu/\lambda_i^2$, то получим:

$$c_i = \mu/\lambda_i \tag{42.6}$$

6. Испытание гелиевой бомбы. По канонам классической физики в основе термоядерной бомбы лежит процесс синтеза гелия-4 из атомов дейтерия и трития, согласно реакции

$$ {}_1^2\mathrm{D} + {}_1^3\mathrm{T} \rightarrow {}_2^4\mathrm{He} + n - 17{,}6 \cdot 10^6 \text{ эВ} \qquad (42.7) $$

Суть предлагаемого эксперимента состоит в сборке термоядерной бомбы по технологии сборки дейтоно-тритоновой бомбы, но с тем различием, чтобы вместо смеси дейтерия и трития ее зарядить природным гелием-4. Совершенно очевидно, согласно воззрениям классической физики, такая бомба не может стать термоядерным устройством, ибо гелий является конечным продуктом реакции синтеза. А в рамках единой теории любой газ, любая жидкость (в том числе и вода) и любое кристаллическое вещество, легко переходящее в газообразное состояние, могут служить термоядерным горючим. Стало быть, гелиевая бомба взорвется как термоядерное устройство. Окончательное слово — за экспериментом.

7. Эффект Доплера и некорректность преобразований Лоренца. Как всем хорошо известно, в основе специальной теории относительности /СТО/ лежат преобразования координат Лоренца. Известно и то, что в основе эффекта Доплера лежит принцип сложения скоростей, но какой из двух принципов сложения — классический, исходящий из преобразований координат Галилея, или релятивистский, основанный на преобразованиях Лоренца — вот вопрос, выдвинутый единой теорией физики. В рамках классической физики такая постановка вопроса бессмысленна, ибо в ней вот уже 70 лет утверждается, что в основе эффекта Доплера лежит релятивистский принцип сложения скоростей, а именно: луч света от неподвижного источника на земной поверхности, частоты ν, отражаясь от удаляющегося самолета, претерпевает красное смещение согласно уравнению

$$ \nu_1 = \nu \cdot \frac{\sqrt{1 - v^2/c^2}}{(1 + v/c)} = \nu \cdot \frac{(1 - v^2/c^2)}{(1 + v/c^2)} = \nu \cdot \frac{(1 - v/c)}{(1 + v/c)}, \text{ с}^{-1}, \qquad (42.8) $$

где ν_1 — частота отраженного луча, v — скорость самолета, c — скорость света. Тот же луч, отражаясь от приближающегося самолета, претерпевает фиолетовое смещение, согласно (42.9):

$$ \nu_2 = \nu \cdot \frac{(1 + v/c)}{(1 - v/c)}, \qquad (42.9) $$

где ν_2 — частота луча, отраженного от приближающегося самолета. При этом период колебания отраженного луча от удаляющегося и приближающегося самолетов составят соответственно τ_1 и τ_2:

$$ \tau_1 = \frac{1}{\nu_1} = \frac{1}{\nu} \cdot \frac{(1 + v/c)}{(1 - v/c)} = \tau \cdot \frac{(1 + v/c)}{(1 - v/c)}, \text{ с}, \qquad (42.10) $$

где τ — собственный период колебания луча неподвижного источника.

$$\tau_2 = \tau \cdot \frac{(1 - v/c)}{(1 + v/c)}. \qquad (42.11)$$

Длина волны отраженного света в рассматриваемых условиях, согласно классической теории составит λ_1 и λ_2:

$$\lambda_1 = c\tau_1 = c\tau \cdot \frac{(1 + v/c)}{(1 - v/c)} = \lambda \cdot \frac{(1 + v/c)}{(1 - v/c)}, \text{ м}, \qquad (4.12)$$

$$\lambda_2 = \lambda \cdot \frac{(1 - v/c)}{(1 + v/c)}, \qquad (4.13)$$

где λ — собственная длина волны источника.

В рамках единой теории физики нет места ни специальной, ни общей теории относительности, ибо они основаны на некорректных постулатах. Чтобы не быть голословным, сделаем анализ красного и синего смещения отраженного луча в рамках единой теории и *полученный результат сравним с* (42.8—42.13).

$$c_0 = \sqrt{\mu \cdot \nu_0}, \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}, \qquad (42.14)$$

$$\nu_0 = c_0^2/\mu, \text{ с}^{-1}, \qquad (42.15)$$

где c_0 — скорость распространения монохроматического пучка света от неподвижного источника, ν_0 — его частота, μ — постоянная Милликена.

$$\tau_0 = 1/\nu_0 = \mu/c_0^2, \text{ с}, \qquad (42.16)$$

$$\lambda_0 = \sqrt{\mu/\nu_0} = \sqrt{\mu^2/c_0^2} = \mu/c_0 \qquad (42.17)$$

где τ_0 и λ_0 — период колебания и шаг фотона в исследуемом пучке света. Теперь поместим этот источник света на борту самолета таким образом, чтобы пучок света мог направляться как по курсу самолета, так и назад. Самолет летит со скоростью $v = \text{Const}$. Рассмотрим количественную сторону красного и синего смещения. При этом приемник света, анализирующий частоту, размещается неподвижно *на высокой антенне. Рассматривая этот вопрос, необходимо* исходить из того, что несжимаемость луча света и безинерционность движения фотонов являются его неотъемлемыми свойствами. Именно эти свойства обуславливают классический принцип сложения скорости движения источника света v и собственную скорость распространения света c_0. При направлении луча света против курса самолета скорость его распространения составит величину c_1:

$$c_1 = (c_0 - v). \qquad (42.18)$$

а когда луч направлен по курсу самолета — c_2:

$$c_2 = (c_0 + v). \qquad (42.19)$$

Из соотношения c_1 и c_2 к c_0 легко установить количественную связь между ними.

$$\frac{c_1}{c_0} = \frac{(c_0 - v)}{c_0} = (1 - v/c_0), \text{ откуда} \tag{42.20}$$

$$c_1 = c_0 \cdot (1 - v/c_0). \tag{42.21}$$

$$\frac{c_2}{c_0} = \frac{(c_0 + v)}{c_0} = (1 + v/c_0), \tag{42.22}$$

$$c_2 = c_0 \cdot (1 + v/c_0). \tag{42.23}$$

Если теперь измерить частоту луча от удаляющегося самолета, то найдем ν_1:

$$\nu_1 = \frac{c_1^2}{\mu} = \frac{c_0^2 \cdot (1 - v/c_0)^2}{\mu} = \frac{c_0^2}{\mu} \cdot (1 - v/c_0)^2 = \nu_0 \cdot (1 - v/c_0)^2. \tag{42.24}$$

При этом период колебания и шаг фотона составят τ_1 и λ_1:

$$\tau_1 = \frac{\mu}{c_1^2} = \frac{\mu}{c_0^2 \cdot (1 - v/c_0)^2} = \frac{\mu}{c_0^2} \cdot \frac{1}{(1 - v/c_0)^2} = \frac{\tau_0}{(1 - v/c_0)^2}, \tag{42.25}$$

$$\lambda_1 = \frac{\mu}{c_1} = \frac{\mu}{c_0} \cdot \frac{1}{(1 - v/c_0)} = \frac{\lambda_0}{(1 - v/c_0)}. \tag{42.26}$$

Частота луча ν_2, период колебания τ_2 и шаг фотона λ_2 будут характеризовать луч, испускаемый приближающимся самолетом (синее смещение).

$$\nu_2 = \frac{c_2^2}{\mu} = \frac{c_0^2 \cdot (1 + v/c_0)^2}{\mu} = \nu_0 \cdot (1 + v/c_0)^2, \tag{42.27}$$

$$\tau_2 = \frac{\mu}{c_2^2} = \frac{\mu}{c_0^2 \cdot (1 + v/c_0)^2} = \frac{\tau_0}{(1 + v/c_0)^2}, \tag{42.28}$$

$$\lambda_2 = \frac{\mu}{c_2} = \frac{\mu}{c_0 \cdot (1 + v/c_0)} = \frac{\lambda_0}{(1 + v/c_0)}. \tag{42.29}$$

Из сравнения частот красного смещения по СТО (42.8) и в рамках единой теории (42.24) с очевидностью следует, что они существенно отличаются коэффициентами. Но, может быть, коэффициент классической теории $(1 - v/c)/(1 + v/c)$ равен коэффициенту единой теории $(1 - v/c_0)^2$ и оба метода дают одинаковый результат? На этот вопрос можно получить однозначный ответ, для чего необходимо приравнять правые части (42.8) и (42.24) и решить полученное уравнение при условии $c_0 = c$.

$$\frac{(1 - v/c)}{(1 + v/c)} = (1 - v/c)^2 \tag{42.30}$$

Решение этого уравнения приводит к абсурдному результату

$$v^2 \cdot (v/c - 1) = 0, \tag{42.31}$$

абсурдность которого состоит в том, что данное равенство выполняется лишь при условии $v = c$, т. е. при достижении самолетом скорости света, что принципиально недостижимо. Поэтому совершенно очевидно, что (42.31) представляет собой неравенство, в котором материальная часть является отрицательной величиной:

$$v^2 \cdot (v/c - 1) < 0. \tag{42.32}$$

Стало быть, соотношение (42.30) также является неравенством, т. е. классический коэффициент не равен коэффициенту единой теории:

$$\frac{(1 - v/c)}{(1 + v/c)} \neq (1 - v/c)^2 \tag{42.33}$$

Спор в этом вопросе между классической и единой теорией можно решить следующим экспериментом. Подготавливается к работе радиолокатор, работающий на частоте импульсов ν. Измеряется частота импульсов радиоэха ν_2 от приближающегося со скоростью v самолета и полученный результат сравнивается с ожидаемым по классической теории

$$\nu_2 = \nu \cdot \frac{(1 + v/v_0)}{(1 - v/v_0)}, \tag{42.34}$$

где $v_0 = 2{,}8992926 \cdot 10^8$ м$\cdot$с$^{-1}$ — скорость распространения радиолуча, и ожидаемым результатом по единой теории

$$\nu_2 = \nu \cdot (1 + v/v_0)^2 \tag{42.35}$$

В заключение хочу подчеркнуть, что в рамках единой теории по частоте радиоэха легко определяется скорость движения самолета v. Решение (42.35) относительно v приближающегося самолета приводит к квадратному уравнению

$$\nu \cdot v^2 + 2v_0\nu \cdot v + v_0^2 \cdot (\nu - \nu_2) = 0. \tag{42.36}$$

По частоте радиоэха удаляющегося самолета ν_1 имеем:

$$\nu \cdot v^2 - 2v_0\nu \cdot v + v_0^2 \cdot (\nu - \nu_1) = 0 \tag{42.37}$$

При решении же (42.34) относительно v приближающегося самолета получаем

$$v = v_0 \cdot \frac{(\nu_2 - \nu)}{(\nu_2 + \nu)} \tag{42.38}$$

а по частоте радиоэха удаляющегося самолета ν_1:

