

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ УРОКИ ФИЗИКИ

- Подробный ход урока
- Разнообразные формы организации
- Дидактические требования
- Оригинальные творческие задания

Механические колебания
Гармонические колебания

Пример одномерного гармонического осциллятора (трения нет)

$$m \ddot{\vec{a}} = \vec{F}$$

$$m \ddot{x} = -kx$$

Лабораторный установка для изучения гармонических колебаний

Научив Коуплендера, получим дифференциальное уравнение гармонических колебаний:

$$\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0$$

Период колебаний:

$$T = 2\pi/\omega_0$$

Частота колебаний:

$$\nu = \omega_0/(2\pi)$$

Дифференциальное уравнение гармонических колебаний

$$x = A \cos(\omega_0 t + \varphi_0)$$

7–11
КЛАССЫ



Л. А. ГОРЛОВА

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ УРОКИ ФИЗИКИ

- Основные темы программы средней и старшей школы
- Дифференцированный подход
- Варианты игровых уроков
- Творческие задания

**7–11
классы**

УДК 371.671.1

ББК 74.262.22

Г69

Горлова Л.А.

Г69 Интегрированные уроки физики: 7–11 классы. –
М.: ВАКО, 2009. – 144 с. – (Мастерская учителя физики).

ISBN 978-5-94665-900-0

Пособие содержит разработки интегрированных уроков физики по основным темам программы средней и старшей школы. Проведение интегрированных уроков позволит устраниТЬ дублирование в изучении материала, наглядно покажет связи физики с другими предметами как естественно-научного, так и гуманитарного цикла, создаст благоприятные условия для формирования общеучебных умений и навыков.

Пособие адресовано учителям-предметникам, а также студентам педагогических вузов.

УДК 371.671.1

ББК 74.262.22

Учебно-методическое пособие



Горлова Любовь Александровна

ИНТЕГРИРОВАННЫЕ УРОКИ ФИЗИКИ 7–11 классы

Дизайн обложки Екатерины Бедриной

Налоговая льгота –

Общероссийский классификатор продукции ОК 005-93-953000.

Издательство «ВАКО»

Подписано к печати с диапозитивов 15.04.2009.

Формат 84×108/32. Печать офсетная. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. листов 7,56. Тираж 5000 экз. Заказ № 612.

Отпечатано в ОАО ордена Трудового Красного Знамени

«Чеховский полиграфический комбинат»

142300, г. Чехов Московской области

Сайт: www.chpk.ru, e-mail: marketing@chpk.ru

Факсы: 8 (49672) 6-25-36; 8 (499) 270-73-59

Отдел продаж услуг: 8 (499) 270-73-59 (многоканальный)

ISBN 978-5-94665-900-0

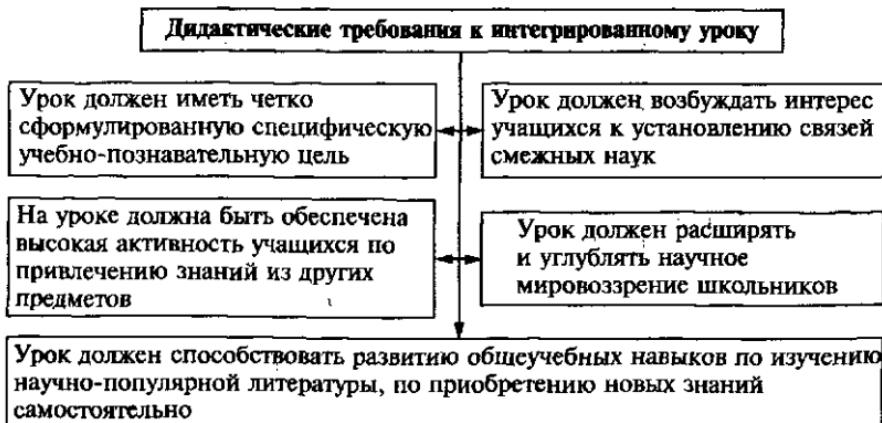
© ООО «ВАКО», 2009

ОТ АВТОРА

Отрасли современной науки тесно связаны между собой, поэтому и школьные учебные предметы не могут изучаться изолированно друг от друга.

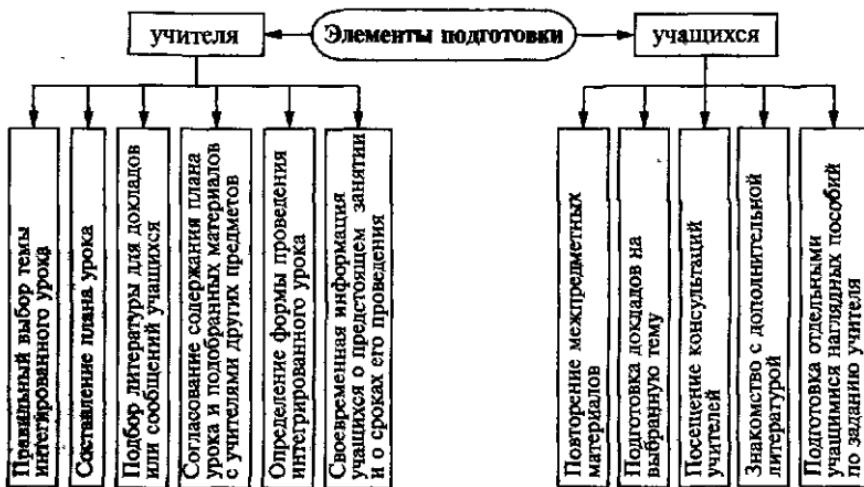
Установление межпредметных связей способствует более глубокому усвоению знаний, формированию научных понятий и законов, совершенствованию учебно-воспитательного процесса. Одним из путей реализации межпредметных связей являются интегрированные уроки. Такие уроки устраниют дублирование в изучении материала, создают благоприятные условия для формирования общеучебных умений и навыков учащихся. Интеграция через уроки предметов естественно-научного цикла способствует формированию научного мировоззрения учащихся, единству материального мира, взаимосвязи явлений в природе. Интегрированные уроки также способствуют повышению научного уровня обучения, систематизации знаний, развитию логического мышления и творческих способностей учащихся.

Как показал опыт, основные дидактические требования к интегрированному уроку можно свести к пяти аспектам, которые отражены в таблице.



Структура интегрированного урока зависит от содержания материала и от формы организации урока. Сведения, полученные на уроках по другим предметам, чаще всего либо используются в качестве опорных знаний, либо для выдвижения проблемы, либо для углубления и закрепления знаний.

Важным фактором для правильного планирования интегрированных уроков являются взаимные контакты учителей-предметников, обмен опытом и коллективное решение общих для них вопросов. Успех и эффективность интегрированного урока обеспечивается тщательной предварительной подготовкой к нему учителей и учащихся.



В заключение хочу отметить, что межпредметные связи являются дидактическим условием и средством глубокого и всестороннего усвоения основ наук в школе, лицее, гимназии.

7 класс

Урок 1. ПРОСТЫЕ МЕХАНИЗМЫ. РЫЧАГ, РАВНОВЕСИЕ СИЛ НА РЫЧАГЕ

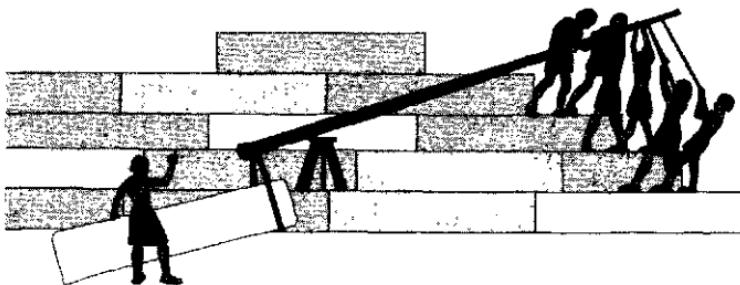
Интеграция предметов: физика — биология.

