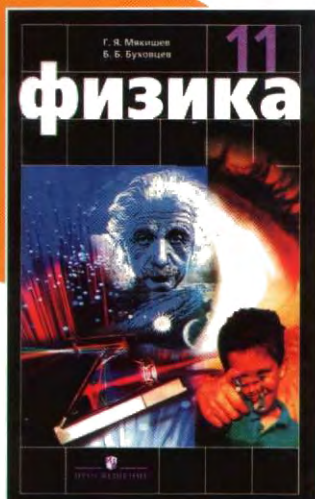


ФИЗИКА

ОПОРНЫЕ КОНСПЕКТЫ И ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ. 11 КЛАСС



**СООТВЕТСТВУЕТ ГОСУДАРСТВЕННОМУ
СТАНДАРТУ ОБРАЗОВАНИЯ
ПО ФИЗИКЕ**

**ВЗАИМОДЕЙСТВУЕТ
С ДЕЙСТВУЮЩИМ УЧЕБНИКОМ
Г. Я. МЯКИШЕВА И Б. Б. БУХОВЦЕВА**

**ИМЕЕТ НЕОБХОДИМЫЙ
И ДОСТАТОЧНЫЙ ОБЪЕМ ЗНАНИЙ,
ПРЕДСТАВЛЕННЫЙ В НАГЛЯДНОЙ
И СЖАТОЙ ФОРМЕ**

**ПРЕДЛАГАЕТ МНОГОУРОВНЕВУЮ
СИСТЕМУ ЗАДАЧ ДЛЯ РАЗНОГО
УРОВНЯ ПОДГОТОВКИ**

**СОДЕРЖИТ ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ
И САМОКОНТРОЛЯ**

2-Е ИЗДАНИЕ

Ю. С. КУПЕРШТЕЙН

ФИЗИКА

**Опорные конспекты
и дифференцированные задачи**

*Учителю
Ученику
Абитуриенту*

11 класс

Санкт-Петербург
«БХВ-Петербург»

2007

УДК 53(075.3)
ББК 22.3я72
К92

Куперштейн Ю. С.

К92 Физика. Опорные конспекты и дифференцированные задачи. 11 класс. — 2-е изд. — СПб.: БХВ-Петербург, 2007. — 88 с.: ил.

ISBN 978-5-9775-0136-1

Книга является дополнительным пособием для изучения физики по учебнику Г. Я. Мякишева и Б. Б. Буховцева (11 класс) и отвечает требованиям Государственного стандарта образования по физике. Курс физики для основной школы представлен в виде опорных конспектов, указаны ссылки на учебник. По каждой теме имеются контрольные вопросы и дифференцированные задачи, позволяющие усваивать содержание предмета учащимся с разным уровнем подготовки по физике. Может применяться для организации учебной деятельности учащихся в классе при очном обучении, экстернате, для домашней и самостоятельной работы.

Для общеобразовательных школ

УДК 53(075.3)
ББК 22.3я72

Группа подготовки издания:

Главный редактор	<i>Екатерина Кондукова</i>
Зам. главного редактора	<i>Людмила Еремеевская</i>
Зав. редакцией	<i>Григорий Добин</i>
Оформление обложки	<i>Елены Беляевой</i>
Зав. производством	<i>Николай Тверских</i>

Лицензия ИД № 02429 от 24.07.00. Подписано в печать 14.06.07.

Формат 60×90^{1/16}. Печать офсетная. Усл. печ. л. 5,5.

Тираж 2500 экз. Заказ № **490**

«БХВ-Петербург», 194354, Санкт-Петербург, ул. Есенина, 5Б.

Санитарно-эпидемиологическое заключение на продукцию № 77.99.02.953.Д.006421.11.04 от 11.11.2004 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Отпечатано с готовых диапозитивов
в СПб ГУП "Петроцентр" ОП "Пушкинская типография"
196601, Санкт-Петербург, г. Пушкин, ул. Средняя, 3/8

ISBN 978-5-9775-0136-1

© Куперштейн Ю. С., 2007
© Оформление, издательство «БХВ-Петербург», 2007

ПРЕДИСЛОВИЕ

Пособие содержит комплект опорных конспектов, дифференцированных задач и контрольных вопросов для взаимоконтроля (КВБК).

Опорные конспекты в виде схематических блоков учебной информации (формул, рисунков, символов и т. д.) охватывают все основные темы курса физики 11 кл. и представляют собой целостную структуру.

Оптимальный вариант обучения, когда каждый ученик имеет набор опорных конспектов, а учитель применяет их при изложении нового материала, в ходе опроса, подготовки к зачетам и экзаменам. Учителю целесообразно объяснять материал в классе по опорному конспекту с помощью специально подготовленных кодослайдов, плакатов или воспроизводить его на доске.

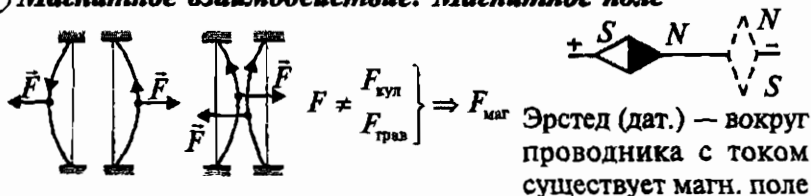
КВБК представляют собой «выжимки» из изученного материала — основные понятия, определения, формулы и т. д. Учащиеся отвечают на эти вопросы друг другу с последующей проверкой их учителем.

Дифференцированные задачи, составленные или взятые из разных источников, подобраны по степени усложнения: простые (I группа), средние (II группа), повышенной сложности (III группа). Эти задачи обозначены в пособии буквой «Т». Учащиеся самостоятельно выбирают группу задач в зависимости от своих способностей и подготовки. По мере овладения знаниями и навыками они могут переходить к решению более сложных задач. Задачи каждой группы разбиты на блоки, включая домашнее задание, учащиеся должны научиться решать задачи одного блока, одну из которых учитель письменно проверяет на последующем уроке. Для большинства задач даны ответы. По некоторым темам в начале идут задачи, предполагаемые для домашних заданий. Эти задачи обозначены индексом «Д». Необходимость решения всех блоков задач по данной теме решает учитель в зависимости от наличия времени и качественного состава класса. Темы, обозначенные *, изучаются в ознакомительном плане.

Принятые условные обозначения

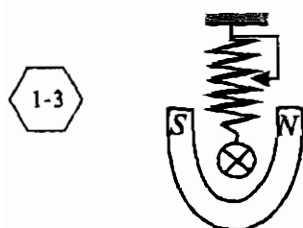
§ — см. определение в учебниках: Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. Учебник для 10 кл. средней школы — М.: Просвещение, 2006; Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Учебник для 11 кл. средней школы — М.: Просвещение, 2001.

◻ — § учебника, соответствующий данному конспекту.

① **Магнитное взаимодействие. Магнитное поле**

Свойства магнитного поля:

- порождается током;
- механизм взаимодействия — поле — ток.

② **Вектор магнитной индукции**Опыт: $F_{\text{max}} \sim I \cdot \Delta l$

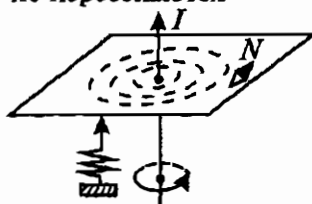
$$\frac{|F_{\text{max}}|}{I \cdot \Delta l} = \text{const} = B$$

$$\vec{B} \uparrow \uparrow \blacktriangle N$$

$$[B] = \frac{\text{Н}}{\text{А} \cdot \text{м}} = \text{Тл (Тесла)}$$

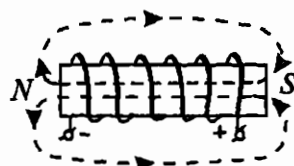
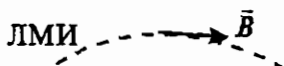
③ **Линии магнитной индукции (ЛМИ) — § (стр. 8)**

- замкнуты (поле вихревое)
- не пересекаются



Правило буравчика:

если жало $\uparrow \uparrow I$,
то вращ. рукоят. $\uparrow \uparrow$ ЛМИ



Правило обхвата п/руки:

если пальцы $\uparrow \uparrow I$,
то отогн. б/палец $\uparrow \uparrow$ ЛМИ

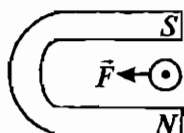
④ **Магнитный поток**

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos(\vec{B} \cdot \vec{n}) = B_n \cdot S$$

$$[\Phi] = \text{Вб (Вебер)}$$



⑤ Сила Ампера (на проводник в магнитном поле)

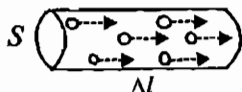


$$F_A = B \cdot I \cdot \Delta l \cdot \sin(\angle \vec{I}, \vec{B})$$

Направление F_A — правило левой руки — § (стр. 13)

3

⑥ Сила Лоренца (на частицу в магнитном поле)



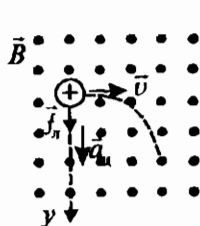
$$F_A = \Sigma f_n$$

$$f_n = \frac{F_A}{N} = \frac{B \cdot I \cdot \Delta l \cdot \sin \alpha}{N} = \frac{B \cdot q \cdot v \cdot \Delta l \cdot \sin \alpha}{N}$$

$$f_n = B \cdot q \cdot v \cdot \sin(\angle \vec{B}, \vec{v})$$

6

Направление f_n — § (стр. 17)



$$ma_{ц} = f_n$$

$$\frac{mv^2}{R} = Bqv$$

$$R = \frac{mv}{qB} - const$$

— движение по окружности

Применение f_n :

— определение $\frac{q}{m}$

(масс-спектрограф)

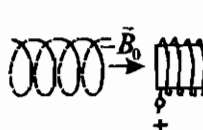
— отклонение e^- в кинескопе

— полярные сияния

— циклотрон

— МГД генератор

⑦ Магнитные свойства вещества



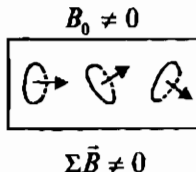
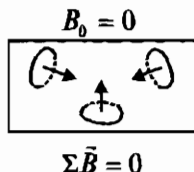
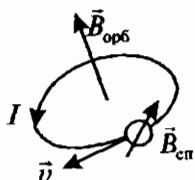
Al $B > B_0$ незн. парамагнетики — $\mu > 1$

Fe $B \gg B_0$ — ферромагнетики — $\mu \gg 1$

Bi $B < B_0$ незн. — диамагнетики — $\mu < 1$

$$\mu = \frac{B}{B_0}$$

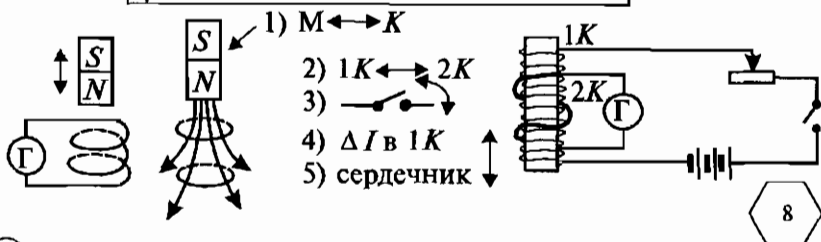
магнитная проницаемость среды



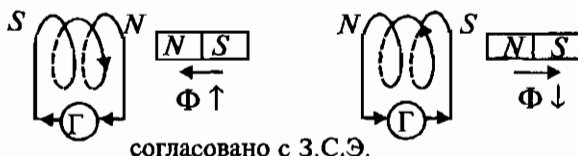
$$\vec{B}_{атома} = \vec{B}_{орбит.} + \vec{B}_{спин.}$$

$t_{Кюри}^o$: ферром. → парамаг.

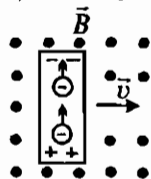
7

① **Открытие — Фарадей (англ.) — 1831 г.**
 I_i возникает при $\Delta\Phi$ через S контура
② **Правило Ленца**

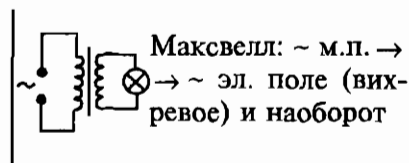
I_i имеет такое направление, что своим м.п. препятствует $\Delta\Phi$, вызвавшего явление индукции

③ **Причины Э.М.И.**

а) в движущемся в м.п. проводн. б) в неподв. проводнике в $\sim$ м.п.



q смещаются под действием f_L
 $\Delta\Phi$ на концах — $\mathcal{E}_i$

④ **Формулы $\mathcal{E}_i$**

а) Опыт: $I_i \sim \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$, но $I = \frac{\mathcal{E}_i}{R} \Rightarrow \mathcal{E}_i = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ — 3-й Э.М.И.

(Замечание: $|\Delta\Phi| = \mathcal{E}_i \cdot \Delta t \Rightarrow [\Phi] = \text{В} \cdot \text{с} = \text{Вб}$)

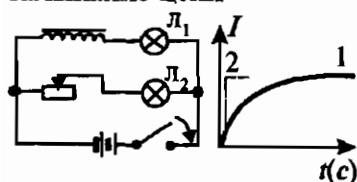
б) $\mathcal{E}_i$ катушки = $-n \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$

в) $\mathcal{E}_i$ движ. проводн. = $\frac{A_{\text{ст}}}{q} = \frac{f_L \cdot l}{q} = \frac{\mathcal{A} \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha \cdot l}{q} = v \cdot B \cdot l \cdot \sin(\vec{B}, \vec{v})$

5 Самоиндукция

Явление, при котором ~ м.п., создаваемое током в какой-либо цепи, возбуждает $\mathcal{E}_i$ в той же цепи — с/и, а возникающая эдс наз. $\mathcal{E}_{ci}$

замыкание цепи

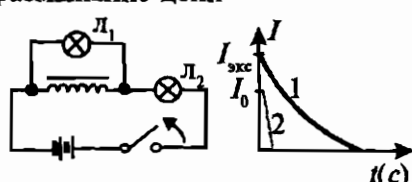


L_1 загорится позже, т. к.

$$\Phi \uparrow \Rightarrow \mathcal{E}_{ci} \uparrow \downarrow \mathcal{E}_{ист}$$

$$I = \frac{\mathcal{E}_{ист} - \mathcal{E}_{ci}}{R_{об}}$$

размыкание цепи



L_1 ярче вспыхивает, т. к.

$$\Phi \downarrow \Rightarrow \mathcal{E}_{ci} \uparrow \uparrow \mathcal{E}_{ист}$$

$$I = \frac{\mathcal{E}_{ист} + \mathcal{E}_{ci}}{R_{об}}$$

Может быть $\mathcal{E}_{ci} \gg \mathcal{E}_{ист} \Rightarrow$ масляные выключатели, магнитные пускатели

6 Индуктивность

15,16

$$\mathcal{E}_{ci} = -\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}, \text{ но } \Phi \sim B \sim I \Rightarrow \Phi = L \cdot I \Rightarrow \Delta \Phi = L \cdot \Delta I$$

$$\mathcal{E}_{ci} = -L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

$$L = \left| \frac{\mathcal{E}_{ci} \cdot \Delta t}{\Delta I} \right|$$

$$[L] = \frac{B \cdot c}{A} = \text{Ом} \cdot c = \text{Гн} - \dots \S \text{ (стр. 41)}$$

... $\S$ (стр. 40) L ЗАВИСИТ ОТ:

а) размера проводника $\overline{\quad} L_1 \quad L_2 \quad \text{~~~~~} L_1 \quad L_2 > L_1$

б) формы проводника $\text{~~~~~} L_1 \quad L_2 > L_1$ (длины одинак.)

в) магнитных св-в среды $\text{~~~~~} L_1 \quad \text{~~~~~} L_2 \quad L_2 > L_1$

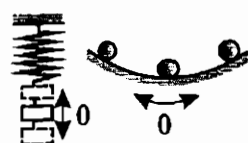
7 Энергия магнитного поля

При замыкании цепи источник совершает «А» против сил вихревого поля $\Rightarrow W$ запасается; при размыкании цепи W выделяется (искра, дуга)

$$W = \frac{LI^2}{2}$$

$$(\text{Аналогично } E_k = \frac{mv^2}{2})$$

① Свободные колебания — § (стр. 54)



- все к.с. имеют П.У.Р.
- при вывод. из П.У.Р. $\Rightarrow F_{\text{рез}}$ к П.У.Р.
- П.У.Р. вследствие инертности
- $F_{\text{тр}} \rightarrow 0$

— физ. величины: x

постоянные T — период

величины: ν — частота

X_m — амплитуда

ω_0 — циклическая частота

f (колеб. системы)
 $f(E_0)$

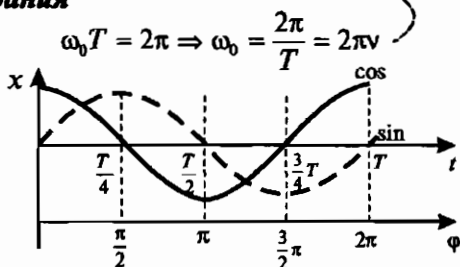
18, 19

② Гармонические колебания

$x'' \sim -x$ (по опред.)

$x = X_m \cdot \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$

22, 23



$(\omega_0 t + \varphi_0)$ — фаза — величина, стоящая под знаком $\cos$ или $\sin$ уравнения гармонич. колебания, и показывающая, какая доля периода прошла от начала колебания

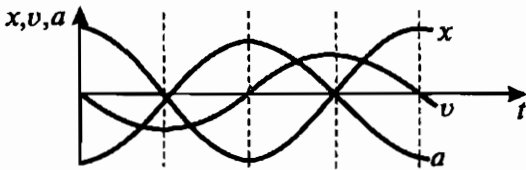
③ Скорость и ускорение при колебательном движении

$$x = X_m \cdot \cos \omega_0 t$$

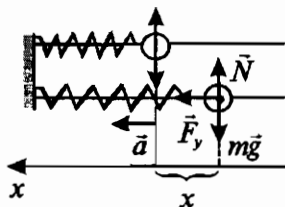
$$v = x' = -X_m \cdot \omega_0 \cdot \sin \omega_0 t = \omega_0 \cdot X_m \cdot \cos \left(\omega_0 t + \frac{\pi}{2} \right)$$

$$a = v' = -X_m \cdot \omega_0 \cdot \omega_0 \cdot \cos \omega_0 t = \omega_0^2 \cdot X_m \cdot \cos(\omega_0 t + \pi)$$

$$a = -\omega_0^2 x$$



④ Груз на пружине



$$m\vec{a} = \vec{F}_y + m\vec{g} + \vec{N}$$

$$x: ma = F_y$$

$$a = \frac{F_y}{m} = \frac{-kx}{m} = -\frac{k}{m}x$$

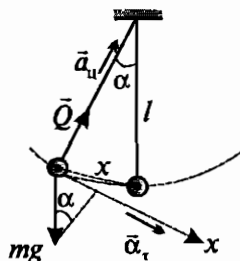
(закон Гука)

$$a \sim -x$$

$$\frac{k}{m} = \omega_0^2 = \frac{4\pi^2}{T^2} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

21

⑤ Математический маятник



$$m(\vec{a}_t + \vec{a}_n) = m\vec{g} + \vec{Q}$$

$$x: ma_t = mg \sin \alpha$$

$$a_t = g \frac{|x|}{l} = -\frac{g}{l}x$$

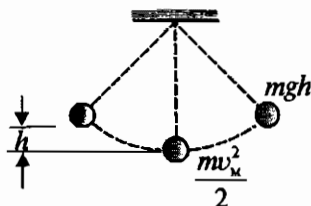
$$(\alpha \rightarrow 0 \Rightarrow x \perp l) \quad (\vec{a} \updownarrow \vec{x})$$

$$a \sim -x$$

$$\frac{g}{l} = \omega_0^2 = \frac{4\pi^2}{T^2} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \quad \text{формула Гюйгенса}$$

20

⑥ Превращения энергии при колебаниях



$$E_n \rightarrow E_k \rightarrow E_n \rightarrow \dots$$

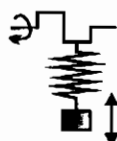
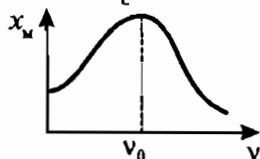
$$\frac{mv_m^2}{2} \quad \frac{kX_m^2}{2}$$

24

⑦ Вынужденные колебания

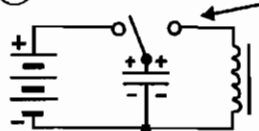
$$X_m = f \begin{cases} E_{\text{внешн.}} \\ \text{параметров к. с.} \\ \text{близости } \nu_0 \text{ и } \nu_{\text{внешн.}} \end{cases} \quad T = T_{\text{внешн. силы}} \quad \nu = \nu_{\text{внешн. силы}}$$

25, 26

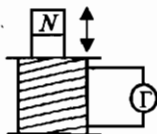


- разрушение мостов
- вибрация фундаментов, станков, самолет. крыльев
- частотомер (+)