$$v = v_0 \cdot \frac{(\nu - \nu_1)}{(\nu + \nu_1)}. \tag{42.39}$$

Приложение 1

Гиперчастотные параметры некоторых газов в нормальных условиях

Параметр / Газ	Масса осциллятора, m, кг	Массовая плотность, ρ_0, кг·м$^{-3}$	$V_{g0} = m/\rho_0$, м^3. Объем глобулы	$d_{g0} = \sqrt[3]{6V_{g0}/\pi}$, м. Диаметр глобулы
Водород	$3{,}347377 \cdot 10^{-27}$	0,089879896	$3{,}7242777 \cdot 10^{-26}$	$4{,}1433137 \cdot 10^{-9}$
Гелий	$6{,}6465974 \cdot 10^{-27}$	0,17849993	$3{,}7235854 \cdot 10^{-26}$	$4{,}1430569 \cdot 10^{-9}$
Метан	$26{,}63986 \cdot 10^{-27}$	0,7168	$3{,}7164983 \cdot 10^{-26}$	$4{,}1404267 \cdot 10^{-9}$
Аммиак	$28{,}28017 \cdot 10^{-27}$	0,771	$3{,}6679857 \cdot 10^{-26}$	$4{,}1223383 \cdot 10^{-9}$
Неон	$33{,}508642 \cdot 10^{-27}$	0,90035	$3{,}7217351 \cdot 10^{-26}$	$4{,}1423706 \cdot 10^{-9}$
Азот	$46{,}51821 \cdot 10^{-27}$	1,25055	$3{,}71982 \cdot 10^{-26}$	$4{,}14166 \cdot 10^{-9}$
Окись углерода	$46{,}512565 \cdot 10^{-27}$	1,2504	$3{,}7198148 \cdot 10^{-26}$	$4{,}141658 \cdot 10^{-9}$
Воздух	$48{,}106712 \cdot 10^{-27}$	1,2929	$3{,}7208378 \cdot 10^{-26}$	$4{,}1420376 \cdot 10^{-9}$
Кислород	$53{,}134918 \cdot 10^{-27}$	1,42895	$3{,}7184588 \cdot 10^{-26}$	$4{,}1411547 \cdot 10^{-9}$
Фтор	$63{,}096356 \cdot 10^{-27}$	1,693	$3{,}7268963 \cdot 10^{-26}$	$4{,}1442845 \cdot 10^{-9}$
Аргон	$66{,}33645 \cdot 10^{-27}$	1,7839	$3{,}7186193 \cdot 10^{-26}$	$4{,}1412143 \cdot 10^{-9}$
Двуокись углерода	$73{,}080024 \cdot 10^{-27}$	1,977	$3{,}696511 \cdot 10^{-26}$	$4{,}1329911 \cdot 10^{-9}$
Хлор	$117{,}74437 \cdot 10^{-27}$	3,214	$3{,}6634838 \cdot 10^{-26}$	$4{,}1206452 \cdot 10^{-9}$
Криптон	$139{,}15576 \cdot 10^{-27}$	3,708	$3{,}7528522 \cdot 10^{-26}$	$4{,}1538832 \cdot 10^{-9}$
Ксенон	$218{,}03284 \cdot 10^{-27}$	5,851	$3{,}72642 \cdot 10^{-26}$	$4{,}144108 \cdot 10^{-9}$

Приложение 1 (продолжение)

Параметр / Газ	$N_0 = \rho_0/m$, м$^{-3}$. Объемная плотность осцилляторов	$E_0 = h \cdot f_0 = P_0 \cdot V_{g0}$, Дж. Энергия осцилляторов	$f_0 = E_0/h = P_0 V_{g0}/h$ с$^{-1}$. Частота осциллятора	A_0, м. Амплитуда колебаний
Водород	$2{,}6850843 \cdot 10^{25}$	$3{,}7736243 \cdot 10^{-21}$	$5{,}6949466 \cdot 10^{12}$	$4{,}1407094 \cdot 10^{-9}$
Гелий	$2{,}6855836 \cdot 10^{25}$	$3{,}7729229 \cdot 10^{-21}$	$5{,}6938881 \cdot 10^{12}$	$4{,}1417456 \cdot 10^{-9}$
Метан	$2{,}6907048 \cdot 10^{25}$	$3{,}7657419 \cdot 10^{-21}$	$5{,}683051 \cdot 10^{12}$	$4{,}1400982 \cdot 10^{-9}$
Аммиак	$2{,}7262919 \cdot 10^{25}$	$3{,}7165865 \cdot 10^{-21}$	$5{,}6088683 \cdot 10^{12}$	$4{,}1220236 \cdot 10^{-9}$
Неон	$2{,}6869187 \cdot 10^{25}$	$3{,}771048 \cdot 10^{-21}$	$5{,}6910586 \cdot 10^{12}$	$4{,}1421100 \cdot 10^{-9}$
Азот	$2{,}688302 \cdot 10^{25}$	$3{,}7691076 \cdot 10^{-21}$	$5{,}6881303 \cdot 10^{12}$	$4{,}1414722 \cdot 10^{-9}$
Окись углерода	$2{,}6883058 \cdot 10^{25}$	$3{,}7691023 \cdot 10^{-21}$	$5{,}6881223 \cdot 10^{12}$	$4{,}1414700 \cdot 10^{-9}$
Воздух	$2{,}6875667 \cdot 10^{25}$	$3{,}7701389 \cdot 10^{-21}$	$5{,}6896867 \cdot 10^{12}$	$4{,}141856 \cdot 10^{-9}$
Кислород	$2{,}6892861 \cdot 10^{25}$	$3{,}7677283 \cdot 10^{-21}$	$5{,}6860487 \cdot 10^{12}$	$4{,}1409902 \cdot 10^{-9}$
Фтор	$2{,}6831977 \cdot 10^{25}$	$3{,}7762776 \cdot 10^{-21}$	$5{,}6989509 \cdot 10^{12}$	$4{,}1441465 \cdot 10^{-9}$
Аргон	$2{,}6891701 \cdot 10^{25}$	$3{,}767891 \cdot 10^{-21}$	$5{,}6862943 \cdot 10^{12}$	$4{,}1410827 \cdot 10^{-9}$
Двуокись углерода	$2{,}7052536 \cdot 10^{25}$	$3{,}7454897 \cdot 10^{-21}$	$5{,}6524874 \cdot 10^{12}$	$4{,}1328706 \cdot 10^{-9}$
Хлор	$2{,}7296421 \cdot 10^{25}$	$3{,}7120249 \cdot 10^{-21}$	$5{,}6019842 \cdot 10^{12}$	$4{,}1205691 \cdot 10^{-9}$
Криптон	$2{,}6646399 \cdot 10^{25}$	$3{,}8025774 \cdot 10^{-21}$	$5{,}7386411 \cdot 10^{12}$	$4{,}1538209 \cdot 10^{-9}$
Ксенон	$2{,}6835401 \cdot 10^{25}$	$3{,}775795 \cdot 10^{-21}$	$5{,}6982225 \cdot 10^{12}$	$4{,}1440679 \cdot 10^{-9}$

Приложение 1 (продолжение)

Параметр / Газ	$v_0 = 2A_0 f_0$, м·с$^{-1}$ Линейная скорость осцилляторов	$u_0 = r_0 \cdot f_0$, м·с$^{-1}$ Скорость блуждания осцилляторов	$r_0 = \hbar / m v_0$, м Критическое расстояние осцилляторов	$s_0 = d_{g0} - A_0 - r_0$, м Длина дуги рассеяния осцилляторов	$\delta_0 = s_0 / r_0$, рад Угол рассеяния осцилляторов
Водород	$4{,}7162237 \cdot 10^4$	14,828484	$2{,}6037968 \cdot 10^{-12}$	$5{,}032 \cdot 10^{-16}$	$1{,}9325624 \cdot 10^{-4}$
Гелий	$4{,}7165271 \cdot 10^4$	7,4660922	$1{,}3112467 \cdot 10^{-12}$	$5{,}33 \cdot 10^{-17}$	$4{,}0648336 \cdot 10^{-5}$
Метан	$4{,}7056778 \cdot 10^4$	1,8635178	$3{,}2790798 \cdot 10^{-13}$	$5{,}9202 \cdot 10^{-16}$	$1{,}8054455 \cdot 10^{-3}$
Аммиак	$4{,}6239775 \cdot 10^4$	1,7631273	$3{,}1434635 \cdot 10^{-13}$	$3{,}5365 \cdot 10^{-16}$	$1{,}1250329 \cdot 10^{-3}$
Неон	$4{,}7145981 \cdot 10^4$	1,4808044	$2{,}6019841 \cdot 10^{-13}$	$4{,}0156 \cdot 10^{-16}$	$1{,}5433991 \cdot 10^{-3}$
Азот	$4{,}7114467 \cdot 10^4$	1,0668378	$1{,}8755509 \cdot 10^{-13}$	$2{,}4491 \cdot 10^{-16}$	$1{,}305803 \cdot 10^{-3}$
Окись углерода	$4{,}7114375 \cdot 10^4$	1,0669678	$1{,}8757821 \cdot 10^{-13}$	$4{,}2179 \cdot 10^{-16}$	$2{,}2486087 \cdot 10^{-3}$
Воздух	$4{,}7131725 \cdot 10^4$	1,0315148	$1{,}8129553 \cdot 10^{-13}$	$3{,}0447 \cdot 10^{-16}$	$1{,}6794126 \cdot 10^{-3}$
Кислород	$4{,}7091743 \cdot 10^4$	0,93409687	$1{,}6427873 \cdot 10^{-13}$	$2{,}2127 \cdot 10^{-16}$	$1{,}3469181 \cdot 10^{-3}$
Фтор	$4{,}7234574 \cdot 10^4$	0,78602573	$1{,}3792463 \cdot 10^{-13}$	$7{,}537 \cdot 10^{-17}$	$5{,}4645787 \cdot 10^{-4}$
Аргон	$4{,}7094829 \cdot 10^4$	0,74818675	$1{,}3157721 \cdot 10^{-13}$	$2{,}279 \cdot 10^{-17}$	$1{,}7320628 \cdot 10^{-4}$
Двуокись углерода	$4{,}6721997 \cdot 10^4$	0,68049613	$1{,}2038879 \cdot 10^{-13}$	$1{,}1121 \cdot 10^{-16}$	$9{,}237571 \cdot 10^{-4}$
Хлор	$4{,}6166725 \cdot 10^4$	0,42362227	$7{,}562004 \cdot 10^{-14}$	$4{,}7996 \cdot 10^{-16}$	$6{,}3469947 \cdot 10^{-3}$
Криптон	$4{,}7674574 \cdot 10^4$	0,35557171	$6{,}1960959 \cdot 10^{-14}$	$3{,}39041 \cdot 10^{-16}$	$5{,}4718488 \cdot 10^{-3}$
Ксенон	$4{,}7227641 \cdot 10^4$	0,22747171	$3{,}9919766 \cdot 10^{-14}$	$1{,}80234 \cdot 10^{-16}$	$4{,}5149062 \cdot 10^{-3}$