Пояснительная записка:

1. На уроке понадобится эпидиаскоп, рисунки из учебников физики и биологии, а также рычаг лабораторный и набор грузов.
2. В конце урока дается домашнее задание в виде таблицы.

Ход урока

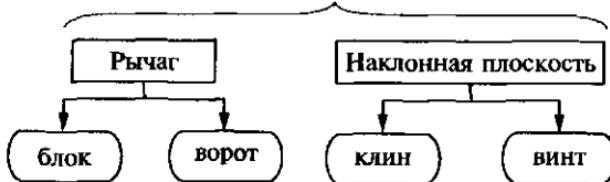
Учитель физики. Ребята, как вы думаете, какой простой механизм применяли в Египте при строительстве пирамид? Конечно, самое простое приспособление — рычаг.



Каждому известно, что тяжелый предмет сдвигают с места при помощи достаточно длинной и прочной палки — рычага.

Во многих случаях для того, чтобы поднять тяжелый груз на некоторую высоту, его поднимают с помощью блоков или же втаскивают по наклонной плоскости. Рассмотрим схему.

Простые механизмы



Учитель физики. Ребята, как вы думаете, для чего применяют простые механизмы?

Ученники. Для того, чтобы совершая работу, выиграть в силе.

Учитель физики. Простые механизмы имеются и в быту, и во всех сложных заводских машинах, в сложных автоматах, печатных и счетных машинах.

Ребята, где вы видели, в каких бытовых приборах и устройствах, простые механизмы?

Ученники. Весы рычажные (рычаг), мясорубка (винт), ножницы (рычаг), нож (клин), топор (клин) и т.д.

Учитель физики. А какие простые механизмы есть у подъемного крана?

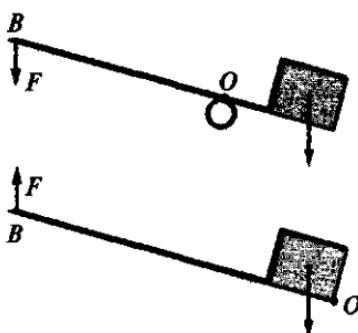
Ученники. Рычаг (стрела крана), блоки (на конце стрелы и крючка для зацепки груза).

Учитель физики. Сегодня мы остановимся более подробно на рычагах. Рычаг — это твердое тело, которое может вращаться вокруг неподвижной опоры (оси).

Рассмотрим рисунок, где человек поднимает тяжелый груз, выясним, где ось рычага в первом и втором случае. В первом случае человек с силой F нажимает на конец лома B и таким образом поворачивает лом вокруг оси, проходящей через единственную неподвижную точку лома — точку его опоры O . Обратите внимание, сила F , с которой человек действует на рычаг (лом), меньше силы тяжести груза. Таким образом, человек получает выигрыш в силе. Во втором случае человек приподнимает конец лома, действует силой в точке B .

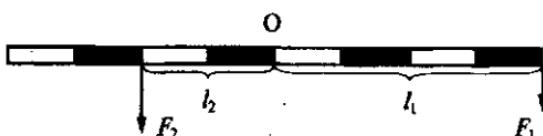
В. Рычаг (лом) поворачивается вокруг точки — опоры лома (точки O , которая касается земли).

И во втором случае человек прикладывает силу меньшую, чем вес груза, и получает выигрыш в силе.



Ребята, а сейчас выясним условия, при которых рычаг находится в равновесии под действием приложенных к нему сил. (Показ опыта.)

Кратчайшее расстояние между точкой опоры (осью) и прямой, вдоль которой действует на рычаг сила, называют плечом силы. (Показывает плечи на лабораторном рычаге.)



Чтобы найти плечо силы, надо из точки опоры опустить перпендикуляр на линию действия силы. Длина этого перпендикуляра и будет плечом данной силы. l_1 — плечо силы F_1 , l_2 — плечо силы F_2 . Измеряем силы, действующие на рычаг и плечи этих сил.

Из опыта видно, что меньшая сила уравновесила большую, и что плечо меньшей силы больше плеча большей силы. Ребята, какой же вывод делаем, каково же условие равновесия рычага?

Ученники. Рычаг находится в равновесии, когда силы, действующие на него, обратно пропорциональны плечам этих сил $\frac{l_1}{l_2} = \frac{F_1}{F_2}$.

Учитель физики. Это правило равновесия рычага было установлено древнегреческим ученым Архимедом. Из этого правила видно, что меньшей силой можно уравновесить при помощи рычага большую силу.

Задача

При помощи лома рабочий поднимает ящик массой 120 кг. Какую силу он прикладывает к большому плечу рычага, если длина этого плеча 1,2 м, а меньшего плеча 0,3 м, какой будет выигрыш в силе?

Дано:

$$\begin{aligned} m &= 120 \text{ кг}, \\ g &= 9,8 \text{ Н/кг}, \quad 10 \text{ Н/кг} \\ l_1 &= 1,2 \text{ м}, \\ l_2 &= 0,3 \text{ м} \\ F_1 &=? \end{aligned}$$

Решение:

По правилу равновесия рычага

$$\frac{l_1}{l_2} = \frac{F_1}{F_2} \Rightarrow F_1 = \frac{F_2 \cdot l_2}{l_1};$$

$$F_2 = p = mg = 120 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} = 1200 \text{ Н};$$

$$F_1 = \frac{1200 \text{ Н} \cdot 0,3 \text{ м}}{1,2 \text{ м}} = \frac{1200 \text{ Н}}{4} = 300 \text{ Н}.$$

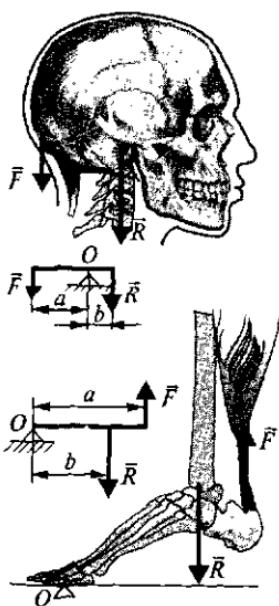
Ответ. 300 Н.

Учитель физики. Значит, рабочий преодолевал силу 1200 Н, прикладывая к лому (рычагу) силу 300 Н, чему же будет равен выигрыш в силе?

Ученики. Выигрыш в силе в 4 раза: $\frac{F_2}{F_1} = \frac{1200 \text{ Н}}{300 \text{ Н}} = 4 \text{ раза.}$

Учитель биологии. Ребята, но простые механизмы, в частности рычаги, встречаются и в живой природе.

В скелете животных и человека все кости, имеющие некоторую свободу движения, являются рычагами. У человека — это кости конечностей, нижняя челюсть, череп, фаланги пальцев.



Рассмотрим условия равновесия рычага на примере черепа. Здесь ось вращения рычага О проходит через сочленение черепа с первым позвонком. Спереди от точки опоры на коротком плече действует сила тяжести головы R , позади — сила F тяги мышц и связок, прикрепленных к затылочной кости.

Другим примером работы рычага является действие стопы при подъеме на полупальцы.

Опорой рычага служат головки плюсневых костей. Преодолеваемая сила R (вес всего тела) приложена к таранной кости.

Действующая мышечная сила F , осуществляющая подъем тела, передается через ахиллово сухожилие и приложена к выступу пяткиной кости.

Учитель физики. Ребята, давайте-ка оценим мышечную силу (мускулатуру) при ходьбе. Допустим, масса мальчика 50 кг. Длина его стопы 26 см, расстояние от фаланг пальцев до центра таранной кости 21 см.

Дано:

$$\begin{aligned}m &= 50 \text{ кг}, \\a &= l_1 = 26 \text{ см}, \\b &= l_2 = 21 \text{ см}.\end{aligned}$$

$$F = ?$$

Решение:

Определим вес мальчика:

$$P = mg;$$

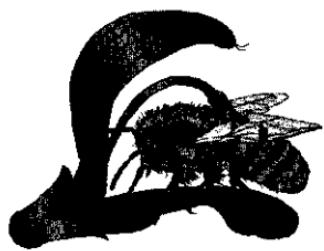
$$P = 50 \text{ кг} \cdot 10 \text{ Н/кг} = 500 \text{ Н}; R = P = 500 \text{ Н.}$$

Применяем правило равновесия рычага:

$$\frac{a}{b} = \frac{R}{F} \text{ или } \frac{l_1}{l_2} = \frac{R}{F}. \text{ Отсюда: } F = \frac{R \cdot l_2}{l_1}; \quad F = \frac{500 \cdot 21}{26} = 400 \text{ Н.}$$

Ответ. 400 Н.