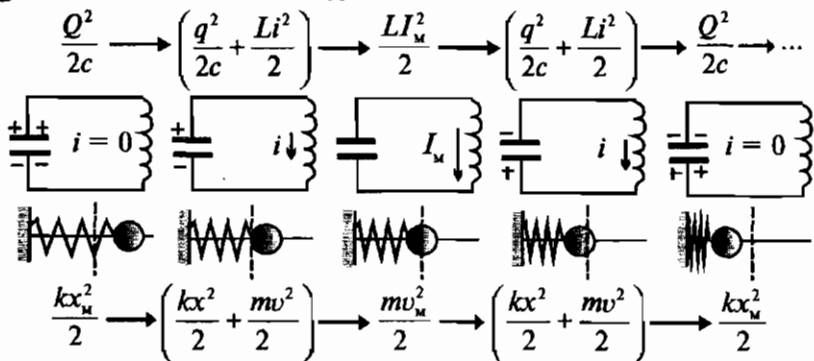
① Бывают свободные и вынужденные



катушка препятств.
 ΔI (Ленц!) $\Rightarrow$ колеб. I
 достаточно длительные



② Колебательный контур



Аналогия

$$\begin{aligned}
 x &= X_m \cdot \cos \omega t \\
 v &= \omega X_m \cdot \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right) \\
 &= v_m \cdot \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right)
 \end{aligned}
 = \left\{ \begin{array}{l} x \leftrightarrow q \\ v = x' \leftrightarrow i = q' \\ a = x'' \leftrightarrow i' = q'' \\ m \leftrightarrow L \\ \mu \leftrightarrow R \end{array} \right.
 \begin{aligned}
 q &= Q_m \cdot \cos \omega t \\
 i &= q' = -Q_m \cdot \omega \cdot \sin \omega t = \\
 &= I_m \cdot \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right)
 \end{aligned}$$

③ Формула Томсона

$$E = \frac{Li^2}{2} + \frac{q^2}{2c} \quad \text{Если } R = 0, \text{ то } E = \text{const}$$

$$\left(\frac{Li^2}{2} \right)' + \left(\frac{q^2}{2c} \right)' = E' = 0 \Rightarrow \frac{L}{2} \cdot 2i \cdot i' = -\frac{1}{2c} \cdot 2q \cdot q'$$

$$\left. \begin{array}{l} i = q' \\ i' = q'' \end{array} \right| L \cdot i \cdot i' = -\frac{q}{c} \cdot q' \Rightarrow Lq'' = -\frac{q}{c} \Rightarrow q'' = -\frac{1}{LC} q$$

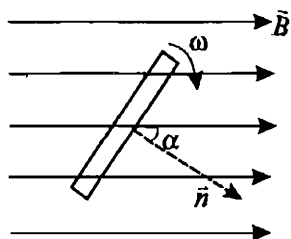
$q'' \sim -q$ — колебания гармонические



$$\frac{1}{LC} = \omega_0^2 = \frac{4\pi^2}{T^2} \Rightarrow T = 2\pi\sqrt{L \cdot C}$$

ПЕРЕМЕННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

① Гармонический характер колебаний e, i, u



$\nu_{\text{промысл.}} = 50 \text{ Гц}$

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha = B \cdot S \cdot \cos \omega t$$

$$e_i = -\Phi' = B \cdot S \cdot \omega \cdot \sin \omega t = \mathcal{E}_m \cdot \sin \omega t$$

Следовательно:

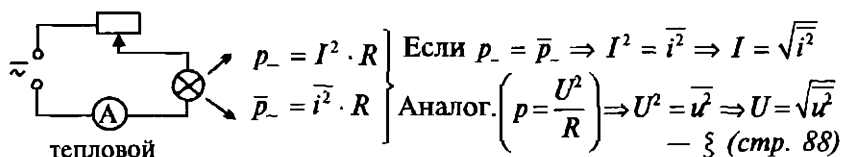
$$i = I_m \cdot \sin \omega t \quad \left(I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} \right)$$

$$u = U_m \cdot \sin(\omega t \pm \varphi) \quad \left(U = I \cdot R \right)$$

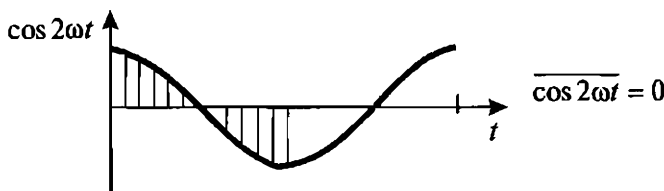
φ — возможный сдвиг по фазе

② « $\bar{p}$ » в цепи — тока. Действующие значения « I » и « U »

При $\sim$ токе i, u — изм.-ся. Что же показывают $\textcircled{A}$ и $\textcircled{V}$?



$$i = I_m \cdot \cos \omega t \Rightarrow i^2 = I_m^2 \cdot \cos^2 \omega t = I_m^2 \cdot \frac{1}{2} (1 + \cos 2\omega t)$$



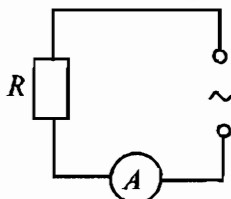
$$\bar{i}^2 = \frac{I_m^2}{2} \Rightarrow \bar{p} = \frac{I_m^2}{2} \cdot R$$

⇓

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \quad U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$$

31,32

① Активное сопротивление



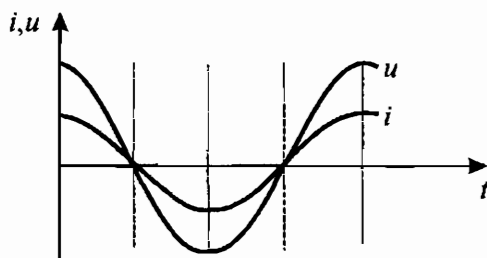
$$u = U_m \cdot \cos \omega t$$

$$i = \frac{U}{R} = \frac{U_m \cdot \cos \omega t}{R}$$

$$i = I_m \cdot \cos \omega t$$

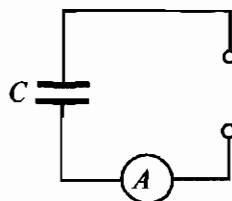
$$R = \rho \frac{l}{S}$$

i и u совпадают по фазе



32

② Емкостное сопротивление



— ток: $I = 0$

— ток: $I \neq 0$

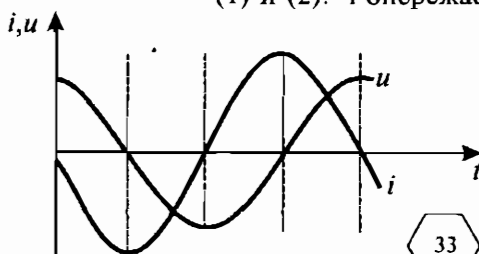
периодич. зарядка
и разрядка —||—
под действием $\sim U$

$$u = U_m \cdot \cos \omega t \quad (1)$$

$$q = C \cdot U = C \cdot U_m \cdot \cos \omega t$$

$$i = q' = -\omega C U_m \cdot \sin \omega t = I_m \cdot \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right) \quad (2)$$

$$(1) \text{ и } (2): i \text{ опережает } u \text{ на } \frac{\pi}{2} \quad I_m = \omega C U_m$$



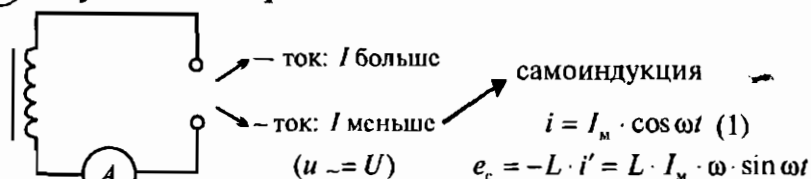
33

$$I_m = \frac{U_m}{\frac{1}{\omega C}}$$

$$x_c = \frac{1}{\omega C}$$

$$I = \frac{U}{x_c}$$

③ Индуктивное сопротивление



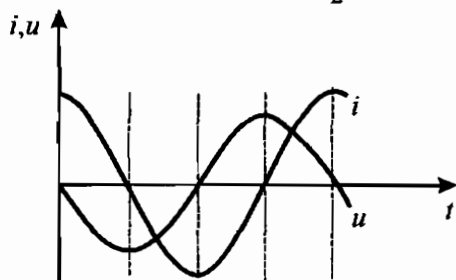
$$i = I_m \cdot \cos \omega t \quad (1)$$

$$(u \sim U)$$

$$e_c = -L \cdot i' = L \cdot I_m \cdot \omega \cdot \sin \omega t$$

Если $R = 0$, то $U = -e_c = -L \cdot I_m \cdot \omega \cdot \sin \omega t = U_m \cdot \cos \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right) \quad (2)$
($iR = U + e_c$)

(1) и (2): u опережает i на $\frac{\pi}{2}$



$$U_m = L \cdot I_m \cdot \omega$$

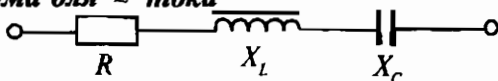
$$I_m = \frac{U_m}{\omega L}$$

$$x_L = \omega L$$

$$I = \frac{U}{x_L}$$

34

④ Закон Ома для ~ тока



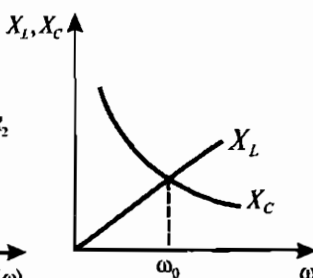
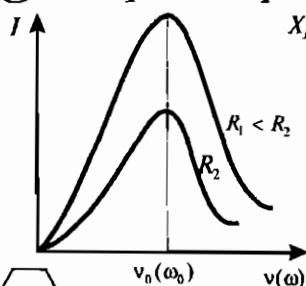
$$U \neq U_R + U_L + U_C$$

$$Z \neq R + X_L + X_C$$

$$I = \frac{U}{\sqrt{R_A^2 + (X_L - X_C)^2}}$$

$$I = \frac{U}{\sqrt{R_A^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2}}$$

⑤ Электрический резонанс



$$I_{\max} : \omega L = \frac{1}{\omega C}$$

$$\omega^2 LC = 1$$

$$\omega^2 = \frac{1}{LC} = \frac{4\pi^2}{T^2}$$

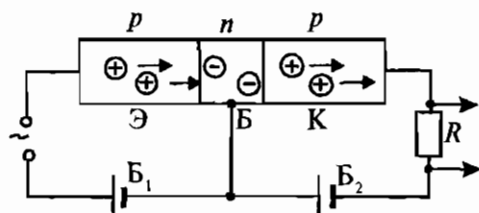
$$T = 2\pi\sqrt{L \cdot C}$$

$$T = T_{\text{собст.}} \quad (\nu = \nu_{\text{собст.}})$$

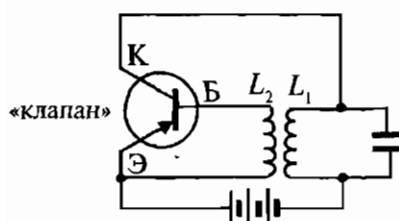
(+) — радиосвязь (-) — перегоран. приборов

↳ ... (стр. 94)

35

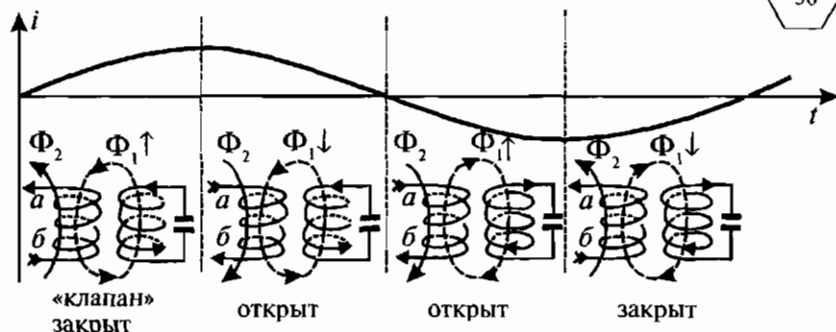


ГЕНЕРАТОР НЕЗАТУХАЮЩИХ КОЛЕБАНИЙ



Задача — получить незатухающие колебания большой ν
Г.Н.К. — автоколеб. система, в которой энергия от источника тока порциями поступает в колебательный контур

36



1-я четв.: по L_1 идет $\uparrow i_1 \Rightarrow$ возник. $\Phi_1 \uparrow$, пересекающий L_2 сверху вниз (правило обхвата правой руки) $\Rightarrow$ в L_2 возник. i_2 , препятствующий $\uparrow \Phi_1$ (Ленц!) $\Rightarrow \Phi_2$ напр. вверх $\Rightarrow i_2$ от б к а (от «n» к «p») — не может!

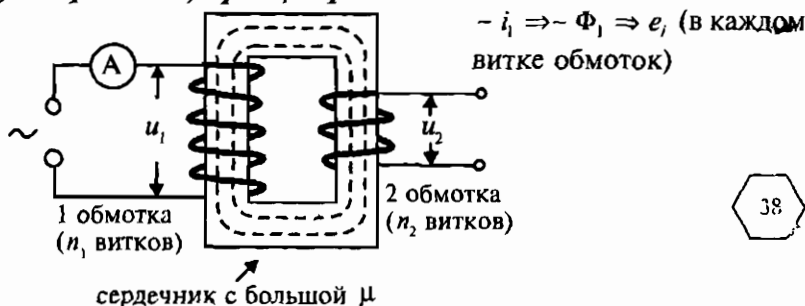
2-я четв.: по L_1 идет $\downarrow i_1 \Rightarrow$ возник $\Phi_1 \downarrow \Rightarrow$ в L_2 возник. i_2 , препятств. $\downarrow \Phi_1 \Rightarrow \Phi_2$ напр. вниз $\Rightarrow i_2$ от а к б (от «p» к «n») — может!

Итак: $\frac{1}{2}T$ «клапан» закрыт, $\frac{1}{2}T$ открыт (к/контур пополняет энергию за счет источника тока)

ТРАНСФОРМАТОР

Яблочков, Усагин — конец XIX века

① Устройство, принцип работы



② Режим холостого хода ($i_2 = 0$)

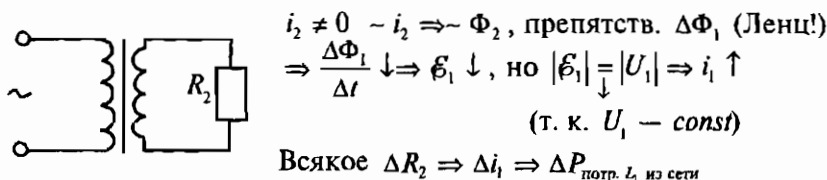
Если $R_A \rightarrow 0$, то $U_1 = -\mathcal{E}_1$ ($i_1 R = U_1 + \mathcal{E}_1$)

$$U_2 = -\mathcal{E}_2 \quad (i_2 = 0)$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{\mathcal{E}_1}{\mathcal{E}_2} = \frac{n_1 \cdot e}{n_2 \cdot e} = \frac{n_1}{n_2} = k \rightarrow \text{коэфф. трансф.} \quad (k > 1 \Rightarrow U_2 < U_1 - \text{пониж.})$$

($k < 1 \Rightarrow U_2 > U_1$ — повыш.)

③* Режим нагруженного трансформатора

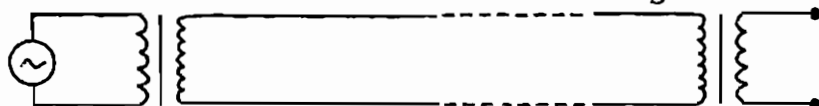


④ Непроизводительные расходы

- | | |
|--|---|
| а) нагревание обмоток (джоулево тепло) | $\left. \begin{array}{l} \text{к.п.д. } 97-99\% \Rightarrow \\ P_1 \approx P_2 \Rightarrow I_1 U_1 = I_2 U_2 \\ \Downarrow \\ \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} \end{array} \right\}$ |
| б) перемагничивание сердечника | |
| в) нагревание сердечника токами Фуко | |
| г) рассеивание магнитного потока | |

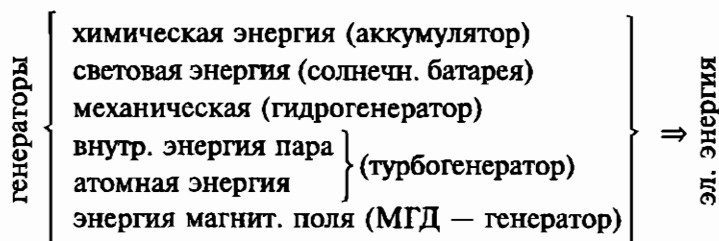
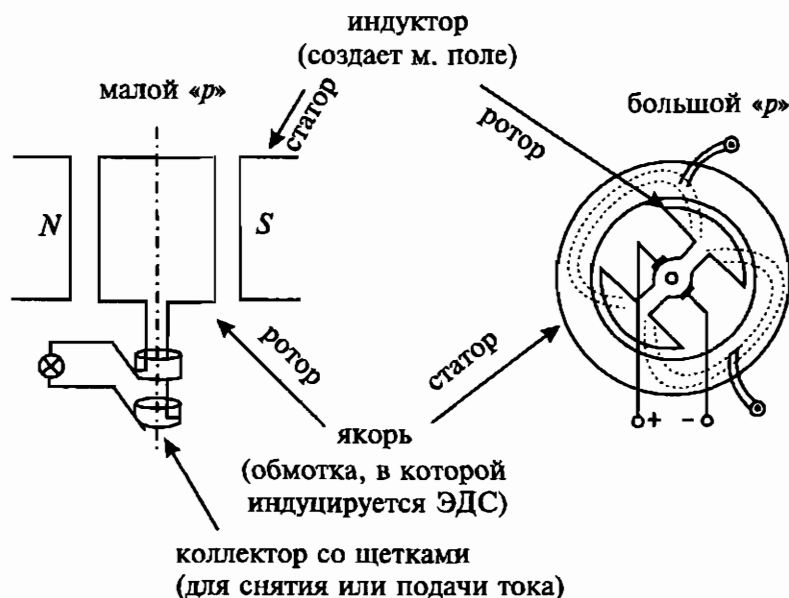
⑤ Передача электроэнергии на расстояние

трудность: большое Q на проводах. $Q = I^2 R t = I^2 \frac{\rho l}{S} t$



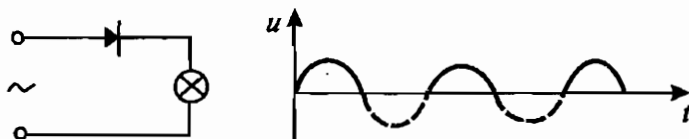
① *Преимущества эл. энергии*

- 1) можно передавать по проводам
- 2) можно трансформировать (Δu , Δi)
- 3) легко превращается в другие виды энергии
- 4) легко получается из других видов энергии:

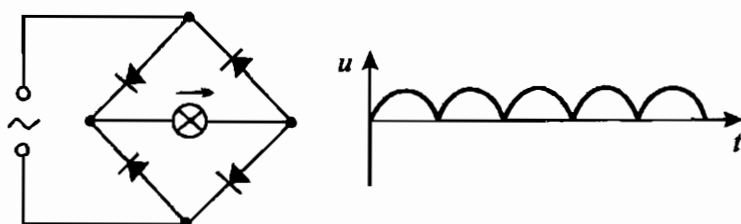
② *Устройство индукционного генератора*

③ * *Выпрямление ~ тока*

а) однополупериодный выпрямитель



б) двухполупериодный выпрямитель



④ * *Успехи и перспективы электрификации*



1920 г. — план ГОЭЛРО (за 10 лет увелич. произв. э/энергии
в 4 раза, построено 40 эл. станций
 $P = 4,1$ млн кВт)

1947 г. — 1-е место в Европе

Экибастузский
Канско-Ачинский } бассейны

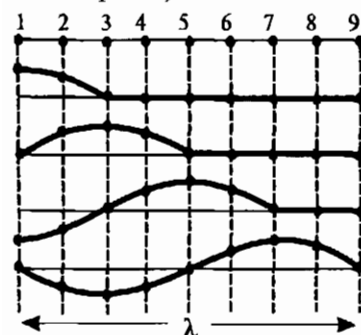
① Волной наз. ... § (стр. 116)

Причины возникн. волн $\nearrow f_{\text{упр}}$
 $\searrow$ инертность частиц
 вибратор

42-44

② Поперечные волны

(деформ. сдвига — в тв. телах, на поверх. ж.)