Приложение 1 (продолжение)

Параметр / Газ	$i_0 = m u_0$, кг·м·с$^{-1}$. Импульс осциллятора	R, м. Геометрический радиус осциллятора	$R_c = R/\sqrt[3]{2}$, м. Радиус вращения осциллятора	$\omega = v_c / R_c$, рад·с$^{-1}$ Угловая скорость осциллятора
Водород	$1{,}5786979 \cdot 10^{-22}$	$7{,}0816475 \cdot 10^{-14}$	$3{,}5760421 \cdot 10^{-14}$	$2{,}1635545 \cdot 10^{14}$
Гелий	$3{,}1348856 \cdot 10^{-22}$	$7{,}5535298 \cdot 10^{-14}$	$4{,}0480432 \cdot 10^{-14}$	$1{,}9112844 \cdot 10^{14}$
Метан	$1{,}2535859 \cdot 10^{-21}$	$9{,}735983 \cdot 10^{-14}$	$7{,}7274545 \cdot 10^{-14}$	$1{,}0012303 \cdot 10^{14}$
Аммиак	$1{,}3076686 \cdot 10^{-21}$	$9{,}9320685 \cdot 10^{-14}$	$7{,}8830876 \cdot 10^{-14}$	$9{,}8146343 \cdot 10^{13}$
Неон	$1{,}5797977 \cdot 10^{-21}$	$1{,}0510492 \cdot 10^{-13}$	$8{,}3421826 \cdot 10^{-14}$	$9{,}2745059 \cdot 10^{13}$
Азот	$2{,}1916806 \cdot 10^{-21}$	$1{,}8609671 \cdot 10^{-13}$	$1{,}4770505 \cdot 10^{-13}$	$5{,}2381162 \cdot 10^{13}$
Окись углерода	$2{,}1914104 \cdot 10^{-21}$	$1{,}8566773 \cdot 10^{-13}$	$1{,}4736456 \cdot 10^{-13}$	$5{,}250219 \cdot 10^{13}$
Воздух	$2{,}2673523 \cdot 10^{-21}$	$1{,}8733022 \cdot 10^{-13}$	$1{,}4868408 \cdot 10^{-13}$	$5{,}2036251 \cdot 10^{13}$
Кислород	$2{,}5022159 \cdot 10^{-21}$	$1{,}9454695 \cdot 10^{-13}$	$1{,}5441201 \cdot 10^{-13}$	$5{,}0105961 \cdot 10^{13}$
Фтор	$2{,}9803294 \cdot 10^{-21}$	$1{,}030118 \cdot 10^{-13}$	$8{,}176054 \cdot 10^{-14}$	$9{,}4629538 \cdot 10^{13}$
Аргон	$3{,}1241037 \cdot 10^{-21}$	$1{,}3199431 \cdot 10^{-13}$	$1{,}0476394 \cdot 10^{-13}$	$7{,}3851386 \cdot 10^{13}$
Двуокись углерода	$3{,}4144446 \cdot 10^{-21}$	$1{,}9454695 \cdot 10^{-13}$	$1{,}5441201 \cdot 10^{-13}$	$5{,}0105961 \cdot 10^{13}$
Хлор	$5{,}4358719 \cdot 10^{-21}$	$1{,}2684281 \cdot 10^{-13}$	$1{,}006752 \cdot 10^{-13}$	$7{,}6850725 \cdot 10^{13}$
Криптон	$6{,}6341915 \cdot 10^{-21}$	$1{,}6898209 \cdot 10^{-13}$	$1{,}3412116 \cdot 10^{-13}$	$5{,}7686365 \cdot 10^{13}$
Ксенон	$1{,}0297176 \cdot 10^{-20}$	$1{,}9627246 \cdot 10^{-13}$	$1{,}5578154 \cdot 10^{-13}$	$4{,}9665462 \cdot 10^{13}$

Параметр / Газ	$t = 2\pi/\omega$, с. Период вращения осциллятора	β, K^{-1}. Коэффициент температурного расширения	$k_0 = hf_0 \cdot \beta$, Дж·K^{-1}. Постоянная Больцмана	$\psi_0 = k_0/h$, $k^{-1} \cdot c^{-1}$. Частотная постоянная
Водород	$2{,}904103 \cdot 10^{-14}$	$3{,}660000 \cdot 10^{-3}$	1,3811464·10–23	$2{,}0843503 \cdot 10^{10}$
Гелий	$3{,}2874151 \cdot 10^{-14}$	$3{,}658000 \cdot 10^{-3}$	1,3801351·10–23	$2{,}0828241 \cdot 10^{10}$
Метан	$6{,}2754644 \cdot 10^{-14}$	$3{,}688000 \cdot 10^{-3}$	1,3888056·10–23	$2{,}0959091 \cdot 10^{10}$
Аммиак	$6{,}4018536 \cdot 10^{-14}$	$3{,}805000 \cdot 10^{-3}$	1,4141611·10–23	$2{,}1341743 \cdot 10^{10}$
Неон	$6{,}7746845 \cdot 10^{-14}$	$3{,}660000 \cdot 10^{-3}$	$1{,}3802035 \cdot 10^{-23}$	$2{,}0829273 \cdot 10^{10}$
Азот	$1{,}1995123 \cdot 10^{-13}$	$3{,}674000 \cdot 10^{-3}$	1,3842633·10–23	$2{,}0890543 \cdot 10^{10}$
Окись углерода	$1{,}1967472 \cdot 10^{-13}$	$3{,}680000 \cdot 10^{-3}$	1,3870296·10–23	$2{,}0932289 \cdot 10^{10}$
Воздух	$1{,}207463 \cdot 10^{-13}$	$3{,}6609921 \cdot 10^{-3}$	1,3802449·10–23	$2{,}0829897 \cdot 10^{10}$
Кислород	$1{,}2539795 \cdot 10^{-13}$	$3{,}674000 \cdot 10^{-3}$	1,3842633·10–23	$2{,}0890543 \cdot 10^{10}$
Фтор	$6{,}6397716 \cdot 10^{-14}$	—	—	—
Аргон	$8{,}5078771 \cdot 10^{-14}$	$3{,}674000 \cdot 10^{-3}$	1,3843231·10–23	$2{,}0891444 \cdot 10^{10}$
Двуокись углерода	$1{,}2539795 \cdot 10^{-13}$	$3{,}726000 \cdot 10^{-3}$	1,3955694·10–23	$2{,}1061167 \cdot 10^{10}$
Хлор	$8{,}1758307 \cdot 10^{-14}$	$3{,}830000 \cdot 10^{-3}$	1,4217055·10–23	$2{,}1455599 \cdot 10^{10}$
Криптон	$1{,}0891976 \cdot 10^{-13}$	—	—	—
Ксенон	$1{,}2651015 \cdot 10^{-13}$	—	—	—

Параметр / Газ	$T_0 = 1/\beta$, K. Температура термодинамического нуля	$\xi_0 = h/k_0$, K·с Температурная постоянная	$\eta_0 = \frac{m \cdot f_0}{\pi d_{g0}}$, Па·с. Вязкость	$\gamma_0 = \beta_0/\beta$. Коэффициент конденсации
Водород	273,22404	$4{,}7976579 \cdot 10^{-11}$	$1{,}4645244 \cdot 10^{-6}$	0,998635
Гелий	273,37342	$4{,}8011734 \cdot 10^{-11}$	$2{,}9076194 \cdot 10^{-6}$	0,999181
Метан	271,14967	$4{,}771199 \cdot 10^{-11}$	$1{,}1639077 \cdot 10^{-5}$	0,9910532
Аммиак	262,81208	$4{,}6856528 \cdot 10^{-11}$	$1{,}2247959 \cdot 10^{-5}$	0,9605793
Неон	273,22404	$4{,}8009355 \cdot 10^{-11}$	$1{,}4653827 \cdot 10^{-5}$	0,998635
Азот	272,1829	$4{,}7868552 \cdot 10^{-11}$	$2{,}0336125 \cdot 10^{-5}$	0,9948297
Окись углерода	271,73913	$4{,}7773082 \cdot 10^{-11}$	$2{,}0333638 \cdot 10^{-5}$	0,9932077
Воздух	273,15	$4{,}8007918 \cdot 10^{-11}$	$2{,}10344 \cdot 10^{-5}$	0,9983644
Кислород	272,1829	$4{,}7868552 \cdot 10^{-11}$	$2{,}3223052 \cdot 10^{-5}$	0,9948297
Фтор	—	—	$2{,}761848 \cdot 10^{-5}$	—
Аргон	272,1829	$4{,}7866484 \cdot 10^{-11}$	$2{,}8993723 \cdot 10^{-5}$	0,9948297
Двуокись углерода	268,38432	$4{,}7480749 \cdot 10^{-11}$	$3{,}1814415 \cdot 10^{-5}$	0,9809458
Хлор	261,0966	$4{,}660788 \cdot 10^{-11}$	$5{,}0952671 \cdot 10^{-5}$	0,9543092
Криптон	—	—	$6{,}1193617 \cdot 10^{-5}$	—
Ксенон	—	—	$9{,}542900 \cdot 10^{-5}$	—