Учитель биологии. Интересные рычажные механизмы можно найти в некоторых цветках. Рассмотрим строение лугового шалфея.



Опыление шалфея насекомым



Тычинка цветка — рычаг

Вытянутая тычинка служит длинным плечом рычага *A*. На ее конце расположена пыльца. Короткое плечо *B* рычага как бы стережет вход в цветок. Когда насекомое (шмель, пчела) заползает в цветок, оно нажимает на короткое плечо рычага. Длинное плечо при этом ударяет пыльником по спинке насекомого и оставляет на ней пыльцу. Перелетая на другой цветок, насекомое этой пыльцой опыляет его.

Учитель физики. Ребята, сегодня на уроке мы изучали простые механизмы и выяснили, для чего их используют. Оглянитесь вокруг, и вы обнаружите простые механизмы. Задумайтесь об устройстве своего организма. Вы непременно обнаружите в нем «простые механизмы», и не только рычаги.

Домашнее задание

Перечислить простые механизмы, которые вы обнаружите дома, и те «простые механизмы», которые есть в вашем организме и в организме животных. Составить таблицу.

Простой механизм в быту, в организме человека и животного	Вид простого механизма
1. Кусачки	Рычаг, клин
2. Дверная ручка	Рычаг
3. Ножницы	Рычаг
4. Нож	Клин
5. Клавиши пианино	Рычаг
6. Мясорубка	Винт, ворот
7. Домкрат	Рычаг, винт
8. Топор	Клин
9. Зубы, клыки	Клин
10. Когти кошки	Клин, рычаг
11. Рога животного	Клин
12. Челюсти	Рычаг

Урок 2. СКОЛЬКО ВОДЫ НУЖНО ЧЕЛОВЕКУ?

Интеграция предметов: физика — география — экономика.

Пояснительная записка:

1. Цель урока: обобщить знания учащихся по теме «Гидросфера», рассмотреть возможность экономии воды в быту и выявить экономический эффект такой экономии.

2. Урок проводится в два этапа: на первом этапе разыгрывается сценка, а на втором ведется работа по заданным «ресурсам».

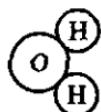
3. В конце занятия подводятся итоги.

Ход урока

На авансцене трое мальчиков, на груди каждого — химические знаки:



Двое мальчиков — атомы водорода и один — атом кислорода. Позади ширма, за которой находится девочка, на груди которой эмблема:



Кислород.

Я — коварный поджигатель.
Вы огня хотите — нате!
Я всесильный окислитель,
Если атомов дадите
Два водорода наперед.
Воду дать могу я — вот!

Первый водород. Не говорю я, а горю
И себя я вам дарю.

Второй водород. Пусть будет дождь, и снег, и град,
Я напоить природу рад!

Все вместе. А коль вместе мы всегда,
Получается — вода.

Учитель. А вам, ребята, без воды
И не «туды», и не «сюды».
А водороды мимоходом
Пленили грозный кислород.
И тем они создали воду,
Чтоб жажду утолил народ.

(Ширма опускается и появляется новый персонаж — Вода.)

Вода.

А ну скорей снимите шляпу!
Я — дочь космического папы!
Я вездесуща и легка:
Я — лед, я — пот, я — облака.
Я — иней, чай, бульон, туман,
Река, ручей и океан.
Когда я злюсь — я закипаю,
Когда мороз — я замерзаю.

Учитель.

Но стоп! Не надо замерзать,
Все о тебе хотим мы знать.

Вода.

Сегодня, ученик, меня послушай.
Я занимаю три четвертых суши.
Я — вода, меня ты пьешь,
В насмешку «аш два о» зовешь.
Но без меня, как ни крутись,
Никому не обойтись.
На земле ведь я повсюду,
Пользую приношу я людям.
Я в водопадах, ручейках,
В морях, озерах, ледниках.
Я и в почве, в атмосфере,
Ну, а в общем, — в гидросфере.

Учитель. Ребята, что такое гидросфера?

Ученики. Гидросфера — это водная оболочка Земли. Слово «гидро» в переводе с греческого означает «вода».

Учитель. Ну, а что же составляет водную оболочку Земли?

(Учитель крепит блок-схему на классной доске магнитными держателями.)



Общие мировые запасы воды огромны, но большая их часть (97 %) приходится на долю океанов, в которых она слишком соленая и не пригодна для питья, выращивания сельскохозяйственных культур и промышленного использования.

Остается лишь 3 % запасов воды, которые использует человек в своей хозяйственной деятельности.

Ограниченнность водных ресурсов привела к тому, что некоторые регионы и города начали испытывать недостаток в питьевой воде.

Потребление воды в мире с каждым годом растет. Только на бытовые нужды в последние годы на одного человека приходится в среднем около 400 литров (40 ведер) в день, хотя 200 лет назад хватало ведра. Во многих странах уже ощущается остшая нехватка питьевой воды. Можно ли решить эту проблему?

(На втором этапе урока учитель обращает внимание класса на практические способы сбережения водных ресурсов и семейного бюджета.)

Ребята, я вам предлагаю следующую ситуацию.

Вечером за ужином, когда вся семья из пяти человек была в сборе, мама стала жаловаться, что принесли счет на воду 1000 тенге, и опять, наверное, придется отложить поездку в Боровое, о которой мечтала вся семья. Папа, отложив газету, заявил: «Давайте соберем семейный совет и подумаем, как решить эту проблему?»

Задание № 1

(Учитель предлагает ребятам разбиться на группы — семьи.)

Выполнить:

- подготовить и разыграть сценку «Семейный совет», где каждый член семьи высказывает свое мнение по этому вопросу;
- на большом листе ватмана сделать расчеты: сколько и для чего всей семье нужно воды. Рассчитать сколько это будет стоить, используя справочные данные (1 м^3 воды стоит 32 тенге);
- предложить, как в домашних условиях можно экономить воду;
- презентация и обсуждение материалов, наработанных всеми группами.

Справочный материал

В день на одного человека приходится:

- | | |
|--------------------------|------------------------------------|
| — на мытье рук | — 6 – 8 литров; |
| — чистку зубов | — 6 – 8 литров, не закрывая крана; |
| — сполоскивание унитазов | — 15 литров за один спуск; |
| — душ | — 15 – 20 литров в минуту; |
| — стирку | — 130 – 150 литров за 1 раз; |
| — принятие ванны | — 150 литров. |

Задание № 2

(Учитель предлагает ребятам решить задачу.)

Если вы закрываете водопроводный кран пока чистите зубы, тем самым вы экономите 4 литра воды. Если вы чистите зубы 2 раза в день, вы можете сэкономить 8 литров воды. Подумайте, сколько воды сэкономит семья из пяти человек за год, если каждый член семьи будет закрывать воду, чистя зубы. Сколько человек может

быть обеспечено этой питьевой водой, если минимальное количество для человеческого организма — 1,6 литра воды ежедневно.

Задание № 3

(Учитель предлагает ребятам вопросы для общей беседы.)

Представьте себе, что в 2020 году на каждого человека будет приходиться только 30 литров пригодной для употребления воды в день.

- 1) Как вы думаете, реально ли это?
- 2) Как бы вы себя чувствовали, если бы у вас не было необходимого количества воды для питья и умывания?
- 3) Как вы думаете, действительно ли от каждого из вас зависит, сколько пригодной для употребления воды будет в будущем?
- 4) Как вы думаете, что каждый из вас должен делать, чтобы предотвратить уменьшение мирового запаса питьевой воды к 2020 году?