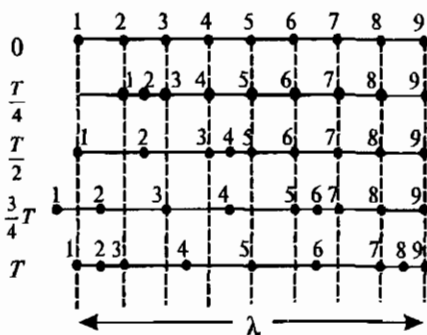


λ — § (стр. 121)

$$v_s = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot \nu \quad v_s = f \text{ (св-в среды)} \quad \nu = f \text{ (источника)}$$

Продольные волны

(деф. сжатия — в г., ж., тв. телах)



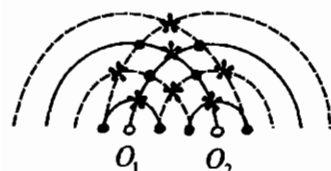
③ Волны в среде



④ Интерференция волн — наложение когерент. волн

Когерентные волны — § (стр. 188)

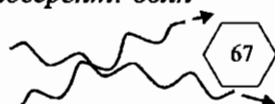
Принцип суперпозиции волн



Δd — разность хода

Если $\Delta d = 2n \frac{\lambda}{2}$ — макс усилен. (*)

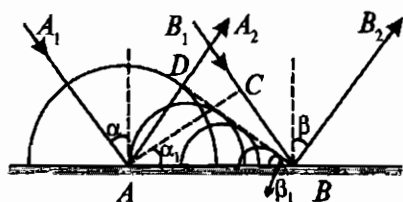
$\Delta d = (2n + 1) \frac{\lambda}{2}$ — макс ослабл. (•)



5 Принцип Гюйгенса



6 Отражение волн



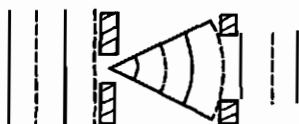
$$\left. \begin{aligned} \tau &= \frac{CB}{v} \\ AD &= \tau \cdot v \end{aligned} \right\} \Rightarrow CB = AD$$

$$\Delta ABD = \Delta ACB \Rightarrow \alpha_1 = \beta_1$$

$$\text{но } \left. \begin{aligned} \alpha_1 &= \alpha \\ \beta_1 &= \beta \end{aligned} \right\} \Rightarrow \beta = \alpha \quad (1 \text{ з-н отр.})$$

2 закон: луч падающий, луч отраженный, $\perp$ лежат в одной плоскости

7 Дифракция волн — § (стр. 196)



8 Звуковые волны

Причины $\leftarrow$ $\begin{cases} \text{вибрация} \\ \text{упруг. среды} \end{cases}$

$\nu + 17-20000 \text{ Гц}$

инф.

ультразв.



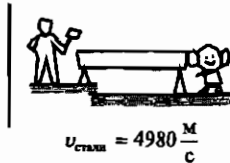
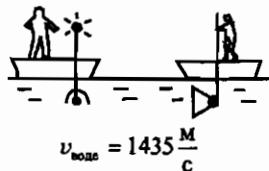
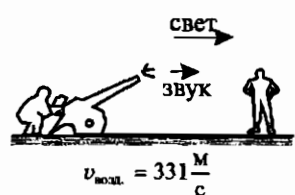
сжатие-разряж. — ...
(продольные!)

музык. звук

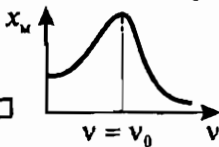
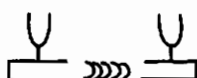
звук

шумы ($\nu \neq \text{const}$)

харак-ся громкостью (x_m) и высотой (ν)

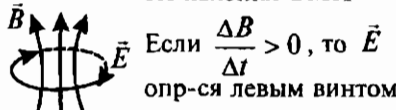


Акустический резонанс:

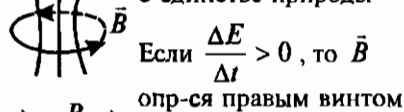


1 Электромагнитное поле

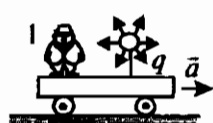
$\sim B \rightarrow \sim E$ Из явления ЭМИ



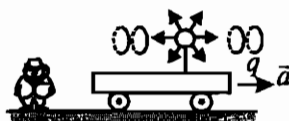
$\sim E \rightarrow \sim B$ Максвелл из предпол. о единстве природы



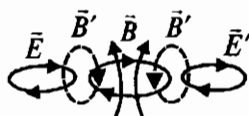
Итак: $\sim B \rightarrow \sim E \rightarrow \sim B \rightarrow \dots$



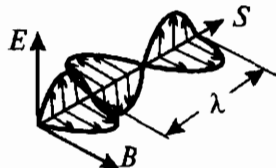
Э/м поле



2 Э/м волны — процесс распространения э/м поля



$$C = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{М}}{\text{с}}$$



48

3 Свойства э/м волн

а) отражение



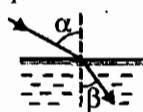
б) дифракция



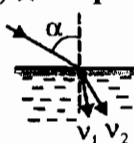
в) интерференция



г) преломление



д) дисперсия

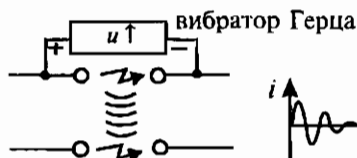
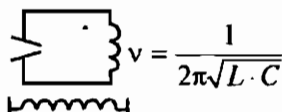


е) поляризация

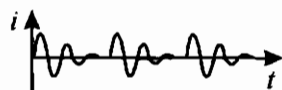


54

4 Опыты Герца



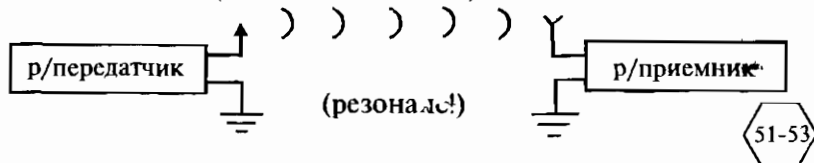
49



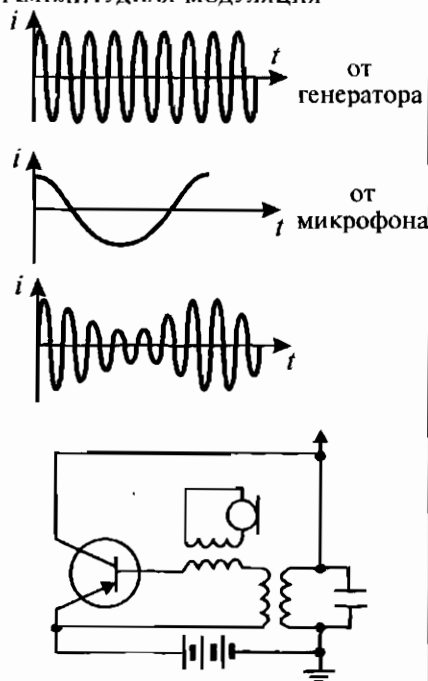
«q» должен двиг-ся с ускорением!

⑤ Принцип радиотелефонной связи

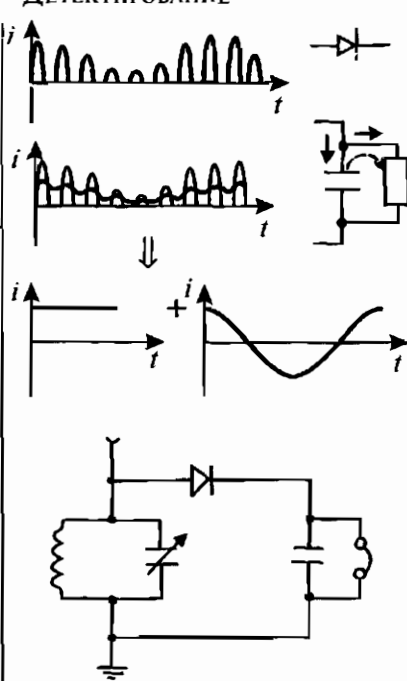
(А.С. Попов 1895 г.)



Амплитудная модуляция

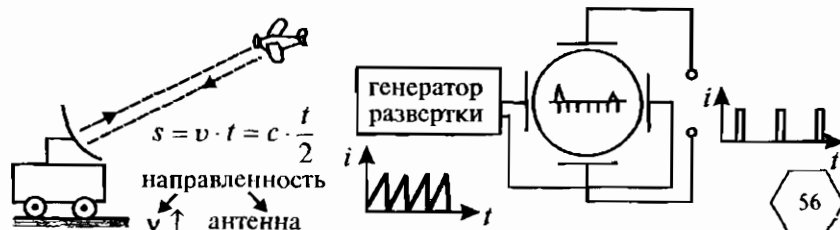


ДЕТЕКТИРОВАНИЕ

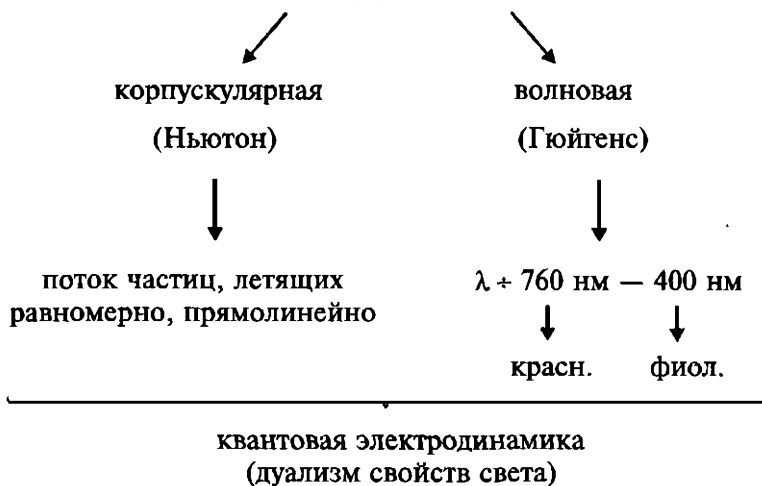


⑥ Радиолокация

(обнаружение и определение местополож. объекта радиоволнами)

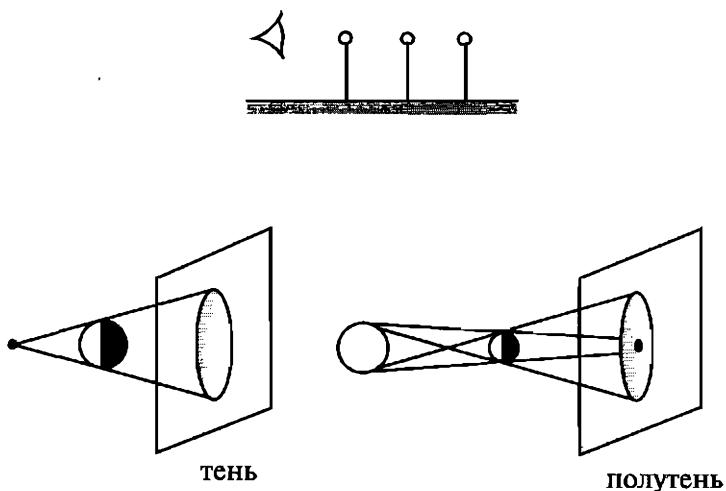


РАЗВИТИЕ ВЗГЛЯДОВ НА ПРИРОДУ СВЕТА

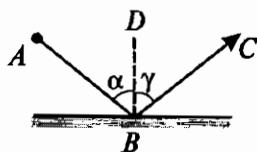


ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

① Прямолинейное распространение света



2 Отражение света



Законы:

$$- \gamma = \alpha$$

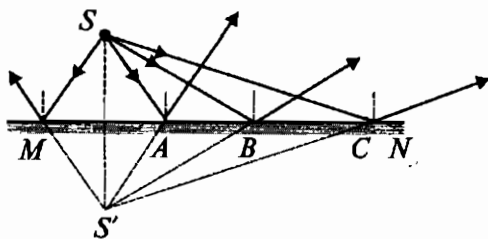
$- AB, BC, BD$ в одной плоскости



зеркальное



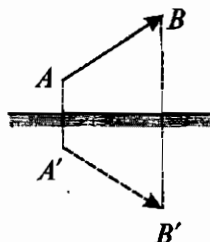
диффузное



$$\Delta SAB = \Delta S'AB$$

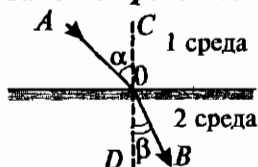


S' симметр. S



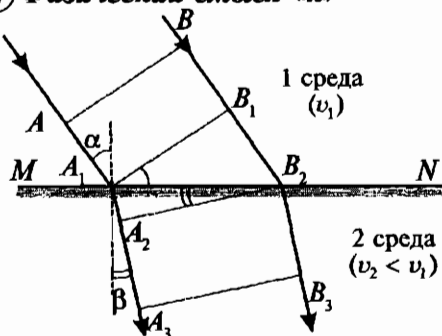
мнимое!

① Законы преломления

1) AO, OB, CD — в одной плоскости

2)
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{2,1}$$

② Физический смысл «n»

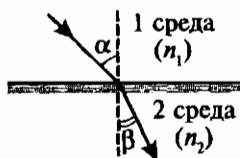


$$\Delta A_1 B_1 B_2 : B_1 B_2 = A_1 B_2 \cdot \sin \alpha$$

$$\Delta A_1 B_2 A_2 : A_1 A_2 = A_1 B_2 \cdot \sin \beta$$

$$\frac{B_1 B_2}{A_1 A_2} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{2,1} = \frac{v_1 \cdot \lambda}{v_2 \cdot \lambda}$$

61

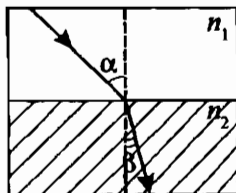
Если 1 среда вакуум (воздух), то $n = \frac{c}{v}$ — абсолютн. показат.

$$\left. \begin{array}{l} n_1 = \frac{c}{v_1} \\ n_2 = \frac{c}{v_2} \end{array} \right\} \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} = n_{2,1} = \frac{1}{n_{1,2}}$$

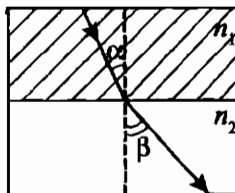
↙ обратимость хода лучей

Итак:
$$n_{2,1} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

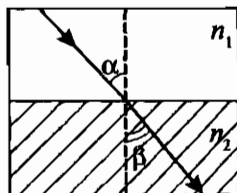
Среда, в которой «n» больше («v» меньше) — оптич. более плотная



$$n_2 > n_1$$

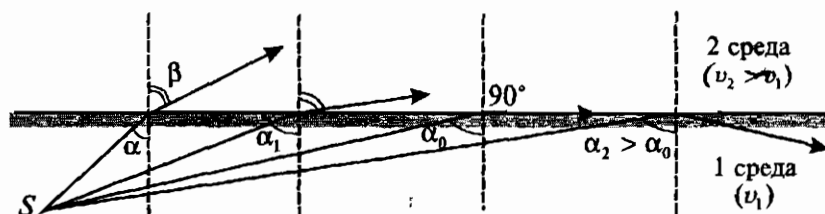


$$n_2 < n_1$$



$$n_2 = n_1$$

③ Полное отражение света



$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{2,1} = \frac{1}{n_{1,2}} \Rightarrow \sin \beta = \sin \alpha$$

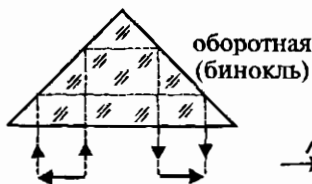
Если $\beta = 90^\circ$, то α — предельный угол

$$\sin \alpha_0 = \frac{1}{n_{1,2}}$$

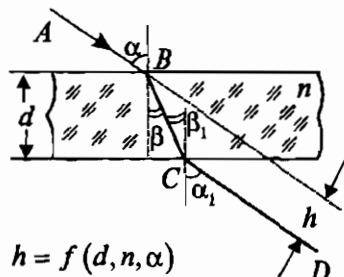
(*Н-р: для воды: $n_{1,2} = 1,33 \Rightarrow \alpha_0 = 49^\circ$
для стекла: $n_{1,2} = 1,5 \Rightarrow \alpha_0 = 42^\circ$)

62

Если $\alpha_2 > \alpha_0$, то $\sin \beta_2 > \sin 90^\circ$, что невозможно, сл-но при $\alpha > \alpha_0$ произойдет отражение



④ Плоскопараллельн. пластинка, треугольная призма



$$h = f(d, n, \alpha)$$

$$\text{т.В. } \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$$

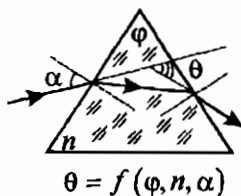
$$\text{т.С. } \frac{\sin \beta_1}{\sin \alpha_1} = \frac{1}{n}$$

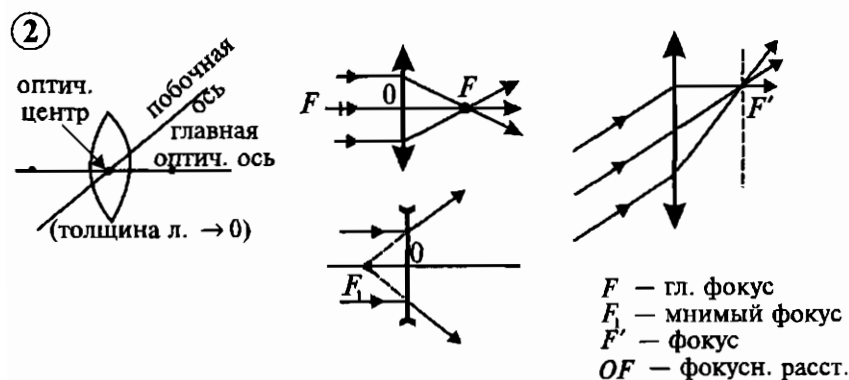
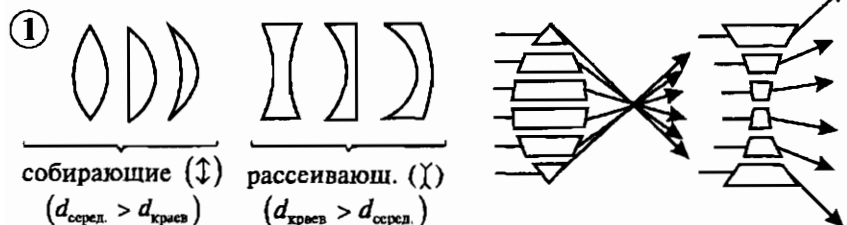
$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \cdot \frac{\sin \beta_1}{\sin \alpha_1} = 1$$

$$\sin \alpha = \sin \alpha_1$$

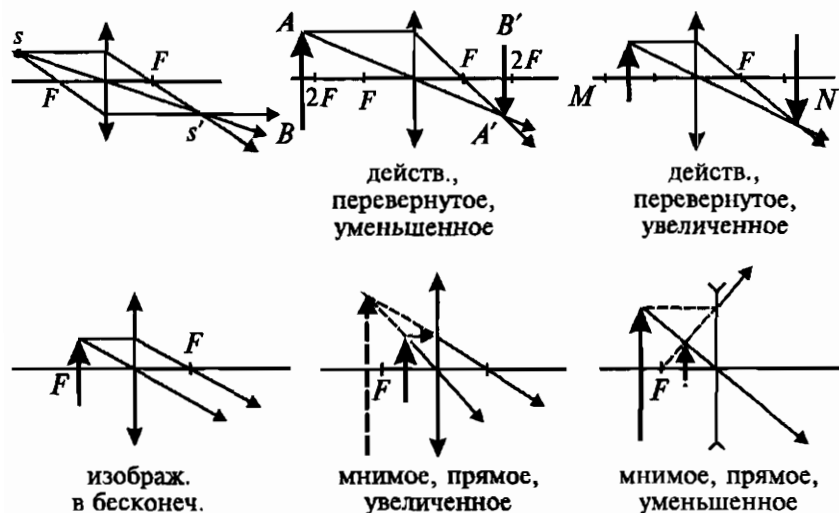
$$\Downarrow$$

$$AB \parallel CD$$

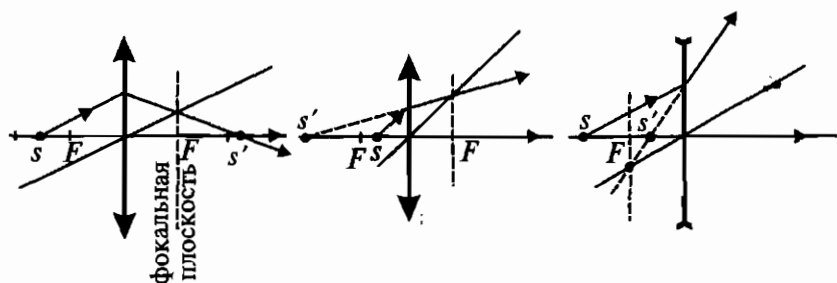




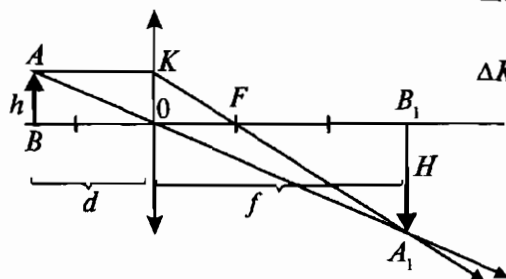
③ Построение изображения в линзах



④ Построение изображения в линзах



⑤ Формулы тонкой линзы



$$\triangle ABO \sim \triangle A_1B_1O: \frac{h}{H} = \frac{d}{f}$$

$$\triangle KOF \sim \triangle FB_1A_1: \frac{KO}{H} = \frac{F}{FB_1}$$

$$\frac{d}{f} = \frac{F}{f - F}$$

$$\Downarrow$$

$$df - dF = fF$$

$$: dfF \left| \frac{1}{F} - \frac{1}{f} = \frac{1}{d} \Rightarrow \boxed{\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F}} \right.$$

$F > 0$, если линза собирающая

$F < 0$, если линза рассеивающая

$f > 0$, если изображение действит.

$f < 0$, если изображение мнимое

D — оптическая сила линзы

$$D = \frac{1}{F} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$$[D] = \text{м}^{-1} = \text{дптр}$$

$$\Uparrow \Downarrow \quad |D| = \pm D_1 \pm D_2$$

$$l = 0$$

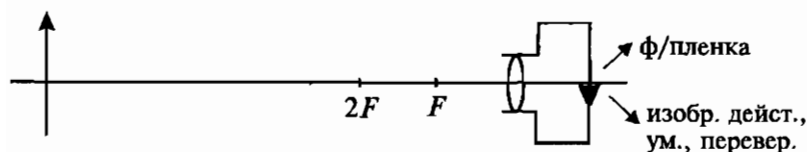
$$\boxed{\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}}$$

Γ — увеличение

H — высота изобр.

h — высота предм.