Фундаментальные константы единой теории физики

№ №	Константа	Аналитическое выражение	Численное значение
		Свойства электрино	
1	Масса электрино	$m_э = (m_n - n_e \cdot m_e)/n_э$	$6{,}8557572 \cdot 10^{-36}$ кг
2	Заряд электрино	$э = (Z_{n_э} + n_e \cdot e)/n_э$	$1{,}9876643 \cdot 10^{-12}$ Кл
3	Диаметр электрино	$d_э = \sqrt[3]{6m_э/\pi\rho_э}$	$1{,}1067247 \cdot 10^{-16}$ м
4	Геометрический радиус	$R_э = d_э/2$	$5{,}5336235 \cdot 10^{-17}$ м
5	Радиус вращения электрино	$R_{cэ} = R_э/\sqrt[3]{2}$	$4{,}3920397 \cdot 10^{-17}$ м
6	Угловая скорость вращения	$\omega_э = v_c/R_{cэ}$	$1{,}7615874 \cdot 10^{17}$ рад·с$^{-1}$
7	Объем электрино	$V_э = \pi \cdot d_э^3/6$	$7{,}0976958 \cdot 10^{-49}$ м^3
8	Массовая плотность	$\rho_э = m_э/V_э$	$9{,}6591307 \cdot 10^{12}$ кг·м$^{-3}$
9	Площадь поверхности	$s_э = \pi \cdot d_э^2$	$3{,}8479467 \cdot 10^{-32}$ м^2
10	Плотность заряда	$j_э = э/s_э$	$5{,}1655193 \cdot 10^{4}$ Кл·м$^{-2}$
11	Удельный заряд электрино	$э_m = э/m_э$	$2{,}8992629 \cdot 10^{8}$ Кл·кг$^{-1}$
12	Секториальная скорость электрино-фотона, пост. Милликена	$\mu = u_{эл} \cdot r_l = 2\hbar/m_э$	119,91698 м^2·с$^{-1}$
13	Момент импульса электрино-посредника и фотона, пост. Герца	$\hbar = m_э \cdot \mu/2$	$4{,}1106086 \cdot 10^{-34}$ кг·м^2·с$^{-1}$
14	Момент импульса осциллятора, пост. Планка	$h = m_э \cdot \mu \cdot a/2$	$6{,}626268 \cdot 10^{-34}$ кг·м^2·с$^{-1}$
15	Концентрация заряда электрино	$э(v) = э/V_э$	$2{,}800436 \cdot 10^{21}$ Кл·м$^{-3}$
16	Максимальная скорость электрино, равная предельной скорости в природе	$v_v = P/m_э \cdot d_э \cdot \nu_{ед}$	$1{,}7183514 \cdot 10^{30}$ м·с$^{-1}$
		Свойства электрона	
17	Масса электрона	$m_e = (m_n - n_э \cdot m_э)/n_e$	$9{,}038487 \cdot 10^{-31}$ кг
18	Заряд электрона	$e = (Z_n + n_э \cdot m_э)/n_e$	$-1{,}6021892 \cdot 10^{-19}$ Кл
19	Удельный заряд электрона	$e_m = e/m_e$	$-7726298 \cdot 10^{11}$ Кл·кг$^{-1}$
20	Диаметр электрона	$d_e = \sqrt[3]{6m_e/\pi \cdot \rho_e}$	$6{,}63655765 \cdot 10^{-16}$ м
21	Геометрический радиус	$R_e = d_e/2$	$3{,}318278825 \cdot 10^{sup} - 16$ м
22	Радиус вращения	$R_{ce} = R_e/\sqrt[3]{2}$	$2{,}6337195 \cdot 10^{-16}$ м
23	Угловая скорость вращения	$\omega_e = v_c/R_{ce}$	$2{,}9376561 \cdot 10^{16}$ рад·с$^{-1}$
24	Объем электрона	$V_e = \pi \cdot d_e^3/6$	$1{,}5304785 \cdot 10^{-46}$ м^3
25	Площадь поверхности электрона	$S_e = \pi \cdot d_e^2$	$1{,}3836798 \cdot 10^{-30}$ м^2
26	Плотность заряда	$j_e = e/S_e$	$-1{,}157919 \cdot 10^{11}$ Кл·м$^{-2}$
27	Плотность массы	$\rho_e = m_e/V_e$	$5{,}9056608 \cdot 10^{15}$ кг·м$^{-3}$
28	Концентрация заряда электрона	$e(v) = e/V_e$	$-1{,}046855 \cdot 10^{27}$ Кл·м$^{-3}$

№ №	Константа	Аналитическое выражение	Численное значение
		Свойства нейтрона	
29	Масса нейтрона	$m_n = (n_э \cdot m_э + n_e \cdot m_e)$	$1{,}6605700 \cdot 10^{-27}$ кг
30	Модуль суммарного заряда	$Z_n = (n_э \cdot э + n_e \cdot e)$	$\pm\ 9{,}6131352 \cdot 10^{-19}$ Кл
31	Диаметр нейтрона	$a_n = \sqrt[3]{6m_n/\pi \cdot \rho_n}$	$7{,}0112108 \cdot 10^{-14}$ м
32	Геометрический радиус	$R_n = d_n/2$	$3{,}5056054 \cdot 10^{-14}$ м
33	Радиус вращения нейтрона	$R_{cn} = R_n/\sqrt[3]{2}$	$2{,}7824007 \cdot 10^{-14}$ м
34	Угловая скорость вращения	$\omega_n = v_c/R_{cn}$	$2{,}7806786 \cdot 10^{14}$ рад·с$^{-1}$
35	Объем нейтрона	$V_n = \pi \cdot d_n^3/6$	$1{,}8045863 \cdot 10^{-40}$ м^3
36	Плотность массы нейтрона	$\rho_n = m_n/V_n$	$9{,}2019428 \cdot 10^{12}$ кг·м$^{-3}$
37	Концентрация заряда в нейтроне	$Z_n(V) = Z_n/V_n$	$\pm\ 5{,}3270576 \cdot 10^{21}$ Кл·м$^{-3}$
38	Площадь поверхности нейтрона	$S_n = \pi \cdot d_n^2$	$1{,}5443150 \cdot 10^{-26}$ м^2
39	Плотность заряда нейтрона	$j_n = Z_n/S_n$	$\pm\ 6{,}2248538 \cdot 10^{7}$ Кл·м$^{-2}$
40	Число электронов в нейтроне	$n_e = (m_n - n_э \cdot m_э)/m_e$	3
41	Число электрино в нейтроне	$n_э = (m_n - n_e \cdot m_e)/m_э$	$2{,}4181989 \cdot 10^{8}$
42	Коэффициент межэлектринной полости	$Ъ = V/\pi \cdot d_э^3$	$5{,}0458047 \cdot 10^{-2}$
43	Объем единичной межэлектринной полости в нейтроне	$\Delta V = Ъ \cdot \pi d_э^3$	$3{,}5813587 \cdot 10^{-50}$ м^3
44	Суммарный объем полостей в нейтроне	$\Delta V_n = n_э \cdot \Delta V$	$8{,}6504376 \cdot 10^{-42}$ м^3
45	Высота сегмента электрона, выступающего из тела нейтрона	$h_e = 2R_e \cdot q_\lambda/e$	$1{,}6266952 \cdot 10^{-17}$ м
46	Диаметр этого сегмента, равный диаметру электронного луча	$d_\lambda = \sqrt{4q_\lambda/\pi \cdot j_e}$	$2{,}0780429 \cdot 10^{-16}$ м
47	Заряд электронного луча нейтрона	$q_\lambda = \pi R_э^2 \cdot \sigma_n/-\varphi$	$-\ 3{,}9271467 \cdot 10^{-21}$ Кл
48	Поверхностное натяжение	$\sigma_n = q_\lambda \cdot \varphi/\pi R_э^2$	$8{,}4425015 \cdot 10^{4}$ Н·м$^{-1}$
49	Электродинамический потенциал нейтрона, пост. Чедвика	$\varphi = \dfrac{m_n \cdot v_c^2}{n_э \cdot э} = \dfrac{m_n \cdot v_c^2}{n_e \cdot e}$	$\pm\ 2{,}0680598 \cdot 10^{-7}$ В
50	Электростатическая энергия связи нейтрона	$E_n = \varphi_n \cdot Z_n$	$5{,}4608428 \cdot 10^{-13}$ Дж
51	Электростатическое напряжение нейтрона	$\varphi_n = E_n/Z_n$	$5{,}6806055 \cdot 10^{5}$ В
52	Электростатическое напряжение электрино в составе нейтрона	$\varphi_э = \varphi_n/2n_э$	$1{,}1745529 \cdot 10^{-3}$ В

№ №	Константа	Аналитическое выражение	Численное значение
53	Электростатическое напряжение электрона в составе нейтрона	$\varphi_e = \varphi_n / 2n_e$	$9{,}4676758 \cdot 10^{4}$ В
54	Энергия полного расщепления нейтрона, пост. Курчатова	$\kappa = \sqrt{n_e \cdot n_э \cdot \hbar \nu_{ед} \cdot \varepsilon_{ед}}$	$5{,}4608428 \cdot 10^{-13}$ Дж
55	Предел прочности нейтрона	$P_n = 3\sigma_n / R_n$	$7{,}2248587 \cdot 10^{18}$ Па
56	Прочность внешнего электрино нейтрона	$P_э(n) = w / R_n \cdot \pi R_э^2$	$1{,}6071644 \cdot 10^{16}$ Па
57	Удельная по заряду масса, пост. Перрена	$p = \dfrac{m_n}{n_э \cdot э} = \dfrac{m_n}{n_e \cdot e}$	$\pm\, 3{,}4547938 \cdot 10^{-9}$ кг·Кл$^{-1}$
58	Энергия связи одного электрино в нейтроне, пост. Резерфорда	$\mathcal{P} = 4\pi R_n^2 \cdot \sigma_n$	$1{,}3037881 \cdot 10^{-21}$ Дж
59	Энергия отрыва внешнего электрино, пост. Ван-дер-Ваальса	$w = q_\lambda \cdot \varphi = \pi R_э^2 \cdot \sigma_n$	$\pm\, 8{,}1215742 \cdot 10^{-28}$ Дж
60	Энергетический эквивалент ФПВР единичной массы	$C_n = \kappa / m_n = \mathrm{K} \cdot N_A$	$3{,}2885352 \cdot 10^{14}$ Дж·кг$^{-1}$
61	Число нейтронов в единичной массе, пост. Авогадро	$N_A = 1 / m_n$	$6{,}0220285 \cdot 10^{26}$ кг$^{-1}$
62	Элементарный импульс отрицательного поля нейтрона	$\Delta\pi = n_e \cdot e / n_э$	$-\, 1{,}9876643 \cdot 10^{-27}$ Кл
63	Квант положительного поля нейтрона	$\Delta Z = \pi d_\lambda^2 j_n / 4$	$2{,}1125234 \cdot 10^{-24}$ Кл
64	Число электрино внешнего слоя нейтрона	$n_э(s) = d_n^2 / R_э^2 \cdot (1 + \gamma)$	$1{,}526962 \cdot 10^{6}$
65	Коэффициент межэлектринной полуполости внешнего слоя	$\mathcal{T}_b(s) = \dfrac{(V_{\mathrm{He}} - 4V_n - \Delta V_{\mathrm{He}}}{4V_n}$	1,4886022
66	Объем единичной полуполости внешнего слоя	$\Delta V(s) = \mathcal{T}_b(s) \cdot \pi d_э^2 / 6$	$1{,}0565645 \cdot 10^{-48}$ м^3
67	Соотношение диаметров электрино, электрона и нейтрона	$d_э : d_e : d_n$	1 : 6 : 633
	Постоянные электродинамики		
68	Скорость электрического тока	$\upsilon_0 = h_i \cdot \omega_i$	$2{,}8992629 \cdot 10^{8}$ м·с$^{-1}$
69	Квант продольного смещения напряжения тока	$w_0 = h_l V_n = э / \varepsilon_0$	$2{,}244886 \cdot 10^{-16}$ В·м
70	Квант магнитного потока	$\Phi_0 = w_0 / \upsilon_0$	$7{,}7429542 \cdot 10^{-25}$ В·с
71	Электрическая постоянная	$\varepsilon_0 = 1 / \mu_0 \cdot \upsilon_0^2 = э / w_0$	$8{,}8541878 \cdot 10^{-12}$ Ф·м$^{-1}$
72	Магнитная постоянная	$\mu_0 = 1 / \varepsilon_0 \upsilon_0^2$	$1{,}3436188 \cdot 10^{-6}$ Гн·м$^{-1}$