(В конце урока подводятся итоги, отмечается и поощряется работа учащихся.)

8 класс

Урок 1. ГЛАЗ И ЗРЕНИЕ. БЛИЗОРУКОСТЬ И ДАЛЬНОЗОРКОСТЬ. ОЧКИ

Интеграция предметов: физика — биология.

Пояснительная записка:

1. На уроке понадобятся: модель глаза человека; плакат «Строение глаза и фотоаппарата»; очки на близорукость и дальнозоркость.

Ход урока

Учитель физики. Ребята, сегодня на уроке мы будем изучать глаз человека, выясним, почему мы видим, узнаем, какие бывают дефекты глаза и как они устраняются.

Глаз иногда по праву называют живым фотоаппаратом (плакат «Строение глаза и фотоаппарата»), так как оптическая система глаза, дающая изображение, сходна с объективом фотоаппарата.

Что же представляет глаз человека (не только человека)?

Учитель биологии. Глаз человека и многих животных имеет почти шарообразную форму (рис. 1).

Глазное яблоко человека имеет диаметр примерно 25 мм. Глаз защищен плотной оболочкой, называемой склерой (1). Передняя часть склеры — роговая оболочка, или роговица (10), прозрачна. За роговицей расположена радужная оболочка (7), которая у разных людей имеет разный цвет. Между роговицей и радужной оболочкой находится водянистая жидкость (5) или передняя камера.

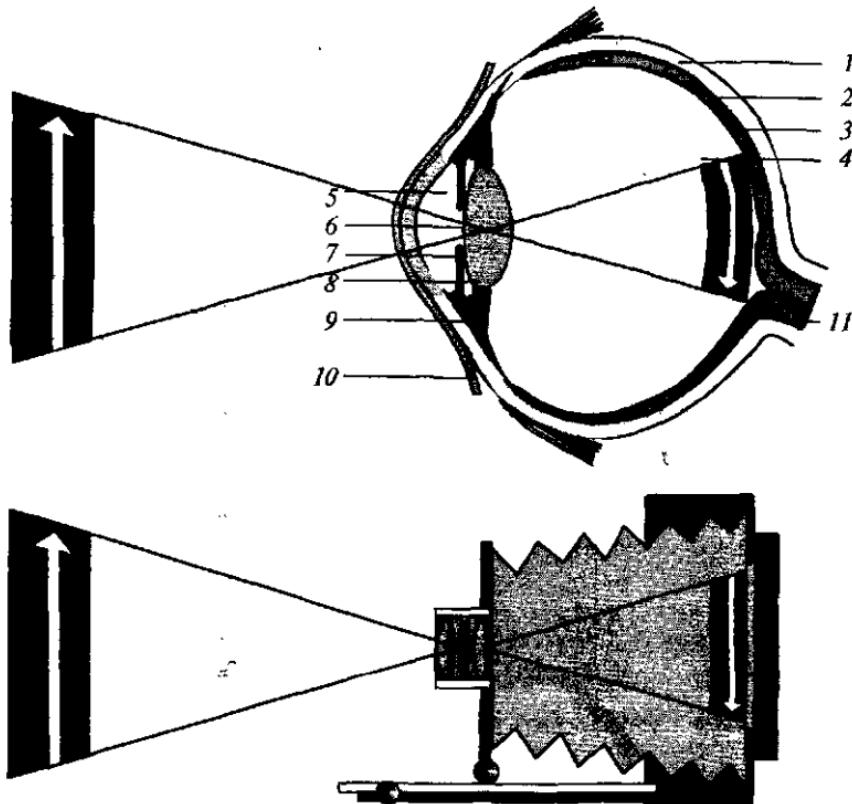


Рис. 1. Строение глаза человека

Учитель физики. Роговица имеет форму сферической чашечки диаметром около 12 мм и толщиной 1 мм. Радиус кривизны ее в среднем 8 мм. Показатель преломления 1,38.

Учитель биологии. В центре радужной оболочки имеется отверстие — зрачок (6), размер которого при помощи мышечных волокон, управляемых из центральной нервной системы, может меняться.

Учитель физики. Зрачок меняется от 2–3 мм при ярком освещении до 6–8 мм при слабом. Таким образом регулируется количество света, проходящего внутрь глаза.

Учитель биологии: Непосредственно позади зрачка находится хрусталик (5), прозрачное и упругое тело.

Учитель физики: Хрусталик по форме близок к двояковыпуклой линзе. Диаметр его 8–10 мм. Радиус кривизны передней поверхности в среднем 10 мм, а задней 6 мм. Показатель преломления вещества хрусталика 1,44.

Учитель биологии. Хрусталик окружен мышцами, прикрепляющими его к склере (9). За хрусталиком расположено стекловидное тело (4). Оно прозрачно и заполняет всю остальную часть глаза.

Глазное дно покрыто сетчатой оболочкой (сетчаткой) (3), которая прилегает к сосудистой оболочке (2). Сетчатая оболочка имеет толщину около 0,5 мм и состоит из нескольких слоев, содержащих волокна зрительного нерва. Сетчатка состоит из палочек и колбочек и нервных клеток, от которых возбуждение идет в головной мозг. Общее число колбочек $\approx 7 \cdot 10^6$, а палочек $\approx 100 \cdot 10^6$. Колбочки сосредоточены в центральной части сетчатки, в желтом пятне, и особенно в его центральной ямке. Палочки расположены главным образом в периферических частях сетчатки.

Палочки имеют высокую светочувствительность, но не обеспечивают различение цвета.

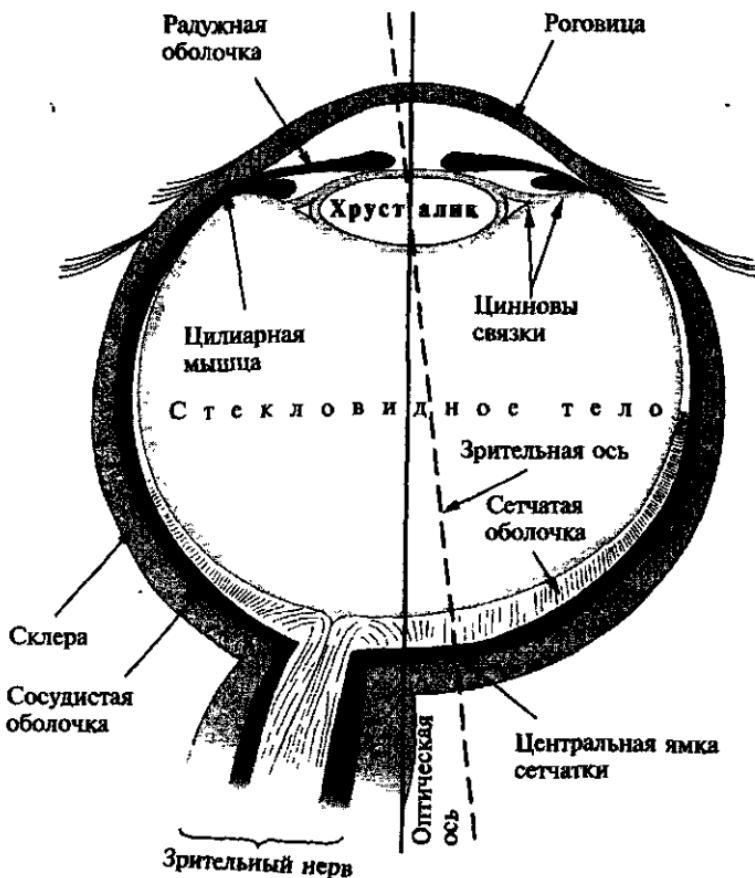


Рис. 2. Схематическое изображение строения глаза человека

Колбочки имеют более низкую светочувствительность и создают ощущение цвета.

Учитель физики. Оптическая система глаза — роговица, хрусталик, стекловидное тело. Главная оптическая ось системы ОО проходит через геометрические центры роговицы, зрачка и хрусталика.