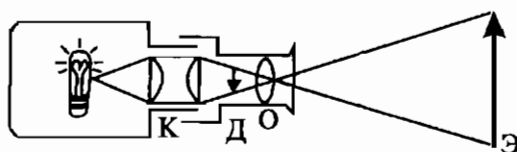
63-65

① **Фотоаппарат**

Резкость: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$ — винтов. резьба, гармошка

Кол-во света: выдержка ($t_{\text{экспоз.}}$), диафрагма ($d_{\text{отвер. объект}}$)

f (освещенности объекта, чувств. пленки, глубины резкости)

② **Проекционный аппарат**

Д — диапозитив

К — конденсор

Э — экран

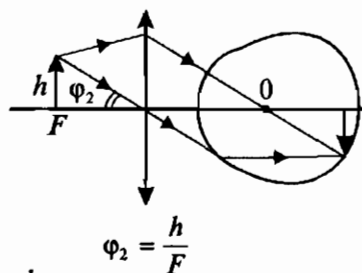
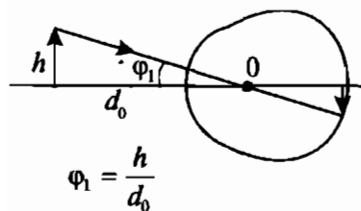
О — объектив

фильмоскоп,

киноаппарат,

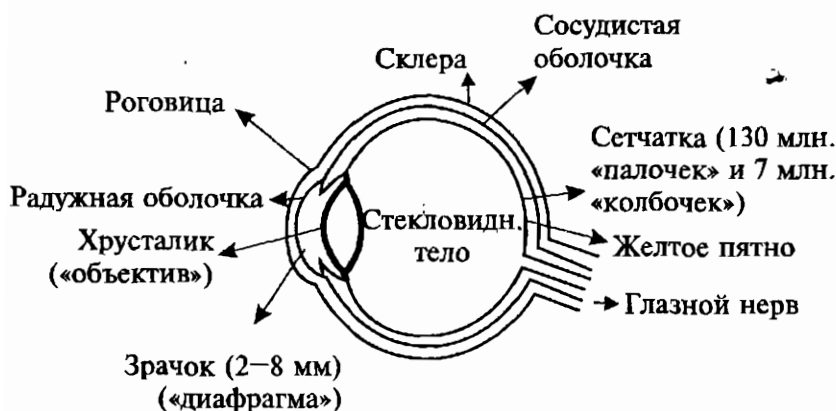
фотоувеличит.,

эпидиаскоп, ...

④ * **Луна**

$$\Gamma = \frac{\varphi_2}{\varphi_1} = \frac{\frac{h}{F}}{\frac{h}{d_0}} = \frac{d_0}{F}$$

③ Глаз



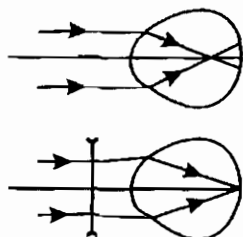
Аккомодация
(14 см — ∞)

$d_0 = 25$ см — расстоян.
наилучш. зрения

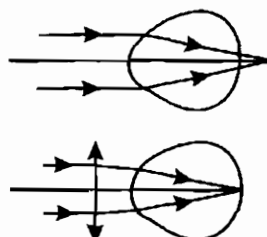


две т-ки отдельно при $\alpha \geq 1'$

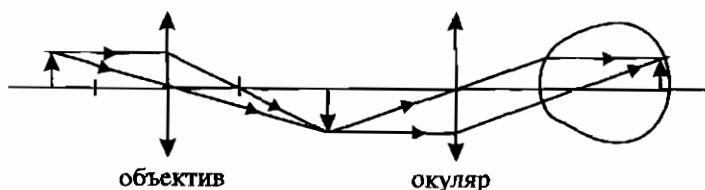
Близорукость:



Дальнозоркость:



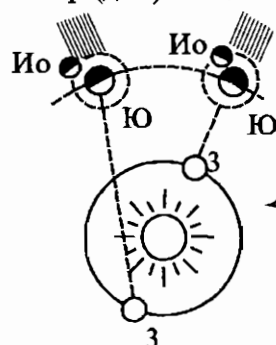
⑤* Микроскоп



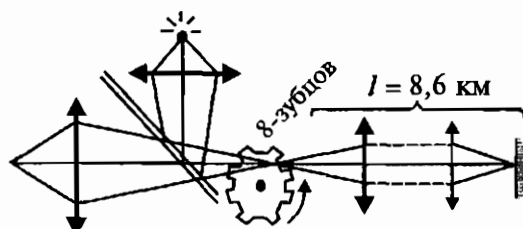
① Скорость света

Рёмер (дат.) — 1676 г.

Физо (фр.) — 1849 г.



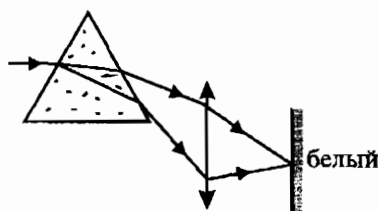
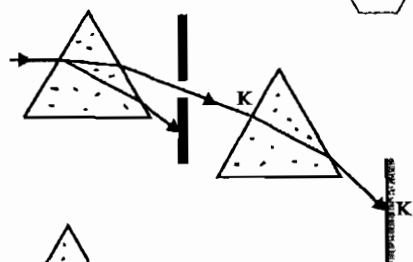
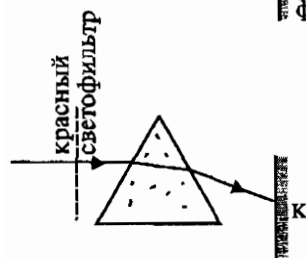
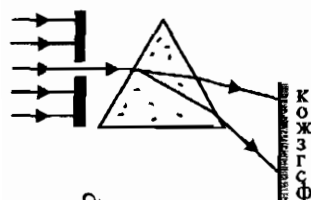
$$C = \frac{300 \text{ млн. км}}{1000 \text{ с}} = 300\,000 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$



$$\left. \begin{aligned} t &= \frac{1}{8} T = \frac{1}{8} \cdot \frac{2\pi}{\omega} \\ t &= \frac{2l}{c} \end{aligned} \right\} \Rightarrow C = \frac{8\omega l}{\pi}$$

59

② Дисперсия света



$$n_{\phi} = \frac{c}{v_{\phi}}$$

$$n_{\text{кр.}} = \frac{c}{v_{\text{кр.}}}$$

$$v_{\text{к}} > v_{\phi} \Rightarrow n_{\phi} > n_{\text{к}} \Rightarrow \text{разложение } (v \rightarrow n \rightarrow \beta)$$

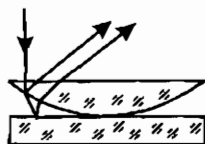
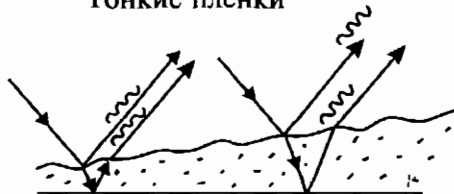
Дисперсия — зависимость «n» света от его цвета (от «v»)

66

③ **Интерференция света** — явление наложения когерентных световых волн

Тонкие пленки

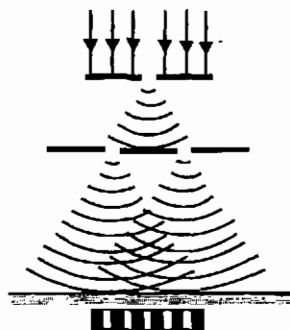
Кольца Ньютона



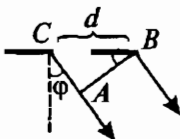
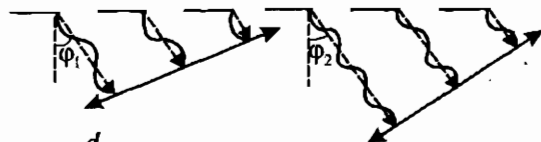
68,69

④ **Дифракция света**

Опыт Юнга:



Дифракционная решетка:



$$\Delta ABC : AC = d \cdot \sin \varphi$$

$$\text{max, если } AC = 2k \frac{\lambda}{2} = k\lambda$$

$$k\lambda = d \cdot \sin \varphi$$

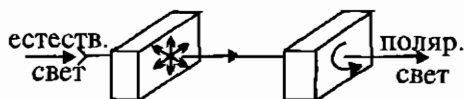
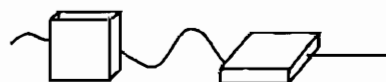
$$k = 0 \Rightarrow \sin \varphi = 0 \text{ — центральный max}$$

$$k \pm 1 \Rightarrow \sin \varphi = \pm \frac{\lambda}{d} \text{ — max 1 порядка}$$

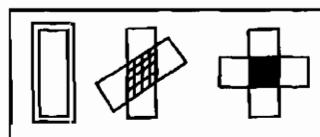
$$k = \pm 2 \Rightarrow \sin \varphi = \pm 2 \frac{\lambda}{d} \text{ — max 2 порядка}$$

⑤ **Поляризация света**

71,72



оптическая анизотропия



турмалин, герпатит, — поляроиды

Итак: свет — поперечная волна

Применение: фары, быстродейств. оптич. затворы, лазеры, ...

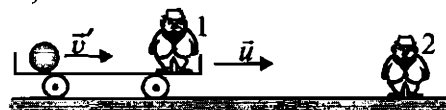
73,74

① Представления классической механики

t, l, a, m — абсолютно

v, s — относительно

75



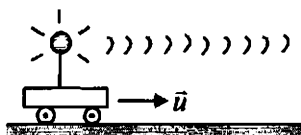
$$\vec{v} = \vec{v}' + \vec{u}$$

$$\vec{s} = \vec{s}' + \vec{s}''$$

Механические явления при одинаковых начальных условиях протекают одинаково во всех инерциальн. с/отсчета

② Справедливо ли ↑ для других физических процессов?

Противоречия электродинамики и классич. з-на сложения v



По классич. механике $v = u + c > c$

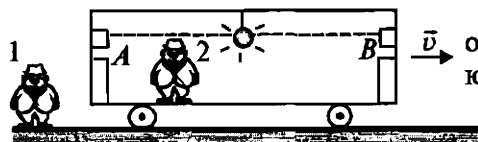
По законам электродинамики $v = c$

76

Постулаты Т.О.

1. Все процессы природы протекают одинаково во всех инерц. системах отсчета
2. Скорость света в вакууме одинакова для всех инерциальн. систем отсчета. Она не зависит от $v_{\text{источн.}}$ и $v_{\text{приемн.}}$ светового сигнала.

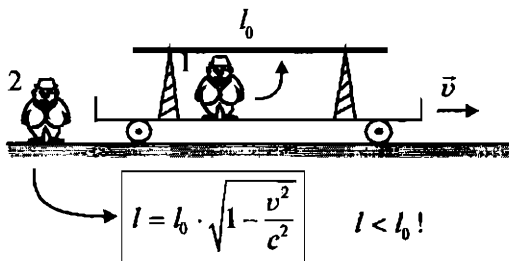
③* Относительность одновременности



$\vec{v}$ одновременно ли открываются двери A и B?

77

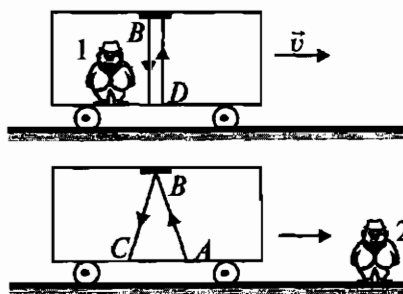
④* Относительность расстояний



$$l = l_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad l < l_0!$$

78

⑤ Относительность промежутков времени

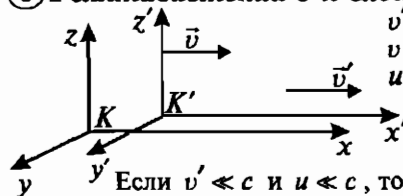


$$t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

В движущемся вагоне явления протекают медленнее

⑥ Релятивистский 3-н сложения скоростей

78



v' — скорость тела относит. с/о K'

v — скорость тела относит. с/о K

u — скорость с/о K' относительно с/о K

$$v = \frac{v' + u}{1 + \frac{v' \cdot u}{c^2}}$$

Если $v' \ll c$ и $u \ll c$, то $\frac{v' \cdot u}{c^2} \rightarrow 0 \Rightarrow v = v' + u$

Если $v' = c$, то $v = \frac{c + u}{1 + \frac{cu}{c^2}} = \frac{c + u}{1 + \frac{u}{c}} = \frac{(c + u)c}{c + u} = c$

Если $v' = u = c$, то $v = \frac{2c}{2} = c$

⑦ Релятивистская динамика

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

79

⑧ Связь между массой и энергией

$$\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2} + \frac{1}{4} \frac{v^4}{c^4} - \frac{1}{4} \frac{v^4}{c^4}} = \sqrt{\left(1 - \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2}\right)^2 - \frac{1}{4} \frac{v^4}{c^4}} = 1 - \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2}$$

$$\text{Итак, } m = \frac{m_0}{1 - \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2}} = \frac{m_0 \left(1 + \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2}\right)}{\left(1 - \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2}\right) \left(1 + \frac{1}{2} \frac{v^2}{c^2}\right)} = \frac{m_0 + \frac{1}{2} m_0 \frac{v^2}{c^2}}{1 - \frac{1}{4} \frac{v^4}{c^4}} \xrightarrow{\rightarrow 0}$$

$$m = m_0 + \frac{1}{2} m_0 \frac{v^2}{c^2} \Rightarrow \Delta m = m - m_0 = \frac{1}{2} m_0 \cdot \frac{v^2}{c^2} = \frac{\Delta E}{c^2}$$

$$E = mc^2$$

80

① Источники света

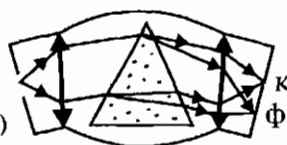
тепловые



люминесцентные

- электро... (газ. разряд)
- катодо... (э/л. трубка)
- хеми... (гнилушки, светлячки)
- фото... (лампы дневн. света)

② Спектроскоп



③ Спектры испускания

а) непрерывный
(от раскал. тв. и ж. тел,
высокотемпер. плазмы)



б) линейчатый
(от раскал. газов
в атомарн. состоян.)



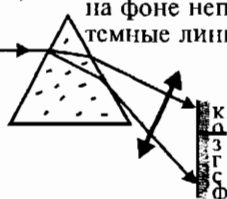
в) полосатый
(от раскал. газов
в молекул. состоян.)



④ Спектр поглощения



на фоне непр. спектра
темные линии



З-н Кирхгофа
Атомы данного в-ва
поглощают те световые
волны, которые они
сами испускают

⑤ Спектральный анализ

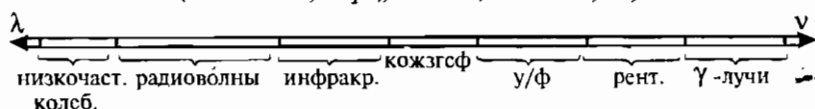
(метод определения хим. состава в-ва по его спектру)

ПРЕИМУЩЕСТВА:

- большая чувствительность (до 10^{-10} г)
- min затраты времени
- фактор расстояния (астрономия!)
- открытие новых элементов (гелий, рубидий, цезий, ...)

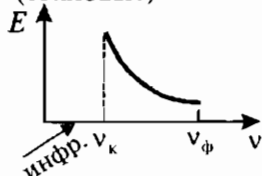
ШКАЛА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН

(Максвелл, Герц, Попов, Лебедев, ...)



Инфракрасные — Гершель (нем.) — 1800 г.

(тепловые)

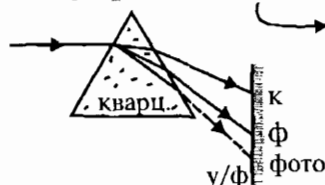


- нагревают тела
- мало поглощ. воздухом, пылью
- (фото в инфр. лучах)

Венера

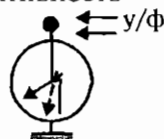
танк — П.Н.В.

Ультрафиолетовые — Волластон (англ.) — 1801 г.



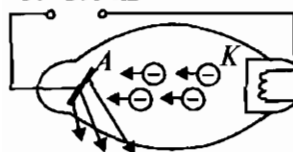
Солнце, ртутные лампы

- химическ. и биол. активность
- ионизация газов
- (польза → ? ← вред)



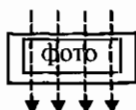
Рентгеновские лучи — Рентген (нем.) — 1895 г.

50–200 кВ

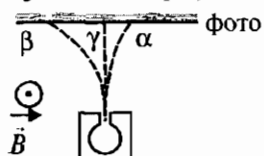


- проник. способ.
- биологич. активность
- действие на фотомат.
- ионизация газов
- свечение некотор. в-в

Al (5–10 см) Pb (1 см)



γ-лучи — Кюри, Резерфорд (1898 г.)



- проник. способн.
- биологич. активность
- химическая активн. (фотоматер.)
- ионизация газов
- свечение некотор. в-в

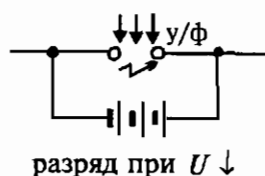
Pb (несколько см)

Переход кол-ва в качество ($\Delta\nu(\Delta\lambda) \rightarrow \Delta$ качество)

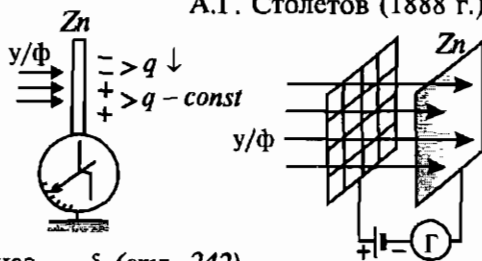
- способность к распротр. и проникнов.
- действие на фотоматериалы
- биологическая активность
- способность к ионизации

① Открытия и первые исследования

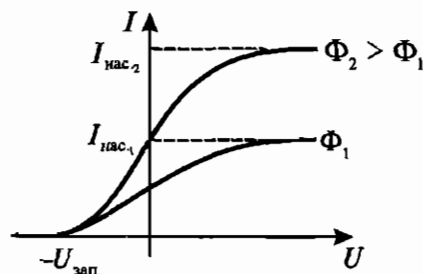
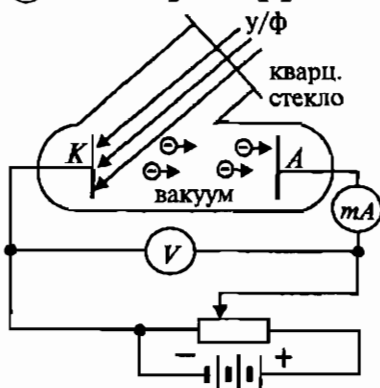
Г.Герц (1887 г.)



А.Г. Столетов (1888 г.)

 Φ/ε наз. ... ξ (стр. 242)

② Законы фотоэффекта



1 з-н: $I_{\text{нас.}} \sim \Phi$

2 з-н: Если $U = U_{\text{зап.}}$, то $I = 0$

з.с.э.: $\Delta E_{\text{к}} = A \Rightarrow \frac{mv^2}{2} = eU_{\text{зап.}}$

$E_{\text{к}} \neq f(\Phi), E_{\text{к}} = f(\nu)$

(по волн. теории

 $\uparrow \Phi \Rightarrow \uparrow \nu, \uparrow N$)3 з-н.: Для каждого в-ва существует красная граница $\Phi/\varepsilon - \nu_{\text{min}} (\lambda_{\text{max}})$, при которой набл. Φ/ε .

③ Объяснения фотоэффекта

Эйнштейн (1905 г.) на основе идеи Планка —

— излучение и поглощ. света происходит порциями

$E = h\nu$ — энергия одной порции

$h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ Дж·с — пост. Планка

$$h\nu = A_{\text{в}} + \frac{mv^2}{2} \quad \text{— ур-ие Эйнштейна :}$$

ф/э возможен при $h\nu \geq A_{\text{в}}$

Если $h\nu = A_{\text{в}} \Rightarrow \nu_{\text{min}} = \frac{A_{\text{в}}}{h}$ — красная граница ф/э

④ Фотон (световой квант)

имеет энергию: $E = h\nu$

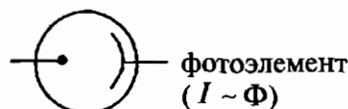
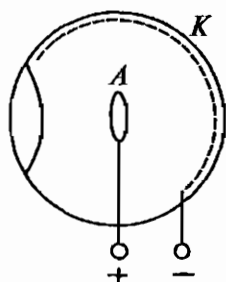
массу: $h\nu = mc^2 \Rightarrow m = \frac{h\nu}{c^2}$ ($m_{\text{покоя}} = 0$)

импульс: $p = mc = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$

Дуализм св-в света $\left. \begin{array}{l} \rightarrow \text{волна} \\ \rightarrow \text{частица} \end{array} \right\}$ диалект. единство

Природа света одна — электромагнитная

⑤ Применение фотоэффекта

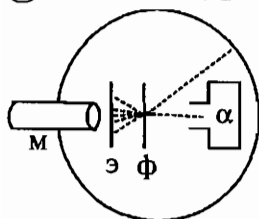


- автоматика, телемеханика
- фотоэкспонетр
- фототелеграф
- запись и воспроизведение звука в кино

① **Опыты и явления, доказыв. сложность строен. атома**

- 1) электростат. явления (где в атоме « q »?)
- 2) ток в электролитах ($q_{\min}$)
- 3) фотоэффект (что вылетает из металла?)
- 4) свет — э/м волны, созд. « q », нах-ся внутри атома
- 5) закономерн. в спектрах: $\nu = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2} \right)$ — серия Бальмера
- 6) явление радиоактивности (α ?, β ?)
- 7) открытие $\bar{e}$ Томсоном (англ.) — 1897 г.