№ №	Константа	Аналитическое выражение	Численное значение
73	Постоянная сопротивления	$R_0 = w_0/I_0 = \Phi_0/э$	$3{,}895504 \cdot 10^2$ Ом
74	Верхний предел индукции	$B_0 = \Phi_0/\pi R_э^2$	$8{,}048920 \cdot 10^7$ Тл
75	Квант продольного смещения электрического тока	$I_0 = э \cdot \nu_0$	$5{,}7627613 \cdot 10^{-19}$ А·м
76	Постоянная Франклина	$\nu_0 = J_{сд}/э$	$5{,}0310306 \cdot 10^{26}$ с$^{-1}$
77	Число Франклина, число электрино в одном ампере	$N_Ф = \nu_0 \cdot \tau_{сд}$	$5{,}0310306 \cdot 10^{26}$
78	Один ампер тока	$I_{сд} = \nu_0 \cdot э$	1 А
79	Постоянная натяжения магнитного поля	$\sigma_m = \alpha \cdot э^2/\pi R_э^2$	$4{,}2730409 \cdot 10^{-2}$ Н·м$^{-1}$
80	Избыточный заряд атома Al	$q_{Al} = (2\Delta q_{Al} - 3z_0)/2$	$-2{,}4892436 \cdot 10^{-19}$ Кл
81	Квант избыточного заряда атома Al	$\Delta q_{Al} = \dfrac{[m_n(A - A_0) + m_e] \cdot э}{m_э}$	$-8{,}6253867 \cdot 10^{-21}$ Кл
82	Электростатический потенциал алюминиевого проводника	$\varphi_{Al} = \alpha \cdot \Delta q_{Al}$	$-8{,}9742594 \cdot 10^{-1}$ В
83	Секториальная скорость электрино в электростатическом поле алюминиевого проводника	$v_s(Al) = э \cdot \varphi_{Al}/m_э \cdot \omega_{сд}$	$-2{,}6018737 \cdot 10^8$ м^2·с$^{-1}$
84	Момент импульса электрино в поле алюминиевого проводника	$L_э(Al) = m_э \cdot v_s(Al)$	$1{,}7837814 \cdot 10^{-27}$ кг·м^2·с$^{-1}$
	Постоянные по другим разделам		
85	Атомная единица массы	$u \equiv 1$а.е.м. $= m_n$	$1{,}6605700 \cdot 10^{-27}$ кг
86	Коэффициент сферичности глобулы	$a = \sqrt[3]{4\pi/3}$	1,611992 рад
87	Объем единичной полости между нуклонами в трансгелиевых атомах	$\Delta V_a = 2 \cdot \pi a_n^3/6$	$9{,}2306328 \cdot 10^{-42}$ м^3
88	Постоянная радиуса атома	$c_0 = R_i/\sqrt[3]{Ai}$	$4{,}01268 \cdot 10^{-14}$ м
89	Постоянная линейной скорости центра вращения	$v_c = R_{ci} \cdot \omega_i$	7,7369622 м·с$^{-1}$
90	Энергетическая постоянная свободного вращения тел, пост. Томсона	$\tau = R_{ci}^2 \cdot \omega_i^2$	59,860585 м^2·с$^{-2}$
91	Электростатическая постоянная	$\gamma = \varphi R_n/э = \hbar \nu_{сд} R_n/э^2$	$3{,}6473973 \cdot 10^6$ Дж·м·Кл$^{-2}$
92	Электродинамическая постоянная	$\alpha = \varphi/э = h \nu_{сд}/э^2$	$1{,}0404472 \cdot 10^{20}$ Дж·Кл$^{-2}$
93	Электродинамическая постоянная электрона-генератора	$\beta = 3\varphi r_0/эR_n$	$4{,}6772342 \cdot 10^{22}$ Дж·Кл$^{-2}$

№ №	Константа	Аналитическое выражение	Численное значение
94	Постоянная электринного напряжения	$S_0 = \pi R_n^2 \cdot \mathcal{P}/w$	$1{,}2395746 \cdot 10^{-20}$ м^2
95	Постоянная межатомного напряжения	$k_p = \mathcal{P}/w$	$1{,}6053391 \cdot 10^{6}$
96	Постоянная критического сближения пары осцилляторов в газах	$r_0 = A_i r_i$	$5{,}2530416 \cdot 10^{-12}$ м
97	Натяжение электрона-генератора, пост. Майера	$\varkappa = \beta e^2/\pi R_e^2$	$3{,}4708918 \cdot 10^{15}$ Н$\cdot$м$^{-1}$
98	Энергетическая постоянная солнечной плазмы	$k_\odot = f_i h_\odot / \mathrm{T}_i$	$5{,}5393714 \cdot 10^{-12}$ Дж$\cdot$К$^{-1}$
99	Момент импульса осциллятора солнечной плазмы	$h_\odot = \alpha \cdot q_\lambda^2 / 2\nu_{\text{сп}}$	$8{,}0231385 \cdot 10^{-22}$ кг$\cdot$м$^2\cdot$с$^{-1}$
100	Энергетическая постоянная нулевого колебания молекулы H_2O в триаде пара	$k_0^{\text{п}} = (k^{\text{п}} - k_{\text{к}} - k_\omega)/\gamma^{\text{п}}$	$9{,}3067113 \cdot 10^{-24}$ Дж$\cdot$К$^{-1}$
101	Энергетическая постоянная нулевого колебания молекул монокристалла воды	$k_0^{\text{к}} = m_0 v_0^2 \sin \alpha_0 / 2\mathrm{T}_0$	$4{,}5354718 \cdot 10^{-25}$ Дж$\cdot$К$^{-1}$
102	Электродинамический потенциал молекулы воды	$\varphi_{H_2O} = \alpha \cdot z_{H_2O}$	$7{,}9341486 \cdot 10^{-1}$ В
103	Коэффициент конденсации водяного пара в жидкую фазу	$\gamma \equiv \rho^{\text{ж}} \cdot P^{\text{п}} / \rho^{\text{п}} \cdot \rho_0$	$1{,}2537013 \cdot 10^{3}$
104	Коэффициент конденсации молекул H_2O в пар	$\gamma^{\text{п}} = m_{\text{т}}/m_0$	3
105	Масса триады, монокристалла водяного пара	$m_{\text{т}} = \gamma^{\text{п}} \cdot m_0$	$8{,}9746569 \cdot 10^{-26}$ кг
106	Масса молекулы H_2O	$m_0 = \left(2m_{\text{H}} + \frac{1}{2} m_{\text{O}_2}\right)$	$2{,}9915523 \cdot 10^{-26}$кг
107	Избыточный заряд электроположительных молекул воды	$Z_{H_2O} = (Z_0 + 2Z_{\text{H}} + e)$	$7{,}6257100 \cdot 10^{-21}$ Кл
108	Избыточный заряд электроотрицательных молекул воды	$q_{H_2O} = (Z_0 + 2Z_{\text{H}} + 2e)$	$-1{,}5259321 \cdot 10^{-19}$Кл
109	Масса суперосциллятора воды	$m_s = \gamma^{\text{п}} \cdot \gamma \cdot \dot{m}_0$	$1{,}1251539 \cdot 10^{-22}$ кг
110	Избыточный заряд атома водорода	$Z_{\text{H}} = \mathrm{K}_{\text{э}}(\text{H}) \cdot \text{э}$	$3{,}8226563 \cdot 10^{-21}$ Кл
111	Избыточный заряд атома кислорода	$Z_{\text{O}} = [\mathrm{K}_{\text{э}}(\text{O}) \cdot \text{э} - e]$	$1{,}6019932 \cdot 10^{-19}$ Кл
112	Электродинамический потенциал молекулы стекла	$\varphi_{SiO_2} = 2k_\varphi \cdot \varphi$	$3{,}3917793 \cdot 10^{-4}$ В

Периодическая система элементов Д. И. Менделеева, составленная по наиболее

Группы / Периоды	I	II	III	IV	V
1					
2	**Li** 7 7,0160 *5* Литий	**Be** 9 9,0122 6 Бериллий	11 **B** 11,0093 7 Бор	12 **C** 12,0000 8 Углерод	14 **N** 14,0031 9 Азот
3	**Na** 23 22,9898 13 Натрий	**Mg** 24 23,9850 14 Магний	27 **Al** 26,9815 15 Алюминий	28 **Si** 27,9769 16 Кремний	31 **P** 30,9738 17 Фосфор
4	**K** 39 38,9637 21 Калий	**Ca** 40 39,9626 22 Кальций	**Sc** 45 44,9559 23 Скандий	**Ti** 48 47,9479 24 Титан	**V** 51 50,9440 25 Ванадий
	63 **Cu** 62,9298 *31* Медь	64 **Zn** 63,9291 32 Цинк	69 **Ga** 68,9257 33 Галлий	74 **Ge** 73,9219 34 Германий	75 **As** 74,9216 35 Мышьяк
5	**Rb** 85 84,9117 39 Рубидий	**Sr** 88 87,9056 40 Стронций	**Y** 89 88,9059 41 Иттрий	**Zr** 90 89,9047 42 Цирконий	**Nb** 93 92,9064 43 Ниобий
	107 **Ag** 106,9051 *49 Серебро*	114 **Cd** 113,9034 *50 Кадмий*	115 **In** 114,9039 *51 Индий*	120 **Sn** 119,9022 *52 Олово*	121 **Sb** 120,9038 *53 Сурьма*
6	**Cs** 133 132,9054 57 Цезий	**Ba** 138 137,9052 58 Барий	**La** 139 138,9064 59 Лантан	**Hf** 180 179,9466 74 Гафний	**Ta** 181 180,9480 75 Тантал
	197 **Au** 196,9665 81 Золото	202 **Hg** 201,9706 82 Ртуть	205 **Tl** 204,9744 83 Таллий	208 **Pb** 207,9766 84 Свинец	209 **Bi** 208,9804 85 Висмут
7	**Fr** [223] 89 Франций	**Ra** [226] 90 Радий	**Ac** [227] 91 Актиний	**Th** 232 232,0381 92 Торий	**Pa** [231] 93 Протактиний

распространенным в природе изотопам, без усреднения, по данным на 1983 г.