Учитель биологии. В глазе различают еще зрительную ось О'О', проходящую через центр хрусталика и желтое пятно. В этом направлении глаз имеет небольшую светочувствительность.

Учитель физики. Оптическая и зрительная оси образуют небольшой угол = 5° .

Как же получается и воспринимается глазом изображение предмета?

Свет, падающий в глаз, преломляется на передней поверхности глаза (роговице) на границе ее с воздухом. Поэтому из всех преломляющих сред роговица имеет наибольшую оптическую силу (40 дптр). Затем свет, проходя через хрусталик, еще преломляется. Оптическая сила хрусталика 16 – 20 дптр. Свет еще преломляется в передней камере и стекловидном теле, оптическая сила которого 3 – 5 дптр. Итак, оптическая сила глаза \approx 63 дптр, благодаря чему на сетчатке глаза образуется действительное, уменьшенное и перевернутое изображение рассматриваемых предметов.

Учитель биологии. Свет, падая на окончания зрительно-го нерва, из которых состоит сетчатка, раздражает эти окончания. Раздражения по нервным волокнам передаются в мозг, и человек получает зрительное впечатление, то есть видит предметы. Про-

цесс зрения корректируется мозгом, поэтому мы предметы воспринимаем не перевернутыми.

Учитель физики. Теперь выясним, каким образом на сетчатке создается четкое изображение, когда мы переводим взгляд с удаленного предмета на близкий и наоборот. Это происходит потому, что кривизна хрусталика изменяется. Когда мы смотрим на дальние предметы, то кривизна хрусталика сравнительно невелика.

Учитель биологии. В этом случае мышцы, поддерживающие хрусталик, будут расслаблены и хрусталик будет вытянут. А когда переводят взгляд на близлежащие предметы, то мышцы сжимают хрусталик (рис. 3).

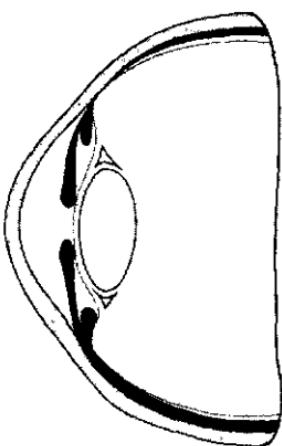


Рис. 3. Аккомодация глаза

Учитель физики. Тогда кривизна хрусталика и оптическая сила увеличиваются.

Учитель биологии. Способность глаза приспосабливаться к видению как на близком, так и на далеком расстоянии, называется аккомодацией глаза. Предел аккомодации глаза наступает, когда предмет находится на расстоянии 12 см от глаза. Придвиньте страницу учебника на расстояние 12 см, что вы наблюдаете? Расстояние наилучшего зрения (отодвигайте страницу от глаз), при котором детали предметов можно рассматривать без напряжения для нормального глаза, — 25 см. Это следует учитывать, когда пишете, читаете, щёгите и т. д.

Учитель физики. Но какое преимущество дает зрение двумя глазами?

Учитель биологии. Во-первых, мы видим большее пространство, то есть увеличивается поле зрения. Во-вторых, зрение двумя глазами позволяет различать, какой предмет находится ближе, а какой дальше от нас. Дело в том, что на сетчатке левого и правого глаза получаются разные изображения, мы как бы видим предметы слева и справа. И чем ближе предмет, тем заметнее это различие, оно и создает впечатление разницы в расстоянии, хотя изображения сливаются в нашем сознании в одно. Благодаря зрению двумя глазами, мы видим предметы не плоскими, а объемными.

Учитель физики. Только благодаря аккомодации глаза изображение предметов получается на сетчатке глаза. Это происходит, если глаз нормальный. Глаз называется нормальным, если он в ненапряженном состоянии собирает параллельные лучи в точке, лежащей на сетчатке.

Но есть недостатки глаза — близорукость или дальнозоркость. При суждении об оптических свойствах глаза используют понятие рефракции.

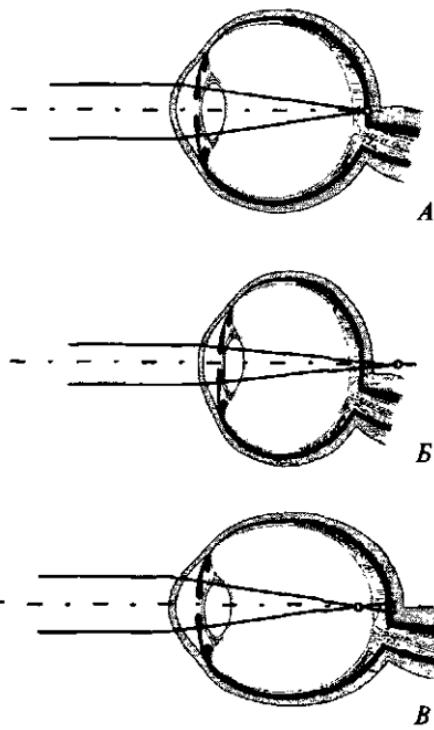


Рис. 4. Рефракция глаза:

А — соразмерная; Б — дальнозоркая;
В — близорукая

Учитель биологии. Близорукость может быть обусловлена большим удалением сетчатки от хрусталика по сравнению с нормальным глазом (рис. 4В).

Учитель физики. Значит, близоруким называется такой глаз, у которого фокус при спокойном состоянии глазной мышцы лежит внутри глаза. Тогда, если предмет находится на расстоянии 25 см (расстояние наилучшего зрения), то изображение получается не на сетчатке (как у нормального глаза), а ближе к хрусталику, впереди сетчатки. Поэтому, чтобы изображение оказалось на сетчатке, надо приблизить предмет к глазу. Следовательно, у близоруких людей расстояние наилучшего зрения меньше 25 см.

Учитель биологии. Близорукость может быть обусловлена тем, что сетчатка глаз расположена ближе к хрусталику, по сравнению с глазом нормальным.

Учитель физики. Значит, дальнозорким называют глаз, у которого фокус при спокойном состоянии глазных мышц лежит за сетчаткой. Изображение предмета получается за сетчаткой такого глаза. Если предмет удалить от глаза, то изображение попадает на сетчатку. Поэтому у дальнозорких людей расстояние наилучшего зрения больше 25 см.

Учитель биологии. Разница в расположении сетчатки даже в пределах миллиметра уже может приводить к заметной близорукости или дальнозоркости. Люди, имеющие в молодости нормальное зрение, в пожилом возрасте становятся дальнозоркими. Это объясняется тем, что мышцы, сжимающие хрусталик, ослабевают и способность аккомодации уменьшается. Происходит это и из-за уплотнения хрусталика, теряющего способность сжиматься в старости.

Но близорукость и дальнозоркость устраняются применением очков.

Учитель физики. Какие же очки следует применять для устранения этих недостатков зрения?

У близоруких людей изображение предметов получается внутри глаза, то есть впереди сетчатки. Чтобы оно передвинулось на сетчатку, надо уменьшить оптическую силу преломляющей системы глаза. Для этого применяют рассеивающую линзу в очках (рис. 5Б).

Оптическую силу системы дальнозоркого глаза надо усилить, чтобы изображение попало на сетчатку, поэтому в очках используют собирающую линзу (рис. 5А).

Учитель биологии. Изобретение очков явилось великим благом для людей, имеющих недостатки зрения.