② **Опыт Резерфорда по рассеиванию α -частиц**



«Снаряды» — « α » — ядра He

$$\nu_{\alpha} = 20000 \frac{\text{км}}{\text{с}} \left(\frac{1}{15} \text{ «С»} \right)$$

$$m_{\alpha} = 8000 \cdot m_e$$

94,95

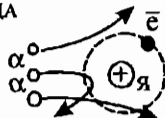
при попадании на люминофор-сцинтилл.

Выводы Резерфорда

атом $\rightarrow$ ядро + $\bar{e}$

$$q_{\text{я}} = +Ze \quad \downarrow \quad d_{\text{я}} \sim 10^{-12} - 10^{-13} \text{ см}$$

$m_{\text{я}}$ соизмерима с $m_{\text{атома}}$



③ **Противоречия планетарной модели и классической физики. Постулаты Бора**

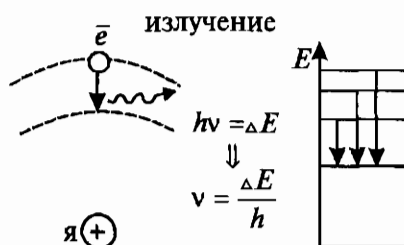
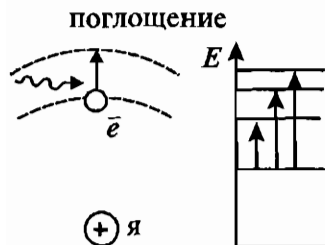


Тратя энергию на излучение э/м волн, $\bar{e}$ должен приближ. к ядру

$t_{\text{сущест.}}$ д. б. $\sim 10^{-8}$ с, но атом устойчив.

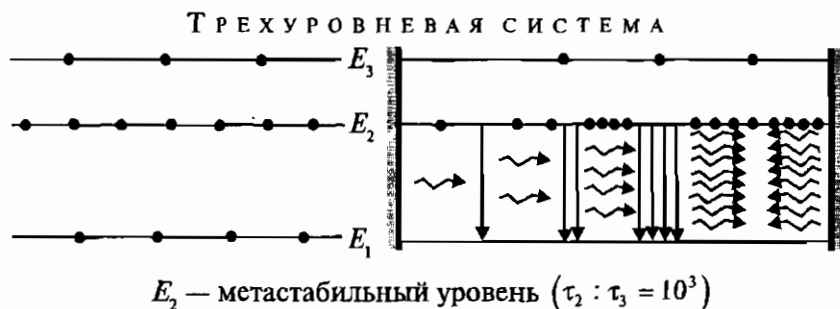
Выход из противоречий — постулаты Бора

— § (стр. 260)

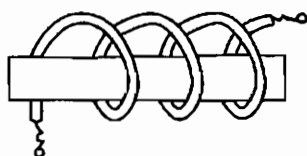


④ Оптический квантовый генератор (лазер)

Эйнштейн, Фабрикант, Басов, Прохоров, Таунс — 1954 г.



впервые в США (1960 г.)



рубин
($Al_2O_3 + Cr$)

газовые
полупроводник.
газодинамич. и т. д.

$$t_{\text{высвеч.}} = 10^{-8} - 10^{-10} \text{ с} \Rightarrow \text{мощность} \sim \text{млрд Вт}$$

П Р И М Е Н Е Н И Е:

- обработка тверд. минералов
- лазерн. система связи
- медицина
- голография
- повышение урожайности
- раскрой тканей
- расстояние до Луны

К 11/19 ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА

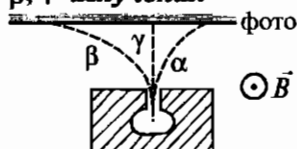
① Явление радиоактивности. α , β , γ -излучения

1896 г.

— Анри Беккерель (фр.)

— М. и П. Кюри (фр.)

— Э. Резерфорд (англ.)



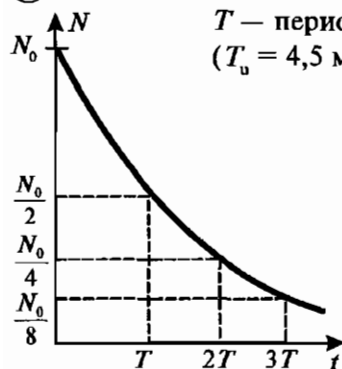
состав		α -лучи	β -лучи	γ -лучи
природа				
свойства	q			
	m			
	v			
	проник. способ.			
	повед. в эл. и м. поле			

Причина — спонтанный распад ядер

Правило смещения: $\left\{ \begin{array}{l} \alpha\text{-распад: } {}^M_Z X \rightarrow {}^4_2 \text{He} + {}^{M-4}_{Z-2} Y \\ \beta\text{-распад: } {}^M_Z X \rightarrow {}^0_{-1} e + {}^M_{Z+1} Y \end{array} \right.$

② Закон радиоактивного распада

99-102



T — период полураспада — ξ (стр. 281)

($T_0 = 4,5$ млрд. лет; $T_{\text{Ra}} = 1600$ лет, $T_{\text{Rn}} = 3,8$ дня)

$T = 0$ число атомов N_0

$t = T$ число атомов $\frac{N_0}{2}$

$t = 2T$ число атомов $\frac{1}{2} \cdot \frac{N_0}{2} = \frac{N_0}{2^2}$

$t = 3T$ число атомов $\frac{1}{2} \cdot \frac{N_0}{2^2} = \frac{N_0}{2^3}$

$t = nT$ число атомов $N = \frac{N_0}{2^n} = N_0 \cdot 2^{-n}$

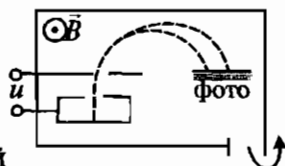
$$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$$

③ Изотопы

идея — Содди (англ.) — 1911 г.

опыт — Д. Томсон, Астон (англ.)

пример: водород — дейтерий — тритий



④ Методы наблюдения и регистрации частиц

1. Счетчик Гейгера (нем.) (1928 г.)

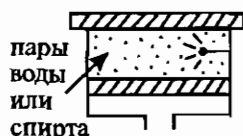


Основан на ударной (лавиной) ионизации.

Только регистрирует!

98

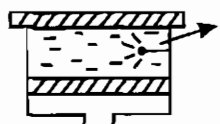
2. Камера Вильсона (англ.) (1912 г.)



поршень $\downarrow \Rightarrow p$ ум., t ум. (адиабатный процесс) $\Rightarrow$ пар становится пересыщенным. Ионы — центры конденсации $\Rightarrow$ трек.

Капица, Скобелев — камера в магн. поле

3. Пузырьковая камера — Глезер (США) (1952 г.)



ж. водород, пропан и т. д. при $t > t_k$ кипения нет, т. к. $p \uparrow$
поршень $\downarrow \Rightarrow p$ ум. $\Rightarrow$ ж. становится перегретой $\Rightarrow$ ионы — центры парообраз.

4. Метод толстослойных фотоэмульсий (1928 г.)

Мысовский, Жданов — кристаллики $AgBr$ расщепл-ся под действием элемент. частиц (аналог фотогр.) трек короче!

⑤ Структура ядра

Открытие протона («p»). — Резерфорд: ${}^{14}_7N + {}^4_2He \rightarrow {}^1_1H + {}^{17}_8O$

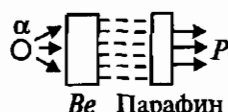
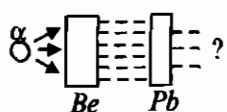
факты: — освобожд. «p» при ядерн. реакциях

— заряд ядра кратен заряду «p»

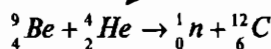
Но! $m_p > \Sigma m_p$

Открытие нейтрона («n») (1930–1932 г.)

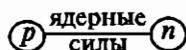
Боте и Беккер (нем.) И. Кюри и Ф. Жолио-Кюри



Чэдвик (англ.)



Иваненко (сов.)
Гейзенберг (нем.) } ядро $\rightarrow$ нуклоны $\rightarrow p, n$



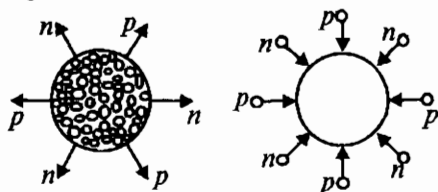
$$A = Z + N$$

массовое число

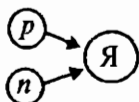
104, 105

① Энергия связи атомных ядер

106



Э.с. — «Е», необх. для расщепл. ядра на отдельн. нуклоны, или «Е», выд-ся при образовании ядер из нуклонов



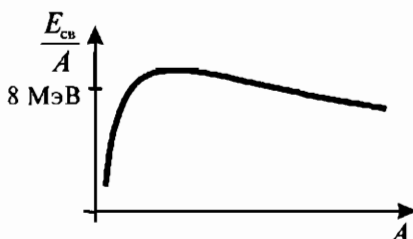
$$E = mc^2 \Rightarrow \Delta E = \Delta m \cdot c^2$$

$$E \text{ выд-ся} \Rightarrow \Delta E = E_2 - E_1 < 0 \Rightarrow \Delta m = m_{\text{я}} - m_{n+p} < 0 \Rightarrow m_{n+p} > m_{\text{я}}$$

$$\Delta M = Zm_p + Nm_n - M_{\text{я}} \text{ — дефект массы}$$

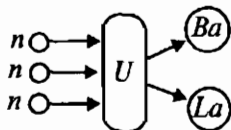
$$\Delta E_{\text{св}} = \Delta M \cdot c^2$$

$$(\text{н-р: } E_{\text{при образ } 4\text{г He}} = E_{\text{при сгоран } 1,5-2 \text{ вагонов угля}})$$



$\frac{E_{\text{св}}}{A}$ средних max $\Rightarrow$ средние ядра устойчивее $\Rightarrow$ «Е» у средних min (принцип min E_n) $\Rightarrow$ при синтезе легких или расщеплении тяжелых ядер «Е» выделяется

② Деление ядра урана



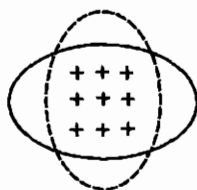
1938 г. — Ган, Штрассман (нем.)

1939 г. — Фриш, Мейтнер (дат.) — объяснен. явления

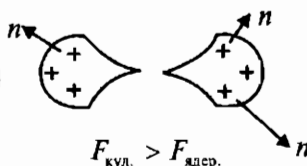
1 МэВ на 1 нуклон

$$(E_{1\text{г U}} = E_{3\text{г угля}})$$

108

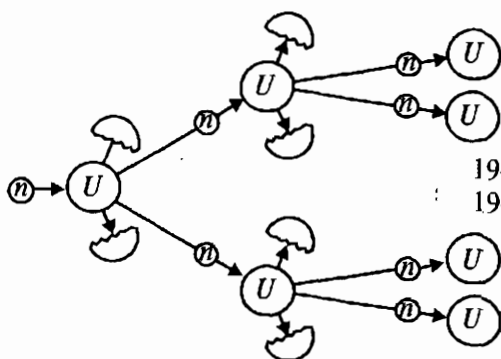


$$F_{\text{ядер.}} > F_{\text{кул.}}$$



$$F_{\text{кул.}} > F_{\text{ядер.}}$$

③ Цепные ядерные реакции

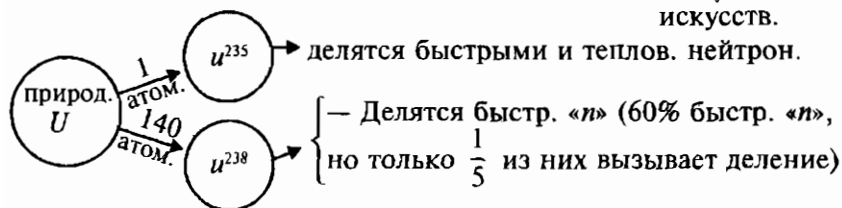


1942 г. — Ферми (в США)
1946 г. — Курчатов (СССР)

109

Условия Ц.Я.Р.

а) ядерное горючее (расщепл. материалы) — U^{235} , U^{233} , Pu^{239}
искусств.



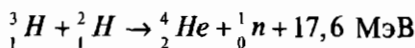
б) коэфф. размнож. « k » = 1 (при $k > 1$ — атомный взрыв)

в) критическая масса (для урана = 50 кг, при наличии замедлителя и отраж. « n » — 250 г
↓ ↓ ↓ ↓
вода графит Ве графит

Применение ядерной энергии — § (§ 112)

④ Термоядерные реакции

Нужна высокая t° для преодоления кулоновского отталкивания



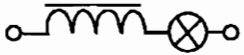
$$\frac{17,6}{5} \approx 3,5 \text{ МэВ на 1 нуклон}$$

111

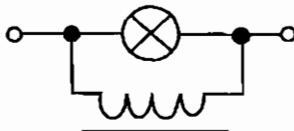
МАГНИТНОЕ ПОЛЕ. Э.М.И.

КВВК — 11/1

1. В чем суть опыта Эрстеда?
2. Формула, единица и направление вектора магнитной индукции.
3. Что называется линиями магнитной индукции, их свойства?
4. Правило буравчика.
5. Определение и единица магнитного потока.
6. Что такое сила Ампера? ее направление? формула?
7. Что такое сила Лоренца? ее направление? формула?
8. Как будет двигаться заряженная частица, попавшая в магнитное поле?
9. Что такое магнитная проницаемость среды?
10. Что такое пара-, диа-, и ферромагнетики?
11. Как объяснить намагниченность тел?
12. Что называется электромагнитной индукцией?
13. Условия возникновения индукционного тока.
14. Правило Ленца.
15. По какой причине возникает ЭДС индукции в проводнике, движущемся в магнитном поле?
16. По какой причине возникает ЭДС индукции в проводнике, находящемся в переменном магнитном поле?
17. Формула закона ЭМИ, $\mathcal{E}_i$ катушки, $\mathcal{E}_i$ движущегося в магнитном поле проводника.
18. Определение самоиндукции.

19.  Почему в этой цепи позже загорается лампочка при ее включении?

20. Почему не сразу прекращается свечение лампочки после выключения цепи



21. Что называется индуктивностью проводника?
22. От чего зависит индуктивность проводника?
23. Единица индуктивности и ее определение.
24. Формула энергии магнитного поля тока.

МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

КВВК — 11/2

1. Определение механических колебаний.
2. Определение свободных колебаний.
3. Определение вынужденных колебаний.
4. Определение и единица периода.
5. Определение и единица частоты.
6. Определение и единица циклической частоты.
7. Определение и единица амплитуды.
8. Определение гармонических колебаний.
9. Определение фазы.
10. Определение резонанса.
11. Примеры проявления резонанса.
12. Формулы периода колебаний математического и пружинного маятников.
13. Привести примеры свободных и вынужденных электрических колебаний.
14. Почему колебания в колебательном контуре достаточно длительные?
15. Как понимать электрические колебания в колебательном контуре с энергетической точки зрения? Формула Томсона.
16. Связь действующих и амплитудных значений тока и напряжения.
17. Почему идет переменный ток через конденсатор? Формула емкостного сопротивления.
18. С чем связано наличие индуктивного сопротивления и какова его формула?
19. Принцип работы трансформатора.
20. Что такое повышающий и понижающий трансформатор?
21. Перечислить непроизводительные расходы энергии в трансформаторе.
22. Основные части индукционного генератора и их назначение.

МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ

КВВК — 11/3

1. Что называется волной?
2. Каковы причины возникновения волн?

3. Что называется поперечными волнами? В каких средах они возникают? Какова внешняя картина поперечных волн? Примеры поперечных волн.

4. То же о продольных волнах.

5. Что называется длиной волны?

6. Формула скорости волны, от чего она зависит?

7. Что называется интерференцией волн, когерентными волнами?

8. Как выглядит интерференционная картина? Где при интерференции находятся места макс усиления и ослабления колебаний?

9. Что называется дифракцией волн?

10. Что называется звуковыми волнами? Инфразвуком? Ультразвуком?

11. В каких средах распространяется звук и почему?

12. Перечислите характеристики музыкального звука.

13. Что такое электромагнитное поле?

14. Что называется электромагнитными волнами? Нарисовать график электромагнитной волны. Какова скорость распространения электромагнитной волны?

15. Перечислите свойства электромагнитных волн.

16. Каков общий принцип радиосвязи?

17. Начертить схему детекторного радиоприемника.

18. В чем заключается принцип радиолокации?

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИКА

КВВК 11/4

1. Перечислите законы отражения света. Как в принципе получить изображение в плоском зеркале?

2. Что такое зеркальное и диффузное отражение?

3. Перечислите законы преломления света.

4. Чем объяснить факт преломления света?

5. Формулы показателя преломления света (3 формулы).

6. Какая среда оптически более и менее плотная?

7. Что такое предельный угол полного отражения света? Как его найти?

8. Как меняется направление луча при переходе его из одной среды в другую?

9. Назовите удобные лучи в линзе. В чем это удобство заключается?

10. Формулы линзы, оптической силы и увеличения линзы.

ВОЛНОВЫЕ И КВАНТОВЫЕ СВОЙСТВА СВЕТА

КВВК 11/5

1. Что такое дисперсия? Дать определение дисперсии с волновой точки зрения.

2. Почему треугольная призма разлагает белый свет?

3. Чем обуславливается цвет прозрачного и непрозрачного тела?

4. Как выглядит на экране интерференционная картина световых волн?

5. Почему интерференция наблюдается только в тонких пленках, при малом зазоре колец Ньютона?

6. В чем суть опыта Юнга по дифракции света?

7. Перечислите виды спектров. Каков их внешний вид?

8. Закон Кирхгофа для излучательной и поглощательной способности атомов.

9. Что такое спектральный анализ и как его производят?

10. Перечислите свойства инфракрасных и рентгеновских лучей.

11. Перечислите свойства ультрафиолетовых и γ -лучей.

12. В чем заключается философский принцип перехода количества в качество (по шкале электромагнитных волн).

13. Определение фотоэффекта, его законы.

14. Как объяснить фотоэффект?

15. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. При каком условии возможен фотоэффект?

16. В чем заключается дуализм свойств света?

СТРОЕНИЕ АТОМА

КВВК 11/6

1. Как устроен атом?

2. Какие опыты и явления доказывают сложность строения атома?

3. Постулаты Бора.
4. В чем заключается явление радиоактивности? его причина?
5. Что представляют собой α , β , γ -излучения?
6. Что называется периодом полураспада?
7. Каково строение ядра? Сколько нуклонов в ядре? Как нуклоны удерживаются в ядре?
8. Что такое изотопы? Привести пример.
9. Что такое спонтанное и индуцированное излучения?
10. Что называется энергией связи атомных ядер? Дефектом массы?
11. Назовите методы наблюдения и регистрации частиц.
12. Почему и при делении тяжелых ядер и синтезе легких энергия выделяется?
13. Что такое цепная ядерная реакция? При каких условиях она происходит?
14. Что такое термоядерная реакция? Почему она происходит при высокой температуре?

ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

1 группа

Д 11/1

1. Какая сила действует на проводник длиной 10 см в однородном магнитном поле индукцией 1,5 Тл, если сила тока в проводнике 50 А, а угол между направлением тока и направлением поля равен 30° ?

2. Электрон влетел в однородное магнитное поле индукцией $5 \cdot 10^{-3}$ Тл перпендикулярно линиям индукции со скоростью 10^7 м/с. С какой силой поле действует на электрон? Какую линию он опишет в магнитном поле?

3. На прямолинейный проводник с током 14,5 А в однородном магнитном поле с индукцией 0,34 Тл действует сила 1,65 Н. Определить длину проводника, если он расположен под углом 38° к силовым линиям поля.

4. В однородном магнитном поле с индукцией 0,82 Тл находится прямолинейный проводник с током 18 А, расположенный перпендикулярно к силовым линиям. Определить силу, действующую на проводник, если его длина 128 см.

5. Какая сила тока течет в проводнике длиной 50 см, если он перемещается в однородном магнитном поле с индукцией $2 \cdot 10^{-2}$ Тл под действием силы поля 0,15 Н? Угол между направлением тока и вектором магнитной индукции 90° .

6. На проводник длиной 50 см с током 2 А в однородном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл действует сила 0,05 Н. Вычислите угол между направлением тока и вектором магнитной индукции.

7. В однородном магнитном поле с индукцией 0,25 Тл под углом 60° к полю движется проводник длиной 1 м со скоростью 50 м/с. Найти ЭДС индукции в проводнике.

8. Какая ЭДС самоиндукции возбуждается в обмотке электромагнита с индуктивностью 0,6 Гн при изменении тока на 2 А в течение 0,1 с?