VI	VII	VIII			IX
		1 **H** 1,0078 1 Водород	2 **D** 2,0141 2 Дейтерий	3 **T** 3,016997 3 Тритий	4 **He** 4,0026 4 Гелий
16 **O** 15,999415 10 Кислород	19 **F** 18,998403 11 Фтор				20 **Ne** 19,9924 12 Неон
32 **S** 31,9721 18 Сера	35 **Cl** 34,9688 19 Хлор				40 **Ar** 39,9624 20 Аргон
Cr 52 51,9405 26 Хром	**Mn** 55 54,9380 27 Марганец	**Fe** 56 55,9349 28 Железо	**Ni** 58 57,9353 29 Никель	**Co** 59 58,9332 30 Кобальт	
80 **Se** 79,9165 36 Селен	79 **Br** 78,9183 37 Бром				84 **Kr** 83,9115 38 Криптон
Mo 98 97,9054 44 Молибден	**Tc** 98 97,9072 45 Технеций	**Ru** 102 101,9056 46 Рутений	**Rh** 103 102,9055 47 Родий	**Pd** 106 105,9035 48 Палладий	
130 **Te** 129,9062 54 Теллур	127 **I** 126,9045 55 Йод				132 **Xe** 131,9041 56 Ксенон
W 184 183,9540 76 Вольфрам	**Re** 187 186,9558 77 Рений	**Os** 192 191,9615 78 Осмий	**Ir** 193 192,9629 79 Иридий	**Pt** 195 194,9648 80 Платина	
Po [209] 86 Полоний	**At** [210] 87 Астат				**Rn** [222] 88 Радон
U 238 238,0508 94 Уран	Атомное число Атомная масса Порядковый номер	1 H 1,0078 1 Водород	символ и его подгруппа		

Лантаноиды

Ce 140 139,9054 60 Церий	**Pr** 141 140,9077 61 Празеодим	**Nd** 142 141,9077 62 Неодим	**Pm** 145 144,9128 63 Прометий
Sm 152 151,9197 64 Самарий	**Eu** 153 152,9212 65 Европий	**Gd** 158 157,9241 66 Гадолиний	**Tb** 159 158,9254 67 Тербий
Dy 164 163,9292 68 Диспрозий	**Ho** 165 164,9304 69 Гольмий	**Er** 166 165,9303 70 Эрбий	**Tm** 169 168,9342 71 Тулий
	Yb 174 173,9389 72 Иттербий	**Lu** 175 174,9408 73 Лютеций	

СПИСОК

цитированной литературы

1. *М. Планк.* О необратимых процессах излучения. Ann. Phys., 1, 69—122, 1900. А также в кн. Х.—Г. Шёпф. От Кирхгофа до Планка. М., Мир, 1981, 158—163.
2. *М. Планк.* О законе распределения энергии в нормальном спектре излучения. Ann. Phys., 4, 553—563, 1901. Х.—Г. Шёпф. От Кирхгофа до Планка. М., Мир, 1981, 170—181.
3. Физика микромира. М., Советская энциклопедия, 1980.
4. Физика Космоса. М., Советская энциклопедия, 1986.
5. *Дж. Орир.* Физика. М., Мир, 1981, 1—2.
6. Физика за рубежом. М., Мир, 1982.
7. *В. С. Эдельман.* Вблизи абсолютного нуля. М., Наука, 1983.
8. *П. Дирак.* Пути физики. М., Энергоатомиздат, 1983.
9. *С. Кумагаи.* Горение. М., Химия, 1979.
10. *Г. Фраунфельдер, Э. Хенли.* Субатомная физика. М., Мир, 1979.
11. *Б. М. Яворский, А. А. Детлаф.* Справочник по физике. М., Наука, 1974.
12. *М. М. Сущинский.* Комбинационное рассеяние света и строение вещества. М., Наука, 1981.
13. *Р. Чанг.* Физическая химия с приложениями к биологическим системам. М., Мир, 1980.
14. Справочник химика, 1. М.—Л., Химия, 1966.
15. *В. К. Абалакин.* Основы эфемеридной астрономии. М., Наука, 1979.
16. Астрономический календарь, постоянная часть. М., Наука, 1981.
17. *Н. Л. Стаскевич, Д. Я. Вигдорчик.* Справочник по сжиженным углеводородным газам. Л., Наука, 1986.
18. *А. И. Ефимов, Л. П. Белорукова, И. В. Васильева, В. Н. Чечев.* Свойства неорганических соединений, справочник. Л., Химия, 1983.
19. *В. А. Рабинович, З. Я. Хавин.* Краткий химический справочник. Л., Химия, 1978.
20. *Дж. Дариус.* Недоступное глазу. М., Мир, 1986.
21. Энциклопедия неорганических материалов. Киев, УСЭ, т. 1—2, 1977.
22. *А. Г. Морачевский, И. Б. Сладков.* Физико-химические свойства молекулярных неорганических соединений. Л., Химия, 1987.
23. *Х. Кухлинг.* Справочник по физике. 14-ое изд. М., Мир, 1982.
24. Физика и механика льда. М., Мир, 1983.
25. *А. Г. Чертов.* Физические величины. М., Высшая школа, 1990.
26. *В. З. Красин.* Сверхпроводимость и сверхтекучесть. М., Наука, 1978.
27. *Дж. Блейкмор.* Физика твердого тела. М., Мир, 1988, 2-ое изд.
28. Физико-химические свойства элементов. Киев, Наукова думка, 1965.
29. *R. B. Pontius.* Phyl. Mag., 24, p. 787, 1937.
30. *К. У. Аллен.* Астрофизические величины. М., Мир, 1977, 2-ое изд.
31. *Л. В. Тарасов.* Лазеры: действительность и надежда. М., Наука, 1985.
32. *Е. А. Макарова, А. В. Харитонов.* Распределение энергии в спектре Солнца и солнечная постоянная. М., Наука, 1972.
33. *Г. Койне, М. Августин, Д. Демус, Э. Тегер и др.* Химия. Справочное руководство. Л., Химия, 1975.
34. Свойства элементов, ч. 1. М., Металлургия, 1976, 2-ое изд.
35. *В. В. Подобед, В. В. Нестеров.* Общая астрометрия. М., Наука, 1982, 2-ое изд.
36. Солнечная и солнечно-земная физика. М., Мир, 1980.
37. *Д. Г. Мензел.* Наше Солнце. М., ФМГиз, 1963.
38. *А. И. Акишин, Л. С. Новиков.* Воздействие окружающей среды на материалы космических аппаратов. М., Знание, 1983.
39. Фундаментальные постоянные астрономии. М., Мир, 1967.
40. *Н. Г. Бочкарев.* Магнитные поля в космосе. М., Наука, 1985.

41. *Б. А. Воронцов-Вельяминов.* Лаплас. М., Наука, 1985.
42. *М. Я. Маров.* Планеты солнечной системы. М., Наука, 1986, 2-ое изд.
43. *В. Н. Жарков.* Внутреннее строение Земли и планет. М., Наука, 1983, 2-ое изд.
44. *А. А. Михайлов.* Земля и ее вращение. М., Наука, 1984.
45. *Н. А. Ясаманов.* Древние климаты Земли. Л., Гидрометеоиздат, 1985.
46. *И. Блютген.* География климатов. М., Прогресс, 1973, т. 2.
47. *С. Р. Филонович.* Самая большая скорость. М., Наука, 1983.
48. *Э. В. Шпольский.* Атомная физика. М., Наука, 1984, 7-ое изд, 1—2.

Условные обозначения

$m_э$ — масса электрино
m_e — масса электрона
m_n — масса нейтрона
m_p — масса протона
m_0 — масса молекулы воды
$m_т$ — масса осциллятора водяного пара, масса триады
$m_ı$ — масса суперосциллятора воды
m_i — масса i-го осциллятора
$m_{ıi}$ — масса суперосциллятора i-ой жидкости
$M_\odot$ — масса Солнца
$m_☿$ — масса Меркурия
$m_♀$ — масса Венеры
$m_⊕$ — масса Земли
$m_♂$ — масса Марса
$m_♃$ — масса Юпитера
$m_♄$ — масса Сатурна
$m_♅$ — масса Урана
$m_♆$ — масса Нептуна
$m_♇$ — масса Плутона
$m_☾$ — масса Луны
M_k — масса конвективной зоны Солнца
$M_{n\odot}$ — масса нейтронного Ядра Солнца
M_{N1} — масса плазменной части Ядра Солнца
$M_{N\odot}$ — полная масса Ядра Солнца
$d_э$ — диаметр электрино
d_e — диаметр электрона
d_n — диаметр нейтрона
d_λ — диаметр электронного луча
$d_{n\odot}$ — диаметр нейтронного Ядра Солнца
$R_э$ — радиус электрино
R_e — радиус электрона
R_n — радиус нейтрона
$R0$ — постоянная электросопротивления
R_i — радиус i-го тела
R_{ci} — радиус вращения i-го тела
э — электрино и его заряд
e — электрон и его заряд
Z_n — суммарный заряд нейтрона
q_λ — заряд электронного луча
q_g — отрицательный гравитационный заряд единичной массы
Z_g — положительный гравитационный заряд единичной массы
Q_{gi} — отрицательный гравитационный заряд i-го небесного тела
Z_{gi} — положительный гравитационный заряд i-го небесного тела
$Z0$ — постоянная положительного поля атома
g — гравитон, гравитационный заряд нейтрона
g_i — ускорение свободного падения на поверхности i-го тела
$j_э$ — плотность заряда электрино
j_e — плотность заряда электрона
j_n — плотность заряда нейтрона
э (V) — концентрация заряда электрино
e (V) — концентрация заряда электрона