Учитель физики. И это благо появилось давно. На гравюрах и картинах с древними сюжетами нередко можно видеть людей в очках. Художники (XV–XVII веков) охотно изображали в

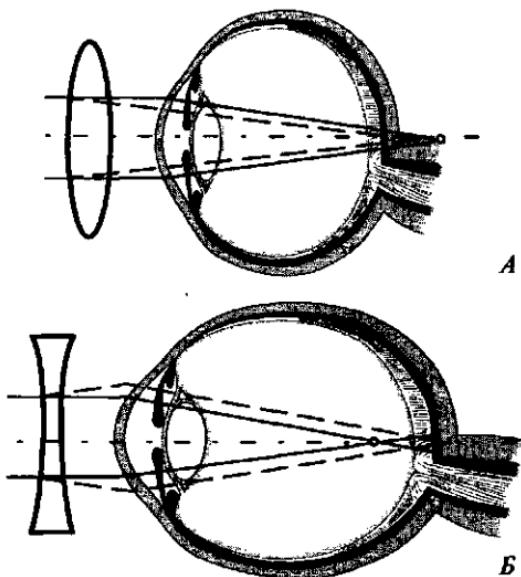


Рис. 5. Исправление рефракций глаза:
А — дальнозоркой; Б — близорукой

очках знатных людей прошлого, чтобы придать им более внушительный, ученый вид. При археологических раскопках Помпей и Тира находили обработанные куски стекла, напоминающие собой увеличительные линзы. Есть основания считать, что именно в Италии в конце XIII века появились первые очки. В России очки появились в конце XV века. Вначале применялось только одно увеличительное стекло на длинной ручке. Затем появились двойные круглые стекла в металлической оправе. Их держали перед глазами или одевали на нос. Постепенно очки приобретали современный вид.

Итак, для исправления близорукости применяют очки с вогнутыми, рассеивающими линзами. Если человек, например, носит очки, оптическая сила которых -3 дптр, то значит он близорукий. В очках для дальнозорких глаз используют выпуклые, собирающие линзы. Такие очки могут иметь, например, оптическую силу $+3$ дптр.

Учитель биологии. На протяжении жизни человеку рано или поздно приходится прибегать к помощи очков. Очки позволяют лучше видеть, они словно удлиняют жизнь наших глаз и дают возможность большинству людей продолжать активную деятельность в пожилом возрасте.

Учитель физики. Ребята, как же отличить, какие очки для близоруких людей, а какие для дальтоников? Оказывается очень просто. Беру очки для близоруких глаз и линзы от них, посмотрите, дают тень, а у дальтоников линз тени нет. Это говорит о том, что у рассеивающих линз фокусы мнимые, а у собирающих — действительные.

Учитель биологии. Ребята, а какие глаза у представителей животного мира? Большинство членистоногих имеют много глаз, ориентированных по всем направлениям. Каждый такой глаз имеет

форму очень узкой и глубокой воронки. У рыб глаза отличаются плоской роговицей и шарообразным хрусталиком.

Учитель физики. Аккомодация глаза у рыб достигается перемещением хрусталика.

Учитель биологии. Птицы обладают острым зрением. У грифов, орлов глазное яблоко удлиненной формы. Глаза высокоорганизованных животных подобны глазу человека, только некоторые животные могут ими вращать, например хамелеон. В других случаях, например у зайца, они расположены по бокам головы, что дает обзор выше 180° .

Учитель физики. Сегодня на уроке, ребята, вы познакомились с одним из органов чувств — зрением. Узнали строение глаза, дефекты глаза, о том, как эти дефекты исправляются ношением очков. Рефракция — это преломляющая способность глаза при покое аккомодации, когда хрусталик максимально уплощен.

Учитель биологии. Добавлю, что различают три вида рефракции глаза:

1) соразмерную (эмметропическую);

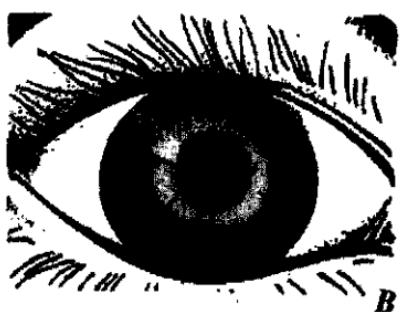


Рис. 6. Глаза различных представителей животного мира:
А — глаз мухи; Б — глаз зебры; В — глаз человека

А — глаз мухи; Б — глаз зебры; В — глаз человека

- 2) дальнозоркую (гиперметропическую);
- 3) близорукую (миопическую).

Учитель физики. Вы убедились в связи науки биологии с физикой. Законы природы едины и могут быть применимы и к живому организму. Сегодня на уроке мы применили законы физической оптики к глазу.

Урок 2. ГЕОМЕТРИЯ СФЕРИЧЕСКИХ ЗЕРКАЛ

Интеграция предметов: физика — геометрия.

Пояснительная записка:

1. Объяснение материала ведет учитель с двумя помощниками: Почемучкой и Умником.
2. По ходу объяснения нового материала Почемучка задает вопросы, на которые отвечает учитель или Умник.
3. После объяснения нового материала все учащиеся пишут тесты на 2-3 варианта.
4. Тесты проецируются с помощью кодоскопа на экран. В каждом варианте тестов по 5 вопросов.

Ход урока

Почемучка. Я побывал в комнате смеха, увидев себя в зеркале, невольно начал смеяться. Представьте: толстый может быть худым и длинным, а тонкий, худой может быть толстым и маленьким. Человек преобразуется на глазах, но почему?

Умник. Потому что зеркала кривые, вот и изображение тела в зеркале будет искаженным.

Учитель. Давайте разберемся поподробнее во всем этом.

Сферическое зеркало представляет собой поверхность шарового сегмента, зеркально отражающего свет.

Почемучка. Но зеркала бывают и выпуклые и вогнутые.

Учитель. Верно. Если отражение идет от внутренней поверхности сегмента, то зеркало вогнутое; если от внешней, то зеркало выпуклое. Давайте посмотрим (рис. 1).

Умник. Тогда согласно закону отражения света лучи будут такими зеркалами или собираться или рассеиваться.

Учитель. Это верно. Вогнутое зеркало собирает лучи света, выпуклое — рассеивает. Но обратите внимание на точку O .

Умник. Это центр воображаемой сферы.

Учитель. Центр O сферы называют оптическим центром зеркала, а вершину ' C ' — полюсом зеркала. $OB = OC = R$ — радиус кривизны сферического зеркала.

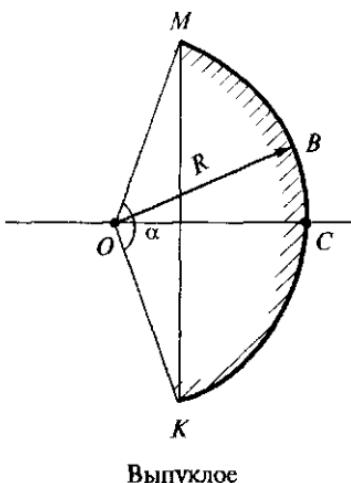
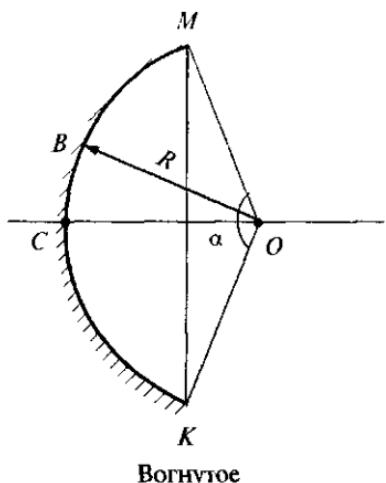


Рис. 1

Учитель. Любую прямую, проходящую через оптический центр O , называют оптической осью.

Почемучка. Но ведь можно провести много таких прямых через точку O ?

Учитель. Да, много. Но оптическая ось, проходящая через полюс зеркала и оптический центр, называется главной оптической осью.

Почемучка. Значит OC – это главная оптическая ось и она одна?

Учитель. Да. Обратите внимание, диаметр окружности, ограничивающей зеркало, называют отверстием зеркала. Или угол α , образуемый двумя лежащими в одной плоскости с осью радиусами, проведенными к краям зеркала, называется апертурой.

Учитель. Если на вогнутое зеркало пустить пучок лучей света, параллельных главной оптической оси, то что получим?

Умник. Лучи отразятся от зеркала и сойдутся в точке, лежащей на главной оптической оси. Если в эту точку поместить какое-либо тело, то оно будет сильно нагреваться, а легко воспламеняющиеся вещества могут даже загореться.

Почемучка. Так по этой причине такие зеркала называют собирающими?

Учитель. Да. Давайте посмотрим (рис. 2).