9. Прямолинейный проводник длиной 86 см движется со скоростью 14 м/с в однородном магнитном поле с индукцией 0,025 Тл. Определить угол между векторами индукции поля и скорости, если в проводнике индуцируется ЭДС, равная 0,12 В.

10. Найти ЭДС самоиндукции в катушке индуктивностью 0,1 мГн, если скорость изменения тока в ней равна 10^4 А/с.

1. На прямой проводник длиной 2 м и с током 50 А в однородном магнитном поле под углом 30° к линиям индукции действует сила 5 Н. Найти индукцию магнитного поля.

2. Какую работу надо совершить при перемещении на 0,25 м проводника длиной 0,4 м с током 21 А в однородном магнитном поле с индукцией 1,2 Тл?

3. Рамку с площадью 200 см^2 , расположенную в вакууме под углом 60° к вектору индукции однородного магнитного поля, пронизывает магнитный поток 0,001 Вб. Найти индукцию магнитного поля.

4. Прямолинейный проводник движется со скоростью 25 м/с в однородном магнитном поле с индукцией 0,0038 Тл перпендикулярно силовым линиям. Чему равна длина проводника, если на его концах имеется напряжение 28 мВ?

5. Магнитный поток, пронизывающий замкнутый контур проводника сопротивлением 2,4 Ом, равномерно изменился на 6 Вб за 0,5 с. Найти силу индукционного тока в этот момент.

6. В однородное магнитное поле с индукцией 0,085 Тл влетает электрон со скоростью $4,6 \cdot 10^7 \text{ м/с}$, направленной перпендикулярно силовым линиям. Определить силу, действующую на электрон в магнитном поле, и радиус дуги окружности, по которой он движется.

7. Прямолинейный проводник длиной 120 см движется в однородном магнитном поле под углом 17° к силовым линиям со скоростью 15 м/с. Определить индукцию поля, если в проводнике создается ЭДС индукции 6,2 мВ.

8. Проволочная рамка, содержащая 40 витков, охватывает площадь 240 см^2 . Вокруг нее создается однородное магнитное поле, перпендикулярное к ее плоскости. При повороте рамки на $1/4$ оборота за 0,15 с в ней наводится средняя ЭДС 160 мВ. Определить индукцию магнитного поля.

9. Найти величину средней ЭДС, возникающей при размыкании тока в электромагните с индукцией 1,6 Тл, если число витков равно 1000, а поперечное сечение обмотки магнита 30 см^2 . Время размыкания тока 1 мс.

10. Определить индуктивность катушки, если при ослаблении в ней тока на 2,8 А за 62 мс в катушке появляется средняя ЭДС самоиндукции 14 В.

1. В катушке с индуктивностью $0,6 \text{ Гн}$ сила тока 20 А . Какова энергия магнитного поля катушки? Как изменится энергия, если сила тока уменьшится вдвое?

2. Самолет с размахом крыльев 50 м летит горизонтально со скоростью 800 км/ч . Найти разность потенциалов на концах крыльев, если вертикальная составляющая индукции магнитного поля Земли $5 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$.

3. Электрон влетает в однородное магнитное поле с индукцией $4 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$ со скоростью $2 \cdot 10^6 \text{ м/с}$ под углом 37° к линиям индукции. Какая сила действует на электрон?

4. Чему равна индуктивность катушки с железным сердечником, если за время $0,5 \text{ с}$ ток в цепи изменился с 10 до 5 А , а наведенная при этом на концах катушки ЭДС равна 25 В ?

5. Какую длину активной части должен иметь проводник, чтобы при перемещении его со скоростью 15 м/с перпендикулярно линиям индукции поля в нем возбудилась ЭДС индукции 3 В ? Магнитная индукция поля равна $0,4 \text{ Тл}$.

6. Электрон движется в вакууме в однородном магнитном поле с индукцией $5 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$. Его скорость равна 10^4 км/с и направлена перпендикулярно линиям индукции. Определить силу, действующую на электрон и радиус окружности, по которой он движется.

7. Какая ЭДС самоиндукции возникает в катушке индуктивностью 68 мГн , если ток в $3,8 \text{ А}$ исчезает в ней за $0,012 \text{ с}$?

8. В однородном магнитном поле с индукцией $0,25 \text{ Тл}$ находится прямолинейный проводник длиной $1,4 \text{ м}$, на который действует сила $2,1 \text{ Н}$. Определить угол между направлением тока в проводнике и направлением магнитного поля, если сила тока в проводнике 12 А ?

9. В магнитное поле со скоростью 10^7 м/с влетает электрон. Найти индукцию поля, если он описал окружность радиусом 1 см .

10. Магнитный поток, пронизывающий контур проводника, равномерно уменьшился на $1,6 \text{ Вб}$. За какое время изменился этот магнитный поток, если при этом ЭДС индукции оказалась равной $3,2 \text{ В}$? Какой индукционный ток возникает в проводнике, если его сопротивление $2,4 \text{ Ом}$?

11. Электрон движется в однородном магнитном поле перпендикулярно силовым линиям по окружности радиусом 10 см .

Определить скорость движения электрона, если индукция поля $2 \cdot 10^{-4}$ Тл.

12. С какой скоростью надо перемещать проводник длиной 20 см перпендикулярно силовым линиям однородного магнитного поля, чтобы на концах проводника возникла ЭДС индукции 0,05 В? Индукция магнитного поля 0,5 Тл.

13. При помощи реостата равномерно увеличивают ток в катушке со скоростью 100 А/с. В катушке возникает ЭДС в 20 В. Найти индуктивность катушки.

14. Электрон, двигаясь со скоростью $3,54 \cdot 10^5$ м/с, попадает в однородное магнитное поле с индукцией $2 \cdot 10^{-5}$ Тл перпендикулярно его силовым линиям и продолжает двигаться по окружности радиусом 10 см. Найти отношение заряда электрона к его массе.

15. Определить индуктивность катушки, если при токе 6,2 А ее магнитное поле обладает энергией 0,32 Дж.

2 группа

Т 11/2

1. Протон, влетев в магнитное поле с индукцией 0,01 Тл, описал окружность радиусом 10 см. Найти его скорость.

2. Сколько витков надо намотать на стальной сердечник сечением 25 см^2 , чтобы в этой обмотке при равномерном изменении индукции от 0 до 1 Тл в течение 0,005 с возникла ЭДС индукции 50 В?

3. Металлическое кольцо радиусом 4,8 см расположено в магнитном поле с индукцией 0,012 Тл перпендикулярно силовым линиям. На его удаление из поля затрачивается 0,025 с. Какая средняя ЭДС индукции при этом возникает в кольце?

4. Одноразово-ионизированная частица движется со скоростью 956 км/с по окружности диаметром 20 см в однородном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл. Найти массу частицы. Какая это частица?

5. Магнитное поле катушки с индуктивностью 95 мГн обладает энергией 0,19 Дж. Чему равна сила тока в катушке?

6. Между горизонтальными полосами магнита на двух тонких проволочках подвешен горизонтально проводник длиной 20 см и весом 0,1 Н. Индукция магнитного поля направлена

вверх и равна $0,25 \text{ Тл}$. На какой угол от вертикали отклонятся проволочки, если по проводнику пропустить ток 2 А ?

7. Электрон и протон, двигаясь с одинаковой скоростью, попадают в однородное магнитное поле. Сравнить радиусы кривизны протона и электрона.

8. Электрон влетает в однородное магнитное поле индукцией 10^{-2} Тл перпендикулярно к нему и движется в нем по дуге радиусом 1 см . Найти силу, действующую на электрон.

9. В катушке возникает магнитный поток $0,015 \text{ Вб}$, если по ее виткам проходит ток 5 А . Сколько витков содержит катушка, если ее индуктивность 60 мГн ?

10. Электрон движется по окружности в однородном магнитном поле с индукцией $12 \cdot 10^{-3} \text{ Тл}$. Определить период обращения электрона.

11. Проводник движется со скоростью 5 м/с перпендикулярно линиям индукции однородного поля, индукция которого $3,7 \cdot 10^{-4} \text{ Тл}$. Найти напряженность электрического поля внутри проводника.

12. Определить энергию протона, влетевшего в магнитное поле индукцией $0,5 \text{ Тл}$ и двигающегося в нем по дуге окружности радиусом 40 см .

13. Протон, прошедший ускоряющую разность потенциалов 600 В , влетает в однородное магнитное поле индукцией $0,3 \text{ Тл}$ и движется по окружности. Найти радиус окружности.

14. В вертикальном магнитном поле индукцией $0,2 \text{ Тл}$ на тонкой нити подвешен проводник длиной 2 м . Если по проводнику пропустить ток силой 2 А , то нить отклонится на угол 45° от вертикали. Найти массу проводника.

15. В однородном магнитном поле в перпендикулярной полю плоскости по замкнутым кривым движутся протон и электрон. Определить отношение времен, затрачиваемых каждой частицей на полный оборот по своей кривой.

3 группа

Т 11/3

1. Проволочный виток площадью 100 см^2 равномерно вращается в однородном магнитном поле индукцией $0,1 \text{ Тл}$ с частотой 100 об/с . Ось вращения рамки перпендикулярна линиям

индукции. Найти максимальную ЭДС, возникающую в рамке при ее повороте на 90° .

2. В однородном магнитном поле с индукцией $0,89 \text{ Тл}$ перпендикулярно к нему расположен медный проводник длиной 20 см . Определить напряжение, приложенное к нему, если сила его тяжести уравновешена силой поля.

3. На прямолинейный проводник из нихрома площадью сечения 1 мм^2 , помещенный в магнитное поле с индукцией $0,4 \text{ Тл}$, действует сила $0,5 \text{ Н}$. Угол между проводником и полем 30° . Определить напряжение на концах проводника.

4. Найти энергию магнитного поля катушки, в которой при силе тока 10 А возникает магнитный поток $0,5 \text{ Вб}$. Как изменится энергия поля, если силу тока уменьшить в 2 раза?

5. Какой ток идет через гальванометр сопротивлением 100 Ом , присоединенный к железнодорожным рельсам, когда по ним со скоростью 60 км/ч приближается поезд? Вертикальная составляющая магнитного поля Земли $5 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$. Расстояние между рельсами $1,2 \text{ м}$.

6. Между полпосами магнита на двух тонких нитях горизонтально подвешен проводник весом $0,1 \text{ Н}$ и длиной $0,2 \text{ м}$. Индукция магнитного поля $0,25 \text{ Тл}$ и направлена вверх. На какой угол от вертикали отклоняться нити, если по проводнику пропустить ток 2 А ?

7. Протон разгоняется в электрическом поле с разностью потенциалов $1,5 \text{ кВ}$ и попадает в однородное магнитное поле перпендикулярно его силовым линиям. В магнитном поле он движется по дуге радиусом 56 см . Определить индукцию магнитного поля.

8. Протон влетел в однородное магнитное поле, сделал там дугу в $1/4$ окружности и снова вылетел из поля. Найти время его движения в поле, если индукция магнитного поля $0,3 \text{ Тл}$.

9. Пройдя разность потенциалов 2000 В , электрон влетает в однородное магнитное поле индукцией $15 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$ и движется в нем по окружности радиусом 1 м в плоскости, перпендикулярной магнитному полю. Найти отношение заряда электрона к его массе.

10. Электрон влетел в однородное магнитное поле с индукцией $0,1 \text{ Тл}$ перпендикулярно к нему и, сделав полуокружность,

вылетел из него. Сколько времени затрачено электроном на движение по полуокружности?

11. Поток магнитной индукции через площадь поперечного сечения катушки, имеющей 1000 витков, изменился на 0,002 Вб в результате изменения тока с 4 до 20 А. Найти индуктивность катушки.

12. Электрон прошел ускоряющую разность потенциалов в 1000 В и влетел в однородное магнитное поле с индукцией 0,01 Тл перпендикулярно полю. Определить радиус окружности, по которой движется электрон.

13. Прямой проводник длиной 20 см и весом $5 \cdot 10^{-2}$ Н подвешен горизонтально на двух тонких нитях в однородном магнитном поле, вектор индукции которого направлен горизонтально и равен $5 \cdot 10^{-2}$ Тл. Какой ток надо пропустить по проводнику, чтобы нить разорвалась, если предельное натяжение нити $4 \cdot 10^{-2}$ Н?

14. Из алюминиевой проволоки площадью сечения 1 мм^2 сделано кольцо радиусом 10 см. Перпендикулярно плоскости кольца на 0,01 с включают магнитное поле индукцией 10^{-2} Тл. Найти среднее значение индукционного тока за это время.

15. Одноразово ионизированные ионы неона с массовыми числами 20 и 22 и кинетической энергией $6,2 \cdot 10^{-16}$ Дж влетают в однородное магнитное поле индукцией 0,24 Тл перпендикулярно линиям индукции. Описав полуокружность, ионы вылетают из поля двумя пучками. Определить расстояние между пучками.

МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

1 группа

Д 11/3

1. Период колебаний маятника Фуко в Исаакиевском соборе 20 с. Чему равна длина маятника?

2. Груз массой 100 г совершает колебания с частотой 2 Гц под действием пружины. Найти жесткость пружины.

3. Дано уравнение колебательного движения $x = 0,3 \cdot \sin 15,7t$. Определить амплитуду и период колебания.

4. Материальная точка, совершая гармонические колебания, имеет наибольшее отклонение от положения равновесия 20 см и совершает 100 полных колебаний за 3 мин 20 с. Написать уравнение колебания в системе СИ.

5. Груз массой 500 г, подвешенный к пружине, совершает свободные колебания с амплитудой 10 см. Жесткость пружины 100 Н/м. Найдите полную механическую энергию системы и наибольшую скорость движения груза.

6. Составить уравнение гармонического колебания математического маятника, длина которого 2,45 м, амплитуда колебания 0,1 м.

7. Тело совершает гармонические колебания по закону $x = 20 \cdot \sin \pi t$. Определить скорость тела при $t_1 = 0,5$ с и $t_2 = 4$ с.

8. Напишите уравнение гармонического колебания, если амплитуда колебания 0,2 м, период колебания 0,1 с, а начальная фаза равна нулю.

9. Автомобиль движется по неровной дороге, на которой расстояние между буграми равно приблизительно 8 м. Период свободных колебаний автомобиля на рессорах 1,5 с. При какой скорости автомобиля его колебания в вертикальной плоскости станут особенно заметными?

10. Груз массой 2 кг, подвешенный к пружине, совершает колебания с амплитудой 5 см. Жесткость пружины 50 Н/м. Напишите уравнение колебания груза, если начальная фаза равна нулю.

2 и 3 группы

Д 11/4

1. По графику, приведенному на рисунке 1, найти амплитуду и период колебания. Написать уравнения $x(t)$, $v(t)$, $a(t)$.

2. Как изменится период колебаний математического маятника при перенесении его с Земли на Луну? Масса Луны в 81 раз меньше массы Земли, а радиус Земли в 3,7 раза больше радиуса Луны.

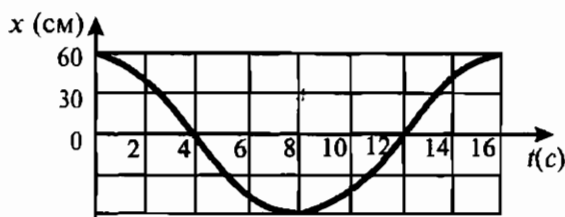


Рис. 1

3. Шарик на пружине сместили на расстояние 1 см от положения равновесия и отпустили. Какой путь пройдет шарик за 2 с, если частота его колебаний 5 Гц? Затуханием колебаний можно пренебречь.

4. Найти амплитуду, период, частоту и начальную фазу колебания, заданного уравнением $x = 5 \cdot \sin \frac{39,2t + 5,2}{5}$ см.

5. По дну сферической чаши совершает свободные колебания без трения маленький кубик. Каков период его колебаний, если радиус кривизны чаши R ?

6. Шарик, подвешенный на длинной нити, отклонили от положения равновесия на малый угол и отпустили. Другой шарик свободно падает без начальной скорости из точки подвеса нити. Какой из шариков быстрее достигнет положения равновесия первого шарика, если оба они начали движение одновременно?

7. Середина колеблющейся струны имеет максимальное ускорение $2,02 \cdot 10^3$ м/с². Определить частоту колебаний, если амплитуда колебаний 2 мм.

8. Материальная точка с массой 10 г совершает гармонические колебания по закону косинуса с периодом 2 с и начальной фазой, равной нулю. Полная энергия колеблющейся точки 10^{-4} Дж. Написать уравнение данных колебаний.

9. Маленький шарик подвешен на нити длиной 1 м к потолку вагона. При какой скорости вагона шарик будет особенно сильно колебаться под действием ударов колес о стыки рельсов? Длина рельса 12,5 м. Расстояние между осями вагона 12,5 м.

10. Точка совершает гармонические колебания. В некоторый момент времени t смещение равно $x_1 = 5$ см. При увеличении фазы вдвое смещение точки стало $x_2 = 8$ см. Найти амплитуду колебаний.

1 группа

Т 11/4

1. Определить период колебаний математического маятника длиной 2,5 м.

2. Каков период колебаний груза массой 0,1 кг, подвешенного к пружине с жесткостью 10 Н/м?

3. Найти длину математического маятника, период колебаний которого равен 2 с.

4. Найти массу груза, который на пружине с жесткостью 250 Н/м колеблется с периодом 0,5 с.

5. Определить ускорение силы тяжести на поверхности Юпитера, если математический маятник длиной 66 см колеблется там с периодом в 1 с.

6. Два математических маятника совершают колебания с периодами 6 с и 8,5 с соответственно. Найти отношение длин маятников.

7. Найти длину математического маятника, который за 20 с совершает 30 колебаний.

8. Чему будет равен период колебаний латунного шарика объемом 20 см^3 , подвешенного к пружине с жесткостью 1700 Н/м?

9. Математический маятник совершил 180 полных колебаний за 72 с. Определить период и частоту колебаний маятника.

10. Во сколько раз изменится период колебаний пружинного маятника, если вместо груза $m_1 = 3,6 \text{ кг}$ к той же пружине подвесить груз $m_2 = 2,5 \text{ кг}$?

11. Математический маятник длиной 81 см совершает 100 полных колебаний за 3 мин. Определить ускорение силы тяжести.

12. Как изменится период колебаний маятника, если перенести его с Земли на Марс? Ускорение свободного падения на Марсе $3,86 \text{ м/с}^2$.

13. Во сколько раз жесткость пружинного маятника, имеющего период 0,3 с, отличается от жесткости маятника, период которого 0,5 с, если массы грузов обоих маятников одинаковы?

14. Длина нити одного математического маятника 81 см, другого 1 м. Найти отношение частот колебаний этих маятников.

15. Медный шарик, подвешенный к пружине, совершает вертикальные колебания. Как изменится период колебаний, если к пружине вместо него подвесить алюминиевый шарик того же радиуса?

2 группа

Т 11/5

1. Как относятся длины маятников, если за одно и то же время первый маятник совершил 10 колебаний, а второй — 20 колебаний?

2. Висящий на пружине груз массой $0,1$ кг совершает вертикальные колебания. Определить период гармонических колебаний груза, если для упругого удлинения пружины на 1 см требуется сила $0,1$ Н.

3. Груз массой $0,2$ кг, подвешенный к пружине, совершает 30 колебаний за 1 мин. Определить жесткость пружины.

4. Как относятся частоты колебаний математических маятников, если их длины относятся как $1 : 4$?

5. Шарик неподвижно висит на пружине, когда она растянута на 4 см. Определить период колебаний такого вертикального пружинного маятника.

6. Маятник состоит из металлического шарика массой 100 г, подвешенного на нити длиной 50 см. Определить период колебаний маятника и запас энергии, которым он обладает, если наибольший угол его отклонения от положения равновесия 15° .

7. Математический маятник длиной l совершает колебания вблизи вертикальной стенки. Под точкой подвеса маятника на расстоянии $l_1 = \frac{l}{2}$ от нее в стенку забит гвоздь. Найти период колебаний маятника (рис. 2).

8. Серебряный шарик, подвешенный к пружине, совершает вертикальные колебания. Как изменится период колебаний, если к пружине вместо него подвесить железный шарик вчетверо большего радиуса?

9. Груз висит на пружине и колеблется с периодом $0,5$ с. На сколько укоротится пружина, если снять с нее груз?

10. На нити подвешен шарик массой $0,1$ кг. Определить скорость и кинетическую энергию колеблющегося шарика при прохождении им положения равновесия, если повышение центра тяжести шарика при максимальном отклонении от положения равновесия $2,5$ см.

11. Часы с маятником длиной 1 м за сутки отстают точно на один час. Что надо сделать с маятником, чтобы часы не отставали?

12. Один маятник имеет период 3 с, а другой 4 с. Каков период колебаний математического маятника, длина которого равна сумме длин указанных маятников?

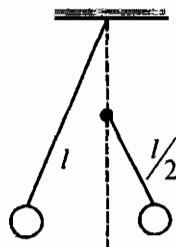


Рис. 2

13. За две минуты маятник совершил 120 колебаний. Когда длину маятника увеличили на 74,7 см, то он за то же время совершил 60 колебаний. Найдите начальную и конечную длины маятника и ускорение свободного падения для этого места.

14. За сколько времени минутная стрелка земных часов с маятником, перенесенным на Луну, сделает там полный оборот по циферблату, если ускорение силы тяжести на Луне в 6 раз меньше, чем на Земле?