$э_m$ — удельный по массе заряд электрино
e_m — удельный по массе заряд электрона
$n_э$ — число электрино в нейтроне
n_e — число электронов в нейтроне
$n_э$ (S) — число электрино внешнего слоя нейтрона
n_{fj} — число элементарных квантов кинетической энергии в энергии связи одного электрино
n_i — число элементов i-го вещества
N_{0i} — объемная плотность i-го вещества в нормальных условиях
N_i — объемная плотность вещества в произвольных условиях
N_A — число Авогадро
N_F — число Фарадея
N_{Fr} — число Франклина
l_i — линейный размер i-го тела или расстояние
$\omega_{ед}$ — акт единичного обращения тела вокруг силового центра
$\omega_э$ — угловая скорость электрино
ω_e — угловая скорость электрона
ω_n — угловая скорость нейтрона
ω_i — угловая скорость i-го тела
ω_k — средняя угловая скорость конвективной зоны Солнца
$\nu_{сд}$ — акт взаимодействия пары тел
ν_0 — частотная постоянная Франклина
ν_i — частота фотонов элементарного луча i-го излучения
f_{0i} — частота осциллятора i-го вещества в нормальных условиях
f_i — частота осциллятора в произвольных условиях
f_e — частота электрона — генератора
$V_э$ — объем электрино
V_e — объем электрона
V_n — объем нейтрона
$V_{сд}$ — единичный объем пространства, равный 1 м^3
V_{gi0} — объем глобулы i-го вещества в нормальных условиях
V_{gi} — объем глобулы в произвольных условиях
V_i — объем i-го тела или напряжение тока i-ой линии
$S_э$ — поверхность электрино
S_e — поверхность электрона
S_n — поверхность нейтрона
S_0 — структурная постоянная молекул
S_i — поверхность i-го тела
υ_0 — электродинамическая постоянная, скорость распространения электрического тока
υ_{0i} — линейная скорость i-го осциллятора в нормальных условиях
υ_i — линейная скорость i-го осциллятора в произвольных условиях
υ_r — постоянная вращения тел
υ_ν — предельная скорость нейтрино
$\upsilon_{\nu i}$ — скорость нейтрино в произвольных условиях
$\upsilon_\odot$ — постоянная поля скоростей Солнца
υ_{si} — секториальная постоянная i-го проводника тока
u_{0i} — скорость блуждания глобулы i-го вещества в нормальных условиях
u_i — то же в произвольных условиях или орбитальная скорость i-го небесного тела
a — шаговая постоянная глобулы, составляющая постоянной Планка
a_i — межатомное расстояние i-ой кристаллической структуры, средний радиус орбиты i-ой планеты, межосцилляторное расстояние в плазме
b — коэффициент межсферной полости
b (S) — коэф. полупролетей поверхностного слоя нейтрона
r_0 — постоянная критического сближения осцилляторов
r_{0i} — расстояние электродинамического взаимодействия пары осцилляторов i-го газа в нормальных условиях

$r_{(1-2)}$ — расстояние между взаимодействующими телами
σ_n — поверхностное натяжение нейтрона
σ_e — натяжение поля электрона-генератора
σ_m — натяжение магнитного поля
σ_i — поверхностное натяжение i-ой жидкости
$\varphi_э$ — электростатический потенциал электрино в составе нейтрона
φ_e — электростатический потенциал электрона в составе нейтрона
φ_n — электростатический потенциал нейтрона
φ — постоянная Чедвика, элементарный электродинамический потенциал осциллятора
φ_i — электростатический потенциал i-го электропроводника
φ_ω — угол поворота i-го небесного тела вокруг своей оси
$\psi_\odot$ — частотная постоянная солнечной плазмы
ψ_i — частотная постоянная осциллятора i-го вещества
$\xi_\odot$ — температурная постоянная солнечной плазмы
ξ_i — температурная постоянная осциллятора i-го вещества
$w_{ед}$ — единичная валентность, пропорциональная модулю полузаряда электрона
w_0 — квант продольного смещения напряжения тока
w — постоянная Ван дер Ваальса
Φ_0 — квант магнитного потока
Φ_i — магнитный поток i-го токоносителя
ε_0 — постоянная электрической проницаемости вещества
μ_0 — постоянная магнитной проницаемости вещества
ε_i — электрическая проницаемость i-го вещества
μ_i — магнитная проницаемость i-го вещества
I_0 — квант продольного смещения электрического тока
I_i — количество тока, проходимое по i-му проводнику
$I_{ед}$ — единичный ток, равный 1А
c — скорость света
c_i — скорость распространения излучения i-ой частоты
C_0 — постоянная геометрии атома
C_V — теплоемкость при $V = \text{const}$
C_P — теплоемкость при $P = \text{const}$
C_i — теплоемкость i-го вещества
C_0^* — теплоемкость воды в нормальных условиях
C_0^n — теплоемкость водяного пара в нормальных условиях
C_m — удельная по массе энергия связи вещества
α_i — коэффициент энергообмена i-го тела или обозначение угла
α_s — коэффициент энергообмена сферического тела
α — электродинамическая постоянная
β — электродинамическая постоянная электрона-генератора
γ — электростатическая постоянная
γ_i — коэффициент конденсации i-го вещества или геометрический угол
G — постоянная Кавендиша
$\mathcal{P}$ — постоянная Резерфорда
τ — постоянная Томсона
p — постоянная Перрена
$\hbar$ — постоянная Герца
h — постоянная Планка
k_i — постоянная Больцмана для i-го вещества
μ — постоянная Милликена
K — постоянная Курчатова
K — постоянная Коперника
h_e — высота сегмента электрона в составе нейтрона
$k_\odot$ — термодинамическая постоянная солнечной плазмы

$h_{\odot}$ — момент импульса осциллятора солнечной плазмы

ε_q — электродинамическая энергия осциллятора солнечной плазмы

k_0^{*} — удельная по температуре теплоемкость воды

k_0^{n} — удельная по температуре теплоемкость водяного пара

δ — постоянная секториальной скорости нейтрино

$\mu_{\odot}$ — секундное истечение вещества от Солнца

μ_i — секундный расход вещества на ФПВР в i-ом слое конвективной зоны Солнца

k_i — числовой коэффициент

$\eta_{\odot}$ — кпд солнечной плазмы

η_k — средняя динамическая вязкость конвективной зоны Солнца

η_{0i} — динамическая вязкость i-го вещества в нормальных условиях

η_i — динамическая вязкость i-го вещества в произвольных условиях

$\rho_{э}$ — массовая плотность электрино

ρ_e — массовая плотность электрона

ρ_n — массовая плотность нейтрона

ρ_{0i} — массовая плотность i-го вещества в нормальных условиях

ρ_i — массовая плотность вещества в произвольных условиях

A_0 — астрономическая единица, равная среднему радиусу орбиты Земли

A_{0i} — амплитуда колебания i-го осциллятора в нормальных условиях

A_i — амплитуда колебания осциллятора в произвольных условиях

s_0 — солнечная постоянная

s_{0i} — дуга рассеяния i-го осциллятора на осцилляторе в нормальных условиях

s_i — дуга рассеяния i-го осциллятора в произвольных условиях

a_k — среднее межосцилляторное расстояние конвективной зоны Солнца

λ_{0k} — средний генераторный шаг излучения конвективной зоны

E_{0i} — энергия i-го осциллятора в нормальных условиях

E_i — энергия осциллятора в произвольных условиях

$E_{k\omega}$ — энергия вращения конвективной зоны Солнца

$E_{n\omega}$ — энергия вращения нейтронного Ядра Солнца

ε_0 — квант кинетической энергии

$L_{\odot}$ — излучаемая мощность Солнца

$V_{\odot}$ — объем Солнца

$V_{N\odot}$ — объем Ядра Солнца

V_{N1} — объем плазменной части солнечного ядра

$V_{n\odot}$ — объем нейтронного Ядра Солнца

$R_{n\odot}$ — радиус нейтронного Ядра Солнца

$R_{cn\odot}$ — радиус вращения нейтронного Ядра Солнца

$\omega_{n\odot}$ — угловая скорость нейтронного Ядра Солнца

$t_{n\odot}$ — период вращения нейтронного Ядра Солнца

ρ_{N1} — массовая плотность плазменной части Ядра Солнца

$\rho_{N\odot}$ — плотность Ядра Солнца

$\rho_{\odot}$ — средняя плотность Солнца

ρ_k — средняя плотность конвективной зоны Солнца

k_V — объемный коэффициент между частями Ядра Солнца

k_{ρ} — плотность коэффициента между частями Ядра Солнца

$\omega_{\odot}$ — угловая скорость Солнца

$t_{\odot}$ — период вращения Солнца

$R_{c\odot}$ — радиус вращения Солнца

$a_{\odot}$ — галактоцентрический радиус орбиты Солнца

J_r — постоянная гравитации центрального тела Галактики

M_r — масса центрального тела Галактики

v_r — постоянная поля скоростей центрального тела Галактики

ОГЛАВЛЕНИЕ

ГЛАВА 1

СИСТЕМА НОВЕЙШИХ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ОТКРЫТИЙ

§ 1. Гиперчастотная механика или механика микромира 6
1. Состояние термодинамики газов. 6
2. Кинетическая энергия осциллятора и его индивидуальное пространство. 7
3. Частотная форма движения осциллятора. 9
4. Амплитуда колебания и глобулярная структура реальных газов. . 10

§ 2. Электрино-вторая и последняя истинно элементарная частица. . . . 12
1. Постоянство постоянной Планка. 12
2. Секториальная скорость фотона и постоянная Планка. 13
3. Критическое расстояние осциллятора и точное решение амплитуды колебания. 17

§ 3. Электрино-зарядовый антипод электрона 19
1. Состояние изученности нуклона. 19
2. Установление абсолютных значений m_e, m_n, m_p и состава нейтрона. 19
3. Абсолютные значения субатомных частиц и заряд электрино. . . 26

§ 4. Ультраструктура нейтрона 27
1. Абсолютные размеры и плотность элементарных частиц и нейтрона. 27
2. Диаметр нейтрона и истинные размеры атомов. 32
3. Природа постоянной Авогадро и единица массы в системе СИ. . 33

§ 5. Гиперчастотная механика и истинный абсолютный нуль 35
1. Температурная шкала сегодня. 35
2. Связь между температурой системы и частотой ее структурных элементов. 36
3. Теоретические аспекты абсолютного нуля. 41

§ 6. Начала термодинамики в новом свете 42
1. Постулаты второго начала. 42
2. Категория обратимости термодинамической системы. 48
3. Энергопередача и два постулата первого начала термодинамики. . 48
4. Эчергопроводность газов и жидкостей. 55
5. Энергоемкость реальных газов. 57
6. Уравнение вязкости сплошных сред. 66

§ 7. Четвертый закон механики 69
1. Предварительные замечания. 69
2. Электродинамический потенциал нейтрона. 70

§ 8. Электрические поля нейтрона 76
1. Предварительные замечания. 76
2. Электронное поле нейтрона. 76
3. Механическая прочность нейтрона. 79
4. Электродинамика и механика единичного акта взаимодействия. . 80
5. Баланс времени единичного взаимодействия. 84

§ 9. Фазовый переход высшего рода 88
1. Поверхностное натяжение нейтрона. 88
2. Электростатические потенциалы нейтрона и энергия связи. . . . 92
3. Фазовый переход высшего рода и атомная энергетика. 93
4. ФПВР, теория и эксперимент. 99
5. Природа радиоактивности. 102
6. Трагедия термоядерного синтеза. 108