Учитель. Точка Φ , в которой пересекаются лучи, параллельные главной оптической оси, называются главным фокусом. У вогнутого зеркала фокус действительный, у выпуклого — мнимый, так как пересекаются продолжения отраженных лучей.

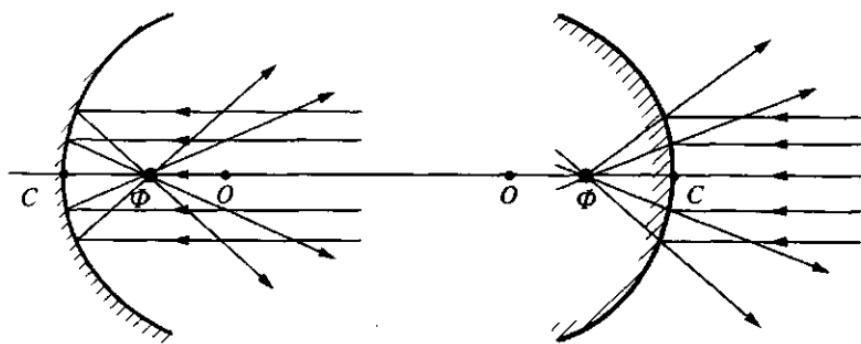


Рис. 2

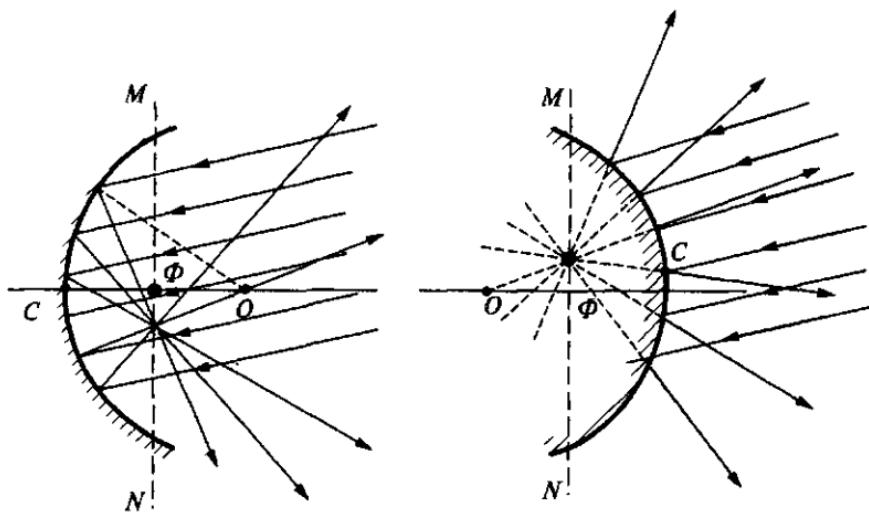


Рис. 3

$C\Phi$ — фокусное расстояние (F). У вогнутого оно (+ F), у выпуклого (- F).

Почему чка А если пучок света пустим не параллельно главной оптической оси?

Учитель. Они также соберутся в точке, но уже не на главной оптической оси. Давайте посмотрим (рис. 3).

Учитель. Плоскость MN , проходящая через главный фокус зеркала перпендикулярно главной оптической оси, называют фокальной плоскостью.

Умник. Мне кажется, что главный фокус лежит на середине радиуса. Так ли это?

Учитель. А давайте докажем (рис. 4).

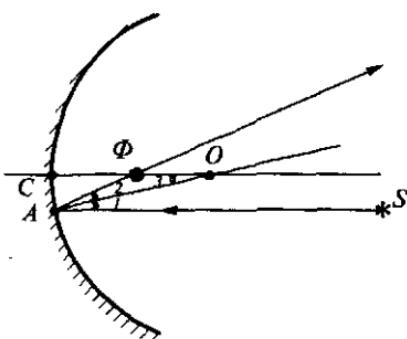


Рис. 4

Учитель. Пусть луч SA падает параллельно главной оптической оси. После отражения он пойдет по пути $A\Phi$. Соединим точку A и O . Из закона отражения света $\angle 1 = \angle 2$. Так как $SA \parallel OC$, то $\angle 1 = \angle 3$ как углы накрестлежащие.

Умник. Следовательно, $\angle 2 = \angle 3$ и треугольник $A\Phi O$ равнобедренный, $A\Phi = \Phi O$.

Учитель. Но так как $OC = OA$, то $A\Phi = \Phi C$, тогда $O\Phi = C\Phi$, значит точка Φ делит $R(OC)$ пополам. Тогда $F = R/2$.

Почемучка. Значит я верно уяснил, что для любого сферического зеркала фокусное расстояние равно половине радиуса сферы.

Учитель. Но это еще не все. Давайте выведем формулу сферического зеркала.

Обозначим: d — расстояние от предмета AB до зеркала (BC);

f — расстояние от изображения $A'B'$ до зеркала ($B'C'$);

F — фокусное расстояние ($C\Phi$).

Построим ход лучей (чертится на доске) (рис. 5).

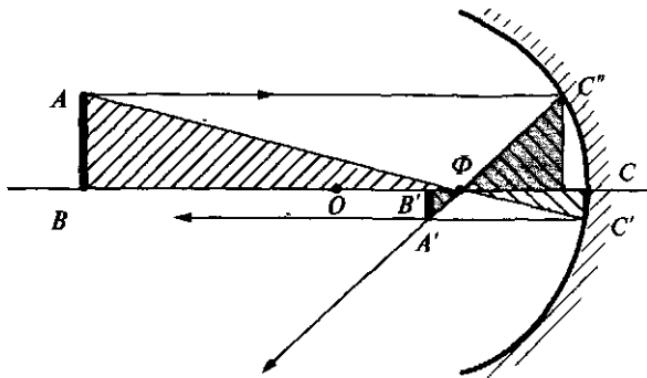


Рис. 5

Учитель. Формула сферического зеркала связывает d, f, F . Рассмотрим $\Delta A\Phi B$ и $\Delta \Phi C C'$.

Умник. Эти треугольники подобны.

Учитель. Из подобия треугольников можно составить пропорцию:

$$\frac{AB}{CC'} = \frac{B\Phi}{\Phi C} \text{ или } \frac{AB}{CC'} = \frac{d - F}{F}.$$

А из подобия треугольников $\Delta B'A'\Phi \sim \Delta \Phi CC''$:

$$\frac{A'B'}{CC''} = \frac{B'\Phi}{C\Phi} \text{ или } \frac{A'B'}{CC''} = \frac{f - F}{F}.$$

Но так как $AB = CC''$, а $A'B' = CC'$, тогда

$$\frac{CC''}{CC'} = \frac{d - F}{F}; \quad \frac{CC'}{CC''} = \frac{f - F}{F}.$$

И получим в результате: $\frac{F}{d - F} = \frac{f - F}{F}$.

Преобразуем: $F^2 = (d - F)(f - F)$.

$$F^2 = df - Ff - dF + F^2; \quad 0 = df - Ff - dF; \quad Ff + dF = df.$$

Почленно поделив на fdF , получим:

$$\frac{Ff}{fdF} + \frac{dF}{fdF} = \frac{df}{fdF}; \quad \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}.$$

Получили формулу сферического зеркала.

$$\text{Для вогнутого зеркала: } \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F}.$$

$$\text{Для выпуклого зеркала: } \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = -\frac{1}{F}.$$

У м н и к. Знак «минус» указывает на то, что фокус мнимый.

У ч и т е л ь. Абсолютно верно. Но любое зеркало обладает оптической силой $D = \frac{1}{F}$.

У м н и к. Но ведь $F = \frac{R}{2}$, тогда оптическая сила может быть: $D = \frac{2}{R}$,

где R — радиус сферы.

У ч и т е л ь. Ты прав, оптическую силу можно определить и так.

Почемучка. Но в чем измеряют оптическую силу?

У ч и т е л ь. В диоптриях. Это греческое слово, означает «наведение на цель». В системе СИ 1 дптр = $\frac{1}{1 \text{ м}}$.