15. Груз, подвешенный на пружине, совершал вертикальные колебания. Когда он имел массу m_1 , период колебаний был равен 0,6 с, а когда его массу сделали m_2 , период стал равен 0,8 с. Каким будет период колебаний этого груза, если его масса будет $m_1 + m_2$.

3 группа

Т 11/6

1. В неподвижном лифте висит маятник, период колебаний которого $T = 1$ с. С каким ускорением движется лифт, если период колебаний этого маятника T_1 стал равен 1,1 с? В каком направлении движется лифт?

2. Найти период колебаний маленького заряженного шарика, подвешенного на нити, массы m и заряда q , колеблющегося в однородном электрическом поле внутри плоского конденсатора, напряженность которого $\vec{E}$ совпадает с $\vec{g}$.

3. Если часы с секундным маятником перевезти из Петербурга в Архангельск, то как они будут работать: отставать или спешить? Что надо сделать, чтобы часы шли правильно? Ускорение силы тяжести для Петербурга $g_{\text{п}} = 9,819 \text{ м/с}^2$, для Архангельска $g_{\text{а}} = 9,822 \text{ м/с}^2$.

4. Период колебаний математического маятника в ракете, поднимающейся вертикально вверх, стал в 2 раза меньше, чем на Земле. Считая ускорение свободного падения постоянным и равным g , определить ускорение ракеты.

5. Найти период колебаний маленького заряженного шарика массы m и заряда q , колеблющегося в однородном электрическом поле, напряженность которого $\vec{E}$ противоположна $\vec{g}$.

6. Самое высокое место, обжитое человеком на земном шаре, находится на высоте $h = 6200$ м над уровнем моря (Ронбургский монастырь в Гималаях). На сколько отстанут за сутки маятниковые часы, выверенные на уровне моря, если их перенести на эту высоту?

7. Какую длину должен иметь подвес маятника Фуко, если представить, что маятник установлен на планете, плотность которой равна плотности Земли, а радиус в 2 раза меньше? Маятник совершает 3 колебания в минуту.

8. На сколько отстанут часы с маятником за сутки, если их с полюса перенести на экватор? Считать, что на полюсе часы шли верно ($g_p = 9,832 \text{ м/с}^2$, $g_g = 9,78 \text{ м/с}^2$).

9. В кабине аэростата установлены маятниковые часы. Без начальной скорости аэростат начинает подниматься вверх с ускорением $a = 0,2 \text{ м/с}^2$. На какую высоту h поднимется аэростат за время, когда по этим маятниковым часам пройдет 60 с?

10. Железный маятник длиной 1 м при 0° С отбивает секунды. На сколько отстанут такие часы за сутки летом при температуре 30° С ? Коэффициент линейного расширения железа $12 \cdot 10^{-6} \text{ К}^{-1}$.

11. Определить период колебаний столбика ртути в U-образной трубке (рис. 3) при выведении его из положения равновесия. Площадь сечения трубки $S = 0,3 \text{ см}^2$, масса ртути 120 г.

12. Вычислить период малых колебаний ареометра, которому сообщили небольшой толчок в вертикальном направлении (рис. 4), если масса ареометра 50 г, радиус его трубки $r = 3,2 \text{ мм}$, плотность жидкости $\rho = 1 \text{ г/см}^3$.

13. Закрепленная на концах струна растянута с силой f . К середине струны прикреплен точечный груз массы m (рис. 5). Определить период малых колебаний при-

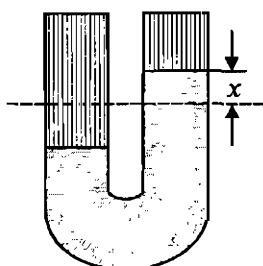


Рис. 3

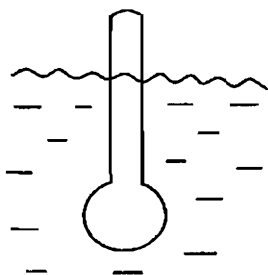


Рис. 4

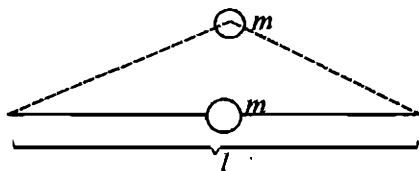


Рис. 5

крепленного груза. Массой струны пренебречь. Силу тяжести груза не учитывать.

14. Часы с секундным маятником, период колебаний которых $T_1 = 1$ с, на поверхности Земли идут точно. На сколько будут отставать эти часы за сутки, если их поднять на высоту $h = 200$ м над поверхностью Земли?

15. Маятниковые часы, выверенные при комнатной температуре, уходят за сутки на 2 мин вследствие изменения длины маятника, вызванного понижением температуры. Как надо изменить длину маятника, чтобы часы шли верно?

ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК

1 группа

Т 11/7

1. Конденсатор емкостью 250 мкФ включается в сеть переменного тока. Определить его сопротивление при частотах 50 и 200 Гц.

2. Будут ли настроены в резонанс контуры передатчика и приемника, если их параметры: $C_1 = 200$ пФ, $L_1 = 2$ мГн и $C_2 = 100$ пФ, $L_2 = 4$ мГн?

3. Напряжение вторичной обмотки трансформатора 24 В. Определите коэффициент трансформации и число витков вторичной обмотки, если первичная обмотка состоит из 880 витков и имеет напряжение 220 В.

4. Расстояние от Земли до Венеры примерно $4,3 \cdot 10^7$ км. Определить время, за которое радиосигнал, посланный на Венеру, отразится и будет принят на Земле.

5. Определить период и частоту собственных колебаний в контуре при емкости 2,2 мкФ и индуктивности 0,65 мГн.

6. На какую длину волны настроен радиоприемник, если приемный контур обладает индуктивностью 2 мГн и емкостью 500 пФ?

7. В радиоприемнике катушка имеет индуктивность 0,05 Гн. Какова должна быть емкость переменного конденсатора, чтобы принимать передачу радиостанции «Маяк», работающей на частоте 545 кГц?

8. Определить емкость конденсатора, сопротивление которого в цепи переменного тока частотой 50 Гц равно 800 Ом.

9. Во вторичной обмотке трансформатора, содержащей 1900 витков, возникает ЭДС 600 В. Сколько витков содержит первичная обмотка, если трансформатор подключен к цепи с напряжением 220 В?

10. Какую индуктивность надо включить в контур, чтобы при емкости 2 мкФ получить звуковую частоту 1000 Гц?

11. Контур радиопередатчика и радиоприемника настроены в резонанс. Параметры этих контуров: $C_1 = 500$ пФ, $L_1 = 4 \cdot 10^{-3}$ Гн и $C_2 = 250$ пФ. Определить индуктивность L_2 .

12. Найти период переменного тока, если конденсатор емкостью 1 мкФ создает для него сопротивление 16 Ом.

13. Напряжение, при котором происходит пробой конденсатора, равно 40 В. Можно ли конденсатор включить в сеть переменного тока напряжением 35 В?

14. Колебательный контур состоит из катушки с индуктивностью $2 \cdot 10^{-6}$ Гн, параллельно включенной с конденсатором, емкость которого меняется от $2 \cdot 10^{-8}$ до 10^{-8} Ф. На какие длины волн рассчитан контур?

15. Определить дальность действия радиолокатора, если он излучает 1000 импульсов в секунду.

2 и 3 группы

Т 11/8

1. Радиостанция “Ленинград” работает на волне $\lambda = 4,44$ м. На какую емкость должен быть настроен конденсатор, чтобы принимать эту радиостанцию? Индуктивность катушки приемника равна $L = 2 \cdot 10^{-6}$ Гн.

2. Сила тока изменяется по закону $i = 90 \sin(314t + \pi/4)$. Определить действующее значение силы тока и частоту.

3. Передающий контур имеет параметры: $C_1 = 10^{-5}$ Ф, $L_1 = 4 \cdot 10^{-3}$ Гн. Какой емкости надо подобрать конденсатор, чтобы настроить этот контур в резонанс с другим контуром, имеющим индуктивность $1,6 \cdot 10^{-3}$ Гн?

4. Цепь, находящаяся под напряжением 120 В, состоит из последовательно соединенных активного сопротивления 6 Ом, емкостного и индуктивного сопротивлений по 10 Ом каждое. Найти ток в цепи и падение напряжения на отдельных сопротивлениях.

5. Может ли локатор обнаружить самолет на расстоянии 200 км, если время развертки локатора на экране 10^{-3} с?

6. Когда в колебательный контур был включен первый конденсатор, то собственная частота контура равнялась 30 кГц, а когда второй — 40 кГц. Какой будет частота контура при параллельном соединении конденсаторов?

7. Изменение тока в колебательном контуре описывается уравнением $i = 0,3 \sin 15,7t$. Найти длину излучаемой контуром волны.

8. ЭДС переменного тока выражается уравнением $e = 125 \sin 628t$. Определить действующее значение ЭДС и период ее изменения.

9. Сколько радиостанций может работать без помех в диапазоне 20 км — 5 км, если каждой отводят полосу частот 4 кГц?

10. Мгновенное значение переменного тока в проводнике определяется по закону $i = 0,564 \sin 12,56t$. Какое количество теплоты выделится в проводнике с активным сопротивлением 15 Ом за время, равное 10 периодам?

11. Колебательный контур состоит из плоского конденсатора с площадью пластин $S = 100 \text{ см}^2$ и катушки с индуктивностью $L = 10 \text{ мкГн}$. Длина волны колебаний, происходящих в контуре, 10 м. Определить расстояние между пластинами конденсатора.

12. Катушка с активным сопротивлением 2 Ом и индуктивностью 75 мГн последовательно с конденсатором включена в сеть переменного тока с напряжением 50 В и частотой 50 Гц. Чему равна емкость конденсатора при резонансе? Определить напряжение на катушке и на конденсаторе.

13. Определите мгновенные значения силы тока, изменяющегося по закону $i = 12 \sin \omega t$ для фаз $\pi/6$, 320° и моментов времени $T/2$, $T/3$.

14. Колебательный контур составлен из дросселя с индуктивностью 0,2 Гн и конденсатора с емкостью 10^{-5} Ф. В момент, когда напряжение на конденсаторе 1 В, ток в контуре 0,01 А. Каков заряд конденсатора в момент, когда ток равен 0,005 А? Каков максимальный ток в контуре?

15. Колебательный контур имеет собственную частоту 30 кГц. Какой будет его собственная частота, если расстояние между пластинами плоского конденсатора увеличить в 1,44 раза?

ОПТИКА

1 группа

Д 11/5

1. Солнечные лучи падают на поверхность воды под углом 60° . Как пойдут эти лучи в воде после преломления?

2. Луч света при переходе из льда в воздух падает на поверхность льда под углом 15° . Определить угол преломления луча в воздухе.

3. Луч света переходит из воды в стекло с показателем преломления 1,7. Определить угол падения луча, если угол преломления равен 28° .

4. Найти фокусное расстояние линзы, если известно, что действительное изображение предмета, находящегося на расстоянии 30 см от линзы, получается на таком же расстоянии от нее.

5. Главное фокусное расстояние линзы — 10 см. Предмет находится на расстоянии 12 см от линзы. Найти расстояние от изображения до линзы.

6. Предмет находится на расстоянии 60 см от собирающей линзы с фокусным расстоянием 10 см. На каком расстоянии от линзы получено изображение? Найти увеличение.

7. Какое увеличение дает фонарь, если его объектив с главным фокусным расстоянием 18 см расположен на расстоянии 6 м от экрана?

8. Луч света падает из воздуха на поверхность жидкости под углом 40° и преломляется под углом 24° . При каком угле падения луча угол преломления будет 20° ?

9. Найти оптическую силу и фокусное расстояние двояковыпуклой линзы, если изображение предмета, помещенного в 24 см от линзы, получается на расстоянии 0,4 м от нее. Найти увеличение линзы.

10. Определить на какой угол отклонится луч света от своего первоначального направления при переходе из воздуха в стекло, когда угол падения 25° ; когда угол падения 65° .

1. Аквалангисту, находящемуся под водой, лучи Солнца кажутся падающими под углом 60° к поверхности воды. Определить высоту Солнца над горизонтом.

2. Тонкий пучок света направлен в воздухе на поверхность некоторой жидкости под углом падения 40° . Угол преломления при этом равен 24° . Каков будет угол преломления при угле падения 80° ?

3. Луч света выходит из воды в воздух. Угол падения луча 62° . Найти дальнейший ход луча.

4. На каком расстоянии от выпуклой линзы с фокусным расстоянием 60 см следует поместить предмет, чтобы получить действительное изображение, увеличенное в 2 раза?

5. Каковы главное фокусное расстояние и оптическая сила линзы, если для получения изображения предмета в натуральную величину он должен быть помещен на расстоянии 20 см от линзы?

6. Оптическая система дает действительное изображение предмета. Где надо поместить собирающую линзу с фокусным расстоянием 25 см, чтобы изображение стало мнимым и увеличенным в 4 раза?

7. Определить оптическую силу объектива проекционного фонаря, если диапозитив имеет ширину и высоту по 6,4 см, а на экране, отстоящем от объектива на 3,6 м, получается изображение площадью $1,96 \text{ м}^2$.

8. Фотоаппарат "Зоркий" с фокусным расстоянием 5 см сделан снимок автомашины высотой 1,6 м. С какого расстояния сделан снимок, если высота автомашины на снимке 4 мм?

9. Находясь в воде, водолаз установил, что направление на Солнце составляет с вертикалью угол 28° . Когда он вышел из воды, то увидел, что Солнце стоит ниже над горизонтом. Определить на какой угол изменилось направление на Солнце для водолаза.

10. Под каким углом должен падать луч на поверхность стекла, чтобы угол преломления был в 2 раза меньше угла падения?

4

1. На какой угол отклонится луч от первоначального направления, упав под углом 45° на поверхность стекла? на поверхность алмаза?

2. Луч падает на поверхность воды под углом 40° . Под каким углом должен упасть луч на поверхность стекла, чтобы угол преломления оказался таким же?

3. Луч света выходит из стекла в воздух. Угол падения луча 55° . Найти дальнейший ход луча.

4. Предмет расположен на расстоянии 40 см от линзы с оптической силой 2 дптр. Как изменится расстояние до изображения предмета, если последний приблизить к линзе на 15 см?

5. На каком расстоянии от линзы с оптической силой $-4,5$ дптр надо поместить предмет, чтобы его изображение получилось уменьшенным в 6 раз?

6. Предмет высотой 15 см помещен перпендикулярно главной оптической оси на расстоянии $1,5 F$ от линзы. Какой высоты получится на экране изображение предмета?

7. Расстояние между предметом и экраном 120 см. Где нужно поместить собирающую линзу с фокусным расстоянием 25 см, чтобы на экране получилось отчетливое изображение?

8. Луч света падает на плоскопараллельную стеклянную пластинку под углом $\alpha = 60^\circ$. Какова толщина пластинки d , если при выходе из нее луч отклонится на расстояние $h = 20$ мм?

9. Собирающей линзой получено изображение светлого квадрата на расстоянии 30 см от линзы. Площадь изображения в 4 раза больше площади квадрата. Найти фокусное расстояние линзы и расстояние от линзы до квадрата.

10. Под каким углом должен падать луч на поверхность стекла, чтобы угол преломления был в 2 раза меньше угла падения?

1 группа

Т 11/9

1. Луч света переходит из глицерина в воздух. Каков будет угол преломления луча, если он падает под углом 22° ?

2. Изображение предмета, поставленного на расстоянии 0,25 м от двояковыпуклой линзы, получилось действительным, обратным и увеличенным в 3 раза. Каково фокусное расстояние линзы?

3. Определить оптическую силу объектива проекционного фонаря, если он дает 24-кратное увеличение, когда диапозитив помещен на расстоянии 20,8 см от объектива.

4. Луч света переходит из глицерина в воду. Определить угол преломления луча, если угол падения равен 30° .

5. Рисунок на диапозитиве имеет высоту 2 см, а на экране 80 см. Определить оптическую силу объектива, если расстояние от объектива до позитива 20,5 см.

6. На каком расстоянии от собирающей линзы с фокусным расстоянием 15 см следует поместить предмет, чтобы его действительное изображение было в 2,5 раза больше самого предмета?

7. Определить на какой угол отклоняется световой луч от своего первоначального направления при переходе из стекла в воздух, если угол падения луча равен 40° .

8. Предмет находится на расстоянии 1,8 м от собирающей линзы. Определить фокусное расстояние линзы, если изображение меньше предмета в 5 раз.

9. Водолаз определял угол преломления луча в воде. Он оказался равным 22° . Под каким углом к поверхности воды падают лучи света?

10. Главное фокусное расстояние рассеивающей линзы — 12 см. Изображение предмета находится на расстоянии 9 см от линзы. Чему равно расстояние от предмета до линзы?

11. Главное фокусное расстояние объектива проекционного фонаря 15 см. Диапозитив находится на расстоянии 15,6 см от объектива. Какое линейное увеличение дает фонарь?

12. Луч света падает из воды в воздух под углом 60° . Найти дальнейший ход луча.

13. Мнимое изображение предмета, получаемое с помощью линзы, в 4,5 раза больше самого предмета. Чему равна оптическая сила линзы, если предмет находится на расстоянии 3,8 см от линзы?

14. Лучи Солнца составляют с поверхностью воды угол 38° . Какой угол с поверхностью воды составляют эти лучи для наблюдателя, находящегося в воде?

15. Главное фокусное расстояние двояковыпуклой линзы 50 см. Предмет высотой 1,2 см помещен на расстоянии 60 см от линзы. Где и какой высоты получится изображение этого предмета?

1. С помощью линзы, оптическая сила которой 4 дптр, необходимо получить увеличенное в 5 раз изображение предмета. На каком расстоянии перед линзой нужно поместить предмет?

2. На стеклянную пластину падает луч света. Каков угол падения луча, если угол между отраженными и преломленными лучами равен 90° ?

3. На каком расстоянии от двояковыпуклой линзы, фокусное расстояние которой 40 см, надо поместить предмет, чтобы его изображение получилось: 1) в натуральную величину; 2) на расстоянии 2 м по другую сторону линзы? Найти увеличения.

4. Мальчик старается попасть палкой в предмет, находящийся на дне ручья глубиной 40 см. На каком расстоянии от предмета палка падает в дно ручья, если мальчик, точно прицелившись, двигает палку под углом 45° к поверхности воды?

5. Определить главное фокусное расстояние рассеивающейся линзы, если известно, что изображение предмета, помещенного перед ней на расстоянии 50 см, получилось уменьшенным в 5 раз?

6. Расстояние от предмета до экрана $l = 3$ м. Какой оптической силы нужно взять линзу и где следует ее поместить, чтобы получить изображение предмета, увеличенное в 5 раз?

7. В дно пруда вертикально вбит шест высотой 1,25 м. Определить длину тени от шеста на дне пруда, если солнечные лучи падают на поверхность воды под углом 38° , а шест целиком находится в воде.

8. Объектив проекционного фонаря имеет оптическую силу 5,4 дптр. Экран расположен на расстоянии 4 м от объектива. Определить минимальные размеры экрана, на котором должно уместиться изображение диапозитива размером 6×9 см².

9. Луч света падает на плоскопараллельную стеклянную пластинку под углом 60° . Какова толщина пластинки, если при выходе из нее луч сместится на 20 мм?

10. Изображение предмета, удаленного от собирающей линзы на расстояние 0,4 м, больше предмета в 5 раз. Найдите возможные значения оптической силы линзы.

11. В трубку на расстояние 16 см одно от другой вставлены две собирающие линзы. Фокусное расстояние первой линзы 8 см, второй 5 см. Предмет находится на расстоянии 40 см от

первой линзы. На каком расстоянии от второй линзы получится изображение?

12. Луч падает на стеклянную плоскопараллельную пластинку толщиной $d = 3$ см под углом $\alpha = 70^\circ$. Определить смещение h луча внутри пластинки.

13. Светящийся предмет расположен на расстоянии 12,5 м от линзы, а его действительное изображение — на расстоянии 85 см от нее. Где получится изображение, если предмет подвинуть к линзе на 2,5 м?

14. Столб вбит в дно реки. 1 м столба возвышается над водой. Найти длину тени столба на поверхности и на дне реки, если высота Солнца над горизонтом 30° , а глубина реки 2 м.

15. На экране, отстоящем от объектива на расстоянии 4 м, получено четкое изображение диапозитива. Экран отодвигают на 40 см. На сколько надо переместить диапозитив, чтобы восстановить четкость изображения? Оптическая сила объектива 5 дптр.

3 группа

Т 11/11

1. Собирающая линза с оптической силой 2,5 дптр сложена вплотную с тонкой рассеивающей линзой с фокусным расстоянием $-0,5$ м так, что их оптические оси совпадают. Определить местоположение предмета, помещенного перед линзами, если его изображение получено на расстоянии 0,5 м от линзы.

2. На дне ручья лежит камень. Мальчик хочет попасть в него палкой. Прицелившись, мальчик держит палку в воздухе под углом 45° . На каком расстоянии от камня воткнется в дно палка, если глубина ручья 32 см?

3. Собирающая линза дает изображение на экране объектива высотой h_1 . Двигая линзу к экрану, находят второе четкое изображение высотой h_2 . Найти высоту предмета.

4. В дно водоема глубиной 1,5 м вбита свая, выступающая из воды на 30 см. Найти длину тени от сваи на дне водоема при угле падения солнечных лучей 45° .