§ 10. Явление рассеяния осциллятора на осцилляторе у газов 111
1. Амплитуда колебания осциллятора в произвольных термодинамических условиях. 111
2. Общие принципы рассеяния осциллятора на осцилляторе. 116
3. Рассеяние α-частиц на атомах золота. 119

§ 11. Уравнение истинного состояния газов 123
1. Предварительные замечания. 123
2. Параметрические коэффициенты состояния газов. 124
3. Система параметрических уравнений реальных газов. 132
4. Уравнение истинного состояния газа 138
§ 12. Полная механика макромира 141
1. Введение. 141
2. Часть I. Механика контактного взаимодействия. 143
1-й Закон. 143
2-й Закон. 143
3-й Закон. 144
4-й Закон. 144
3. Часть II. Механика орбитального движения. 145
Иерархия движения в Галактике. 145
1-й Закон орбитального движения. 146
2-й Закон. 146
3-й Закон. 146
4-й Закон. 147
5-й Закон. 147
6-й Закон. 148
7-й Закон. 148
8-й Закон. 152
9-й Закон. 153
10-й Закон. 155
§ 13. Естественный свет 156
1. Предварительные замечания. 156
2. Структура элементарного луча. 157
3. Электродинамика и механика монолуча. 160
4. Энергия движения и путь фотона вдоль оси луча. 171
5. Давление света. 175
6. Природа поляризации света. 177
7. Шкала частот света. 184
8. Трансформация луча в пространстве и во времени. 186
9. Природа дифракции света. 198
10. Дисперсия света. 209
§ 14. Генерация энергии и света 217
1. Предварительные замечания. 217
2. Кислород и энергия горения. 217
3. Термодинамика горения. 220
4. Постоянные взаимодействия зарядов. 223
5. Зарядовая структура атома и молекулы кислорода. 224
6. Зарядовая структура атома водорода и молекул H_2 и CH_4. . . . 229
7. Явление ультрагиперчастотного колебания электрона в плазме. . 231
8. Электродинамика и механика генератора. 233
9. Генерация энергии и света. 242
10. Дефект массы и заряда атома кислорода. 250

ГЛАВА II.

ОСНОВЫ СТРОЕНИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА

§ 15. Золото как типичная кристаллическая структура 253
1. Зарядовая и кристаллическая структура Золота 253
2. Теплоемкость золота и его гиперчастотные параметры. 258
3. Электродинамика кристалла и его механическая прочность. . . . 261
4. Гиперчастотные параметры золота в точке плавления и природа плавления . 265

ГЛАВА III

СТРУКТУРА ЖИДКОСТЕЙ И ПАРОВ

§ 16. Пар — второе состояние воды 268
1. Предварительные замечания. 268
2. Насыщенный водяной пар и строение его осциллятора. 271
3. Зарядовая структура молекул воды. 279
4. Гиперчастотные параметры осциллятора пара и его элементов при P_0° и T_0. 281

§ 17. Вода как типичная жидкость 283
1. Суперосциллятор воды. 283
2. Модуль Юнга монокристалла воды. 288
3. Гиперчастотные параметры молекулы H_2O в составе монокристалла воды в нормальных условиях. 292
4. Гиперчастотные параметры суперосциллятора воды в нормальных условиях. 293
5. Поверхностное натяжение воды. 295
6. Вязкость воды и нулевое колебание молекул монокристалла. . . . 297
7. Теплоемкость воды. 299

§ 18. Фазовые переходы воды 300
1. Фазовый переход вода-лед в нормальных условиях. 300
2. Фазовый переход вода-пар при термическом кипении. 311
3. Холодное кипение воды. 320
4. Уравнение состояния воды. 322

ГЛАВА IV.

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

§ 19. Электрический ток и его проводник 330
1. Вводные замечания. 330
2. Фундаментальные постоянные электродинамики. 332
3. Проводник тока. 343
4. Величина тока, напряжение и сопротивление линии. 345
5. Модуль упругости проводника и предел мощности линии. . . . 352

§ 20. Природа удельного сопротивления проводника и сверхпроводимость 355
1. Удельное сопротивление и удельная проводимость проводника. . . 355
2. Столкновительное взаимодействие и КПД линии. 360
3. Сверхпроводимость. 367
4. Индукция магнитного поля Земли и сверхпроводимость проводников. 380

§ 21. Природа лазерного луча 389
1. Вводные замечания. 389
2. Источник энергии и структура лазерного луча. 390
3. Особенности активных лазеров. 397

§ 21.1. Кислотный аккумулятор 398
1. Вводные замечания. 398
2. Зарядовая структура атомов свинца. 399
3. Зарядовая структура атома серы. 400
4. Оксиды серы. 401
5. Структура молекулы серной кислоты. 402
6. Суперосциллятор концентрированной серной кислоты. 403
7. Комплексный суперосциллятор электролита. 405
8. Электрохимические процессы пристенного слоя электродов аккумулятора. 407
9. Формирование начального вихря аккумуляторного тока. 410
10. Конечные продукты разрядного процесса аккумулятора. 411
11. Зарядный процесс в аккумуляторе. 412

ГЛАВА V

ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ЧАСТИЦЫ И СТРОЕНИЕ АТОМА

§ 22. Элементарные и истинно элементарные частицы 417
§ 23. Зарядовая структура атома и химическая валентность 422
1. Подгруппа щелочных металлов. 424
2. Элементы II периода. 434
3. Алмаз и алмазоподобные соединения. . . . . .

ГЛАВА VI

ПРИРОДА ГРАВИТАЦИИ

§ 24. Явление перекрестного замыкания полей композиционных тел . . 459

ГЛАВА VII

ФИЗИКА СОЛНЦА

§ 25. Закон вращения и нейтронное ядро Солнца 466
1. Нейтронное ядро Солнца. 466
§ 26. Структура конвективной зоны 468
1. Поток солнечных нейтрино. 468
2. Средний шаг фотона конвективной зоны Солнца. 477
3. Дно конвективной зоны. 480
4. Параметры плазмы внешнего полуслоя конвективной зоны. . . . 482
5. Термодинамические параметры конвективной зоны в функции от глубины H. 485
§ 27. Ядро Солнца 486
§ 28. Гиперчастотные и энергетические параметры солнечной плазмы в функции от глубины H 491
§ 29. Излучение Солнца 505
1. Коэффициенты синего и красного смещения шага фотона. 505
2. Составляющие солнечной постоянной. 509
§ 30. Природа спектральных линий в световом потоке 511
1. Эмиссионные линии горелки Бунзена. 511
2. Обращение эмиссионных линий в дуге Петрова. 515
3. Эмиссионные линии хромосферы и короны Солнца. 517
§ 31. Обратный фазовый переход высшего рода и круговорот материи во Вселенной 520
1. Этапы обратного ФПВР. 521
2. Обратный ФПВР в короне Солнца. 524
§ 32. Эволюция Солнца 525
1. Нейтринная бомбардировка ядра Солнца. 525
2. Начальная масса Солнца и доля фотонов в солнечном излучении. 527
3. Перспектива Солнца. 528

ГЛАВА VIII

ПРОИСХОЖДЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

§ 33. Новая система астрономических постоянных 531
§ 34. Механика столкновения протосолнца с космическим телом 538
1. Предварительные замечания. 538
2. Основные предпосылки истинной теории происхождения солнечной системы. 539

3. Количественный анализ столкновения снаряда с протосолнцем. . . 541
4. Снаряд — пульсар. 556
§ 35. Смещение центра масс нейтронного ядра Солнца и смещение перигелия Меркурия 557
1. Динамическое решение $\Delta R_{\odot}$. 557
2. Возмущающая сила Меркурия. 559

ГЛАВА IX

ПЛАНЕТНАЯ СИСТЕМА И ГАЛАКТИКА

§ 36. Незамкнутые траектории планет и орбитальная скорость Солнца . 561
1. Нерешенные проблемы небесной механики. 561
2. Постулаты небесной механики. 562
3. Динамическое решение орбитальной скорости Солнца. 562
4. Геометрическое решение орбитальной скорости Солнца. 566
5. Полная сила движения тел по незамкнутым орбитам. 571
§ 37. Истинные параметры Галактики и стационарность Вселенной . . . 573
§ 38. Закон вращения и внутреннее строение планет 577
1. Земля. 577
2. Меркурий. 583
3. Марс. 585
4. Юпитер. 587
5. Плутон. 590
§ 39. Возмущенное движение планет и смещение центров их масс . . . 592
1. Истинное смещение центра масс Солнца. 592
2. Современные значения векового смещения перигелиев планет и смещения центров их масс. 594
ΔR Меркурия. 597
ΔR Венеры. 598
ΔR Земли. 598
ΔR Марса. 598
ΔR Юпитера. 599
ΔR Сатурна. 599
ΔR Урана. 600
ΔR Нептуна. 600
ΔR Плутона. 601
§ 40. Решение задачи четырех тел 602

ГЛАВА X

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОСНОВА ЕДИНОЙ ТЕОРИИ ФИЗИКИ

§ 41. Имеющиеся экспериментальные и наблюдательные данные в пользу единой теории физики 604
1. Предварительные замечания. 604
2. Опыт Максвелла по измерению электродинамической постоянной. 604
3. Опыт Юнга-Форбса. 605
4. Распространение излучения пульсаров. 606
5. Барионное число. 607
6. Винтовая траектория электрона в продольном магнитном поле. . . 608
§ 42. Решающие эксперименты 611
1. Измерение момента импульса фотона. 612
2. Измерение скорости распространения электрического тока по проводнику. 612

3. Измерение скорости распространения радиолуча локатора в атмосфере. . . . . .
4. Измерение скорости распространения лазерного луча в атмосфере.
5. Измерение распространения монохроматических пучков фиолетового и инфракрасного света. . . . . .
6. Испытание гелиевой бомбы . . . . . .
7. Эффект Доплера и некорректность преобразований Лоренца. . .
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Гиперчастотные параметры некоторых газов в нормальных условиях . . . . . .
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Фундаментальные константы единой теории физики
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Периодическая система элементов Д. И. Менделеева по наиболее распространенным изотопам. . . . . .
Список литературы . . . . . .
Условные обозначения . . . . . .

Джабраил Харунович Базиев

ОСНОВЫ ЕДИНОЙ ТЕОРИИ ФИЗИКИ

Художник *И. Г. Абрамов*
Технический редактор. *Т. С. Радченко*
Корректор *Н. В. Радюкевич*

Сдано в набор 7.02.94. Подписано в печать 5.04.94
Гарнитура таймс. Печать офсетная
Тираж 4000 экз. Заказ 652

ЛР № 070789 от 16.12.92 г.

Московская типография № 2 ВО «Наука»
121099, Москва, Шубинский пер., д. 6

интернет-магаз
OZON.ru
37667194