5. Светящаяся точка в системе координат x, y находится в точке $(0, 4)$, ее изображение в линзе находится в точке $(5, 2)$. Где находится линза и какова ее оптическая сила? (x, y — в см.)

6. Собирающая линза увеличивает изображение предмета в 4 раза. Если этот предмет передвинуть на 5 см, то увеличение уменьшится в 2 раза. Найти фокусное расстояние линзы.

7. Луч света падает на трехгранную призму из кварца под углом 36° . Преломляющий угол призмы 40° . Под каким углом луч выйдет из призмы и каков его угол отклонения от первоначального направления?

8. На оптической скамье расположены две собирающие линзы с фокусным расстоянием 12 и 15 см. Расстояние между линзами $l = 36$ см. Предмет находится на расстоянии $d_1 = 48$ см от первой линзы. На каком расстоянии f_2 от второй линзы получится изображение предмета?

9. Найти коэффициент преломления вещества прозрачной равносторонней призмы, если известно, что луч света, упав на грань призмы под углом 60° , выйдет из другой грани тоже под углом 60° .

10. Предмет находится в 20 см слева от линзы с фокусным расстоянием +10 см. Вторая линза с фокусным расстоянием +12,5 см расположена в 30 см справа от первой. Найти положение изображения и увеличение, даваемое системой линз.

11. Сходящийся световой пучок падает на рассеивающую линзу с фокусным расстоянием $-F$ и собирается в точку, лежащую в фокальной плоскости по другую сторону линзы. На каком расстоянии f от линзы соберется пучок, если рассеивающую линзу заменить на собирающую с фокусным расстоянием $+F$?

12. На дне сосуда с водой глубиной $h = 10$ см помещен точечный источник света. Каков должен быть минимальный радиус непрозрачного диска, плавающего на воде, чтобы ни один луч не вышел из воды?

13. Предмет и экран зафиксированы неподвижно на расстоянии 60 см. Между ними находится двояковыпуклая линза. При одном положении линзы на экране получается изображение, увеличенное в 3 раза. Чему будет равно увеличение при другом положении линзы, при котором на экране получается четкое изображение? Определить расстояние l между положениями линзы.

14. Луч света из воздуха попадает на однородный прозрачный шар, проникает в него и достигает поверхности раздела шар-воздух. Какой угол ϕ составляет вышедший луч с падающим на шар, если угол падения луча 26° , а угол преломления $\beta = 17^\circ$?

15. Собирающая линза дает на экране изображение лампы, увеличенное в 2 раза. Когда линзу придвинули на 36 см ближе к экрану, то она дала вдвое уменьшенное изображение. Найти фокусное расстояние линзы.

ВОЛНОВЫЕ И КВАНТОВЫЕ СВОЙСТВА СВЕТА. СТРОЕНИЕ АТОМА

1 группа

Т 11/12

1. Длинноволновая (красная) граница фотоэффекта для серебра равна 0,26 мкм. Определить работу выхода для серебра.

2. Показатель преломления воды для крайних красных лучей в область видимого спектра равен 1,329, а для крайних фиолетовых — 1,344. Определить скорость распространения красных и фиолетовых лучей в воде.

3. Определить импульс фотона и энергию красного излучения, длина волны которого 700 нм.

4. На сколько энергия фотона синего цвета ($\lambda_1 = 480$ нм) больше, чем красного ($\lambda_2 = 670$ нм)?

5. Определить красную границу фотоэффекта для калия, если работа выхода равна 2 эВ.

6. Энергия фотона некоторого излучения равна $6 \cdot 10^{-19}$ Дж. Сделав расчет, установите, вызывает ли оно световое ощущение у человека?

7. Достаточна ли энергия фотона ультрафиолетового излучения частотой $8 \cdot 10^4$ с⁻¹, чтобы вырвать электрон из молибдена? Работа выхода для молибдена равна $7,0 \cdot 10^{-19}$ Дж.

8. Дифракционная решетка, постоянная которой 0,004 мм, освещается светом с длиной волны 687 нм, падающим перпендикулярно решетке. Под каким углом к решетке нужно производить наблюдение, чтобы видеть изображение спектра второго порядка?

9. При переходе электрона в атоме водорода с одной орбиты на другую, более близкую к ядру, излучаются фотоны с энергией $3,03 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определить частоту и длину волны излучения.

10. Определить скорость распространения света в стекле, если при переходе света из воздуха в стекло угол падения луча оказался равным 50° , а угол преломления 30° .

11. Определите длину волны излучаемого света, если при переходе электрона в атоме водорода с четвертой стационарной орбиты на вторую атом теряет $4,05 \cdot 10^{-19}$ Дж энергии.

12. Какую максимальную скорость могут получить вырванные из калия электроны при облучении его фиолетовым светом с длиной волны 420 нм ? Работа выхода для калия равна 2 эВ .

13. Определить абсолютный показатель преломления и скорость распространения света в слюде, если при угле падения светового пучка 54° угол преломления равен 30° .

14. При переходе электрона в атоме водорода с третьей стационарной орбиты на вторую излучаются фотоны, соответствующие длине волны $0,652 \text{ мкм}$ (красная линия спектра водорода). Какую энергию теряет при этом атом водорода?

15. Работа выхода для цинка равна $5,6 \cdot 10^{-19}$ Дж. Возникает ли фотоэффект под действием излучения, имеющего длину волны $0,45 \text{ мкм}$?

2 и 3 группы

Т 11/13

1. Работа выхода электрона из ртути $4,53 \text{ эВ}$. Возникает ли фотоэффект, если на поверхность ртути будет падать видимый свет?

2. Найти период дифракционной решетки, если дифракционное изображение первого порядка получено на расстоянии 243 см от центрального максимума, а расстояние от решетки до экрана 1 м ? Решетка была освещена светом с длиной волны $0,486 \text{ мкм}$.

3. Определить длину волны красной границы фотоэффекта у алюминия, если фототок прекращается при отрицательном напряжении $4,25 \text{ В}$.

4. Натриевую пластинку облучают светом, длина волны которого $6,6 \cdot 10^{-8} \text{ м}$. Определите скорость фотоэлектронов, если работа выхода натрия равна $4 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$.

5. Определить период решетки, если спектр первого порядка для зеленой линии ртути ($\lambda = 574,5$ нм) наблюдается под углом 20° . Сколько штрихов имеет решетки на 1 мм длины?

6. Найдите массу фотона видимого света, длина волны которого $5 \cdot 10^{-7}$ м.

7. Длина волны красных лучей в воздухе 700 мкм. Какова длина волны этих лучей в воде?

8. Каким наименьшим напряжением полностью задерживаются электроны, вырванные ультрафиолетовыми лучами с длиной волны 300 нм из вольфрамовой пластины, если работа выхода равна $7,2 \cdot 10^{-19}$ Дж?

9. Спектры дифракционной решетки со 100 штрихами на 1 мм проецируются на экран, расположенный параллельно решетке на расстоянии 1,8 м от нее. Определить длину волны монохроматического света, падающего на решетку, если расстояние от спектра второго порядка до центральной светлой полосы 21,4 см.

10. Определить импульс и энергию кванта ультрафиолетового излучения, длина волны которого 20 нм.

11. Два когерентных источника S_1 и S_2 с длиной волны 0,4 мкм находятся на расстоянии 2 мм друг от друга (рис. 6). Параллельно линии, соединяющей источники, расположен экран MN на расстоянии 2 м от них. Угол S_2S_1A — прямой. Что будет наблюдаться в точке A экрана: свет или темнота?

12. Сколько фотонов в секунду испускает электрическая лампа накаливания, полезная мощность которой 100 Вт, если средняя длина волны излучения 600 нм?

13. Под каким углом α свет падает на плоскую границу раздела воздух — стекло, если отраженный и преломленный лучи образуют прямой угол? Абсолютный показатель преломления стекла 1,43. С какой скоростью распространяется свет в стекле?

14. Рубиновый лазер излучает в импульсе $2 \cdot 10^{19}$ световых фотонов с длиной волны $\lambda = 694$ нм. Чему равна мощность вспышки лазера, если длительность импульса $t = 2 \cdot 10^{-3}$ с?

15. При облучении паров ртути электронами энергия атома ртути увеличивается на 4,9 эВ. Какой длины волны будет излучать атом при переходе в невозбужденное состояние?

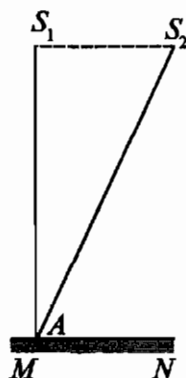


Рис. 6

ОТВЕТЫ

Д 10/9

1) 3,75 Н; 2) $8 \cdot 10^{-15}$ Н; 3) 54 см; 4) 19 Н; 5) 15 А; 6) 30° ;
7) 10,9 В; 8) 12 В; 9) 24° ; 10) 1 В.

Д 10/10

1) 0,1 Тл; 2) 2,52 Дж; 3) 0,1 Тл; 4) 29 см; 5) 5 А; 6) $6,3 \cdot 10^{-13}$ Н;
3,1 мм; 7) $1,2 \cdot 10^{-3}$ Тл; 8) 0,025 Тл; 9) 4800 В; 10) 0,31 Гн.

Т 10/26

1) 120 Дж; 30 Дж; 2) 0,56 В; 3) $7,68 \cdot 10^{-16}$ Н; 4) 2,5 Гн; 5) 0,5 м;
6) $8 \cdot 10^{-15}$ Н; 1 см; 7) 22 В; 8) 30° ; 9) $5,6 \cdot 10^{-3}$ Тл; 10) 0,5 с; 1,33 А;
11) $3,5 \cdot 10^6$ м/с; 12) 0,5 м/с; 13) 0,2 Гн; 14) $1,77 \cdot 10^{11}$ Кл/кг;
15) 0,017 Гн.

Т 10/27

1) 96 км/с; 2) 100; 3) $35 \cdot 10^{-4}$ В; 4) $1,68 \cdot 10^{-27}$ кг; 5) 2 А; 6) 45° ;
7) 1800; 8) $0,28 \cdot 10^{-13}$ Н; 9) 20; 10) $\approx 3 \cdot 10^{-9}$ с; 11) $18,5 \cdot 10^{-4}$ В/м;
12) $3 \cdot 10^{-13}$ Дж; 13) 12 мм; 14) 80 Г; 15) 1835.

Т 10/28

1) 0,4 В; 2) 0,34 мВ; 3) 2,75 В; 4) 2,5 Дж; 5) 10 мкА; 6) 45° ;
7) 0,01 Тл; 8) $5,5 \cdot 10^{-8}$ с; 9) $17,7 \cdot 10^{10}$ Кл/кг; 10) $1,78 \cdot 10^{-10}$ с;
11) 0,125 Гн; 12) 10,6 мм; 13) > 3 А; 14) 1,78 А; 15) 1,6 см.

Д 11/3

1) 100 м; 2) 16 Н/м; 3) 0,3 м; 0,4 с; 5) 0,5 Дж; 1,42 м/с; 7) 0;
62,8 м/с; 9) 19,2 км/ч.

Д 11/4

2) $T_n : T_s = 2,4$; 3) 40 см; 4) 5 см; 0,8 с; 1,25 Гц; 1,04 рад;
7) 160 Гц; 9) 22,5 км/ч; 10) 8,5 см.

Т 11/4

1) 3,14 с; 2) 0,628 с; 3) 1 м; 4) 1,57 кг; 5) 26 м/с²; 6) $l_2 : l_1 = 2$;
7) 11 см; 8) 0,0628 с; 9) 0,4 с; 2,5 Гц; 10) 1,2; 11) 9,86 м/с²;
12) $T_n : T_s = 1,58$; 13) $\kappa_1 : \kappa_2 = 2,8$; 14) $v_1 : v_2 = 1,12$; 15) $T_1 : T_2 = 1,8$.

Т 11/5

1) $l_1 : l_2 = 4$; 2) 0,628 с; 3) 2 Н/м; 4) $v_1 : v_2 = 2$; 5) 0,4 с; 6) 1,42 с;
 $1,5 \cdot 10^{-2}$ Дж; 7) $\pi(\sqrt{\frac{l}{g}}(1 + \frac{\sqrt{2}}{2}))$; 8) $T_x : T_c = 6,89$; 9) 6,3 см; 10) 0,7 м/с;
 0,025 Дж; 11) $\Delta l = 8$ см; 12) 5 с; 13) 25 см; 99,7 см; 9,8 м/с²; 14) 2 ч
 27 мин; 15) 1 с.

Т 11/6

1) 1,67 м/с²; 3) увеличить длину на 0,03%; 4) 3 г;
 5) $2\pi\sqrt{\frac{l \cdot m}{(mg - Eq)}}$; 6) 84 с; 7) 50 м; 8) 3,6 мин.; 9) 367 м; 10) 31 с;
 11) 0,77 с; 12) 0,8 с; 13) $2\pi\sqrt{\frac{lm}{4f}}$; 14) 2,7 с; 15) удлинить на 0,3%.

Т 11/7

1) 12,7 Ом; 3,2 Ом; 3) 96; 9,16; 4) $\approx 4,8$ мин; 5) 4166 Гц;
 6) 1884 м; 7) 1,6 пФ; 8) 4 мкФ; 9) 700; 10) 12,7 мГн; 11) 8 мГн;
 12) 10^{-4} с; 14) 377–267 м; 15) 150 км.

Т 11/8

1) 2,7 мФ; 2) 64 А; 50 Гц; 3) 25 мкФ; 4) 20 А; 120 В; 200 В;
 6) 24 кГц; 7) $1,2 \cdot 10^8$ м; 8) 89 В; 0,01 с; 9) 11; 10) 12 Дж; 11) 3 см;
 12) 135 мкФ; 590 В; 13) 6 А; -7,7 А; 0; 10,44 А; 14) 0,012 А;
 15) 36 кГц.

Д 11/5

1) $\beta = 41^\circ$; 2) 20° ; 3) 37° ; 4) 15 см; 5) 5,5 см; 6) 12 см; 0,2; 7) 32° ;
 8) 33° ; 9) 6,7 дптр; 15 см; $1,7^\circ$; 10) $8,5^\circ$; 28° .

Д 11/6

1) 48° ; 2) 39° ; 4) 90 см; 5) 10 см; 10 дптр; 6) 18,75 см;
 7) 6,3 дптр; 8) 20 м; 9) 11° ; 10) 82° .

Д 11/7

1) 28° ; 47° ; 2) 47° ; 4) $\Delta f = 1,5$ м; 5) 111 см; 6) 30 см; 8) 39 мм;
 9) 10 см; 15 см; 10) 82° .

Т 11/9

1) $33,5^\circ$; 2) 19 см; 3) 5,2 дптр; 4) $33,5^\circ$; 5) 5 дптр; 6) 21 см; 7) 34° ; 8) 30 см; 9) 60° ; 10) 36 см; 11) 25° ; 13) 20,5 дптр; 14) 36° ; 15) $f = 3$ м; 6 см.

Т 11/10

1) 30 см; 20 см; 2) 56° ; 3) 80 см; 1; 50 см; 4*; 4) 15 см; 5) -12,5 см; 6) 2,4 дптр; 0,5 м; 7) 66 см; 8) $1,24 \times 1,9$ м²; 9) 39 мм; 10) 3 дптр; 2 дптр; 11) 30 см; 12) ≈ 2 см; 13) 87 см; 14) 1,71 м; 3,4 м; 15) 1 мм.

Т 11/11

1) 0,4 м; 2) 12 см; 3) $h = \sqrt{h_1 \cdot h_2}$; 4) 1,245 м; 5) 10 см; 10 дптр; 6) 20 см; 7) 28° ; 24° ; 8) 60 см; 9) 1,7; 10) 50 см; 25*; 11) $\frac{1}{3} F$; 12) 11,4 см; 13) $\frac{1}{3}^*$; 14) 18° ; 15) 24 см.

Т 11/12

1) $76,4 \cdot 10^{-20}$ Дж; 2) $2,26 \cdot 10^8$ м/с; $2,23 \cdot 10^8$ м/с; 3) $0,94 \times 10^{-27} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$; $2,8 \cdot 10^{-19}$ Дж; 4) 10^{-19} Дж; 5) 0,62 мкм; 8) 20° ; 9) $0,46 \cdot 10^{15}$ Гц; 0,652 мкм; 10) $1,96 \cdot 10^8$ м/с; 11) 490 нм; 12) 570 км/с; 13) 1,618; 185 400 км/с; 14) $3 \cdot 10^{-19}$ Дж.

Т 11/13

2) 20 мкм; 3) 292 нм; 4) $2,4 \cdot 10^6$ м/с; 5) 0,00168 мм; 595 мм^{-1} ; 6) $0,44 \cdot 10^{-35}$ кг; 7) $5,26 \cdot 10^{-8}$ м; 8) -0,36 В; 9) 590 нм; 10) $3,31 \times 10^{-26} \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$; $\approx 10^{-17}$ Дж; 12) $3 \cdot 10^{20}$; 13) $54,5^\circ$; $2,1 \cdot 10^8$ м/с; 14) 3 кВт; 15) 0,253 мкм.

ТАБЛИЧНЫЕ

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}; \quad m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}; \quad m_{\text{протона}} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$$

В-во	«С» уд. теп- лосмкость ($\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$)	«L» уд. теплота парообр. ($\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$)	«t _к » темпер. кипения (°C)	«λ» уд. теплота плавл. ($\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$)	«t _{пл} » темпер. плавл. (°C)
сталь	500				
железо	460			$2,7 \cdot 10^5$	1539
керосин, бензин	2100				
стекло	840				
вода	4200	$23 \cdot 10^5$	100		
ртуть	140				
алюминий	920				
лед	2100			$3,4 \cdot 10^5$	0
свинец	130			$0,25 \cdot 10^5$	327
олово	230				
медь	380			$1,8 \cdot 10^5$	1083
воздух					
углерод					
кислород	920				
азот					
неон					
водород					
гелий					
латунь					
каменный уголь					
раст. масло					
вольфрам					
никелин					
серебро					
нихром					
парафин					
слюда					
скипидар					
алмаз					
глицерин					
кварц					
слюда					

ДАННЫЕ

$$h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}; \quad c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}; \quad R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

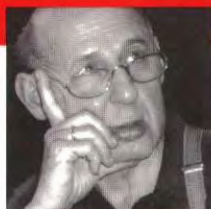
В-во	«q» теплотв. топлива ($\frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$)	«ρ» плотность ($\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$)	«m» относит. атомн. масса	«ρ _з » удельное сопротивл. $\times 10^{-6}$ (Ом · м)	«ε» диэлект. прониц. среды	«n» абсол. показ. преломл.
сталь		7800		0,12		
железо		7800		0,098		
керосин, бензин	$4,6 \cdot 10^7$	710			2,1	
стекло					7	1,5
вода		1000			81	1,33
ртуть		13600	200			
алюминий		2700	27	0,028		
лед						1,31
свинец						
олово						
медь		8900		0,017		
воздух		1,29	29 (молек.)			
углерод			12			
кислород			16			
азот			14			
неон			20			
водород		0,09	1			
гелий			4			
латунь		8500				
каменный уголь	$3,0 \cdot 10^7$					
раст.масло		800				
вольфрам				0,055		
никелин				0,4		
серебро		10500				
нихром				1,1		
парафин					2,1	
слюда					7	
скипидар					2,2	
алмаз						2,4
глицерин						1,47
кварц						1,54
слюда						1,618

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	.....
ОПОРНЫЕ КОНСПЕКТЫ .....	.....
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ВЗАИМОКОНТРОЛЯ .....	.....
ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ .....	.....
Электромагнетизм .....	.....
Механические колебания .....	.....
Переменный ток .....	.....
Оптика .....	.....
Волновые и квантовые свойства света. Строение атома .....	.....
ОТВЕТЫ .....	.....
ТАБЛИЧНЫЕ ДАННЫЕ .....	.....

ФИЗИКА

ОПОРНЫЕ КОНСПЕКТЫ И ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЕ ЗАДАЧИ. 11 КЛАСС



Куперштейн Юрий Семенович, заслуженный учитель РФ. На протяжении 40-летней педагогической деятельности активно проводит методическую работу среди учителей. Автор книг «Физика. Тесты для 7–11 классов» и «Физика. Опорные конспекты и дифференцированные задачи» для 7, 8, 9, 10 и 11 классов.

В книге представлен курс физики основной школы (11 класс) в виде опорных конспектов, контрольных вопросов и дифференцированных задач. Опорные конспекты отражают основные темы курса физики в виде схем, рисунков и таблиц. Такая форма представления информации облегчает усвоение большого объема теоретических знаний, помогает установлению связей между ними, классифицирует знания по уровню значимости. Позволяет учащимся формировать навыки работы с литературой, а учителю рационально организовывать время на уроке. Для каждой темы имеются вопросы, предназначенные для различных форм контроля. Созданную автором многоуровневую систему задач можно использовать при объяснении нового материала, решении задач на уроках, для домашних заданий, подготовки к профильной школе и первому уровню олимпиад, контроля знаний.

Пособие является полезным дополнением к учебникам и методическим пособиям по физике как для учащихся, так и для учителей и студентов педагогических вузов.



БХВ-ПЕТЕРБУРГ
194354, Санкт-Петербург
ул. Есенина, 5Б
E-mail: mail@bhv.ru
Internet: www.bhv.ru
Тел./факс: (812) 591-6243

интернет-магазин

OZON.RU



35847204

ISBN 978-5-9775-0136-1



9 785977 501361