Почемучка: Я понял, если зеркало имеет радиус кривизны 2 м, то значит зеркало имеет оптическую силу 1 дптр.

У м н и к. Или если фокус зеркала 1 м, то оптическая сила 1 Дптр.

У ч и т е л ь. Хорошо. Попробуем определить линейное увеличение зеркала. Пусть h — высота предмета, H — высота изображения.

У м н и к. Тогда увеличение будет равно $\frac{H}{h}$.

У ч и т е л ь. Да. Увеличение зеркала $\Gamma = \frac{H}{h}$ или $\Gamma = \frac{f}{d}$.

Поучимся строить изображения в зеркалах. Для построения изображения предмета в зеркале пользуются двумя или тремя лучами:

1) Луч (1) проводится параллельно главной оптической оси. После отражения от зеркала он проходит через главный фокус Φ .

2) Луч (2) проводится через фокус Φ . После отражения от зеркала он идет параллельно главной оптической оси зеркала.

3) Луч (3) проводится через сферический центр (O) зеркала. После отражения он идет обратно по той же прямой.

В точке пересечения отраженных лучей 1, 2, 3 получим изображение предмета.

В зависимости от расстояния d , на котором находится предмет от зеркала, возможны следующие случаи построения для вогнутого зеркала.

Расстояние от предмета до зеркала	Вид изображения
$d = \infty$	Действительное, в фокусе
$2F < d < \infty$	Действительное, перевернутое уменьшенное
$d = 2F$	Действительное, перевернутое, равное предмету
$F < d < 2F$	Действительное, перевернутое увеличенное
$d = 2F$	Изображение в бесконечности
$d < F$	Мнимое, прямое, увеличенное

Почемучка. А в выпуклом зеркале какие изображения мы получим?

У ч и т е л ь. А в выпуклом зеркале изображение всегда мнимое, уменьшенное, прямое. Посмотрим (рис. 6).

Почемучка. А если предмет (изображение) в виде точки будет на главной оптической оси, то как построить его изображение?

У ч и т е л ь. Хороший вопрос, но давайте проделаем это вместе. Действительно, где будет изображение?

У м н и к. Оно будет на главной оптической оси.

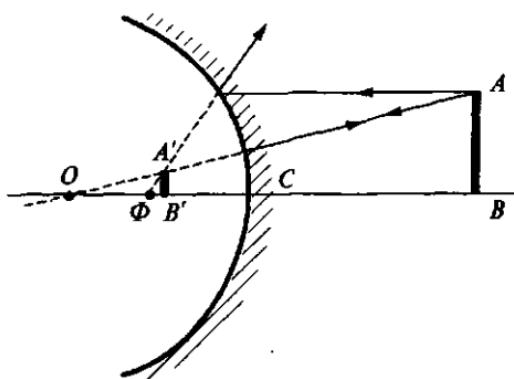


Рис. 6

Учитель. Верно. Но где на оси, ведь на ней может быть бесчисленное множество точек. Возьмем вогнутое зеркало и точку S на главной оптической оси. Как построить ее изображение (рис. 7)?

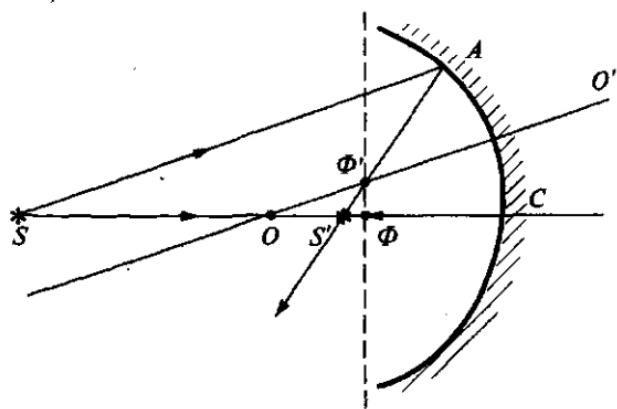


Рис. 7

Умник. Надо провести луч по главной оптической оси. После отражения от зеркала он пойдет обратно.

Учитель. Верно. А второй луч возьмем произвольный. Но как он отразится? Для этого проведем побочную оптическую ось OO' , параллельную лучу SA . Затем проведем фокальную плоскость. Через точку Φ' пройдет отраженный луч. Точка S' есть изображение точки S .

Почему учка. А где применяют сферические зеркала?

Умник. В прожекторах.

Учитель. И не только. Вогнутыми зеркалами пользуются в тех случаях, когда нужно направить в какое-либо место концентрированный пучок света. Вспомните легенду об Архимеде, который поджег вражеские корабли с помощью вогнутых зеркал. Но примером может служить и автомобильная фара. В фарах за источником света (лампочкой) помещается вогнутое зеркало.

В прожекторах большое вогнутое зеркало помещается сзади источника света так, чтобы источник света оказался в фокусе зеркала.

Но где применяют еще прожектора?

Умник. На стадионах.

Учитель. На строительных площадках, при киносъемках, в концертных залах. Вогнутое зеркало находит весьма важное применение при устройстве телескопов-рефлекторов.

Дома по данным таблицы постройте изображения предмета в вогнутом зеркале.

Тесты

I вариант

1. Пучок солнечных лучей падает на вогнутое зеркало и, отразившись, собирается в точке, отстоящей от зеркала на 50 см. Каков радиус кривизны зеркала?

A – 50 см; B – 25 см; C – 1 м. A – 1; B – 4; C – 0,25.

2. Где надо поместить лампочку в автомобильной фаре, чтобы можно было направить световой поток как можно дальше?

A – в главном фокусе зеркала. 2) Радиус кривизны сферического зеркала 2 м. Чему равна оптическая сила?

B – на расстоянии больше фокусного.

C – на расстоянии меньше фокусного.

3. Какое по величине изображение получим, если предмет находится на расстоянии двойного фокусного?

A – увеличенное.
B – уменьшенное.
C – равное предмету.

II вариант

1. Предмет находится от вогнутого зеркала на расстоянии 0,5 м, а изображение на расстоянии 2 м. Чему равно увеличение зеркала?

A – 1 Дптр; B – 2 Дптр;

C – 4 Дптр.

3. Как идет луч, падающий по главной оптической оси, после отражения от зеркала?

A – пересекает главную оптическую ось в фокусе.
B – идет в обратном направлении.
C – отражаясь, идет в любом направлении.

4. Как идет луч, падающий в поле зеркала?
- А — по направлению, симметричному падающему лучу относительно главной оптической оси зеркала.
 В — в обратном направлении.
 С — параллельно главной оптической оси.
4. Какое из сферических зеркал может давать как мнимое, так и действительное изображение?
- А — как вогнутое, так и выпуклое.
 В — только выпуклое.
 С — только вогнутое.
5. Какое из сферических зеркал может давать мнимое изображение?
- А — как выпуклое, так и вогнутое.
 В — только вогнутое.
 С — Только выпуклое.
5. Какое из зеркал может давать как уменьшенное, так и увеличенное изображения?
- А — только выпуклое.
 В — только вогнутое.
 С — как вогнутое, так и выпуклое.

Ответы:

I в.: С, А, С, А, А.

II в.: В, А, В, С, В.

Урок 3. ИСПАРЕНИЕ И КОНДЕНСАЦИЯ. РОЛЬ ИСПАРЕНИЯ В ПРИРОДЕ, В ЖИЗНИ ЖИВОТНЫХ И ЧЕЛОВЕКА

Интеграция предметов: физика — биология.

Пояснительная записка:

- Цель: раскрытие основных научных положений изучаемой темы во взаимосвязи с природой и жизнедеятельностью человека.
- Задачи: ознакомление учащихся с элементами экспериментального метода исследования явления; раскрытие роли испарения в природе и жизнедеятельности человека.
- Учитель физики объясняет тему урока через проблемные вопросы и физический эксперимент.
- Учитель биологии делает два сообщения.
- Учителя организуют решение расчетных и качественных задач с биологическим содержанием.
- В конце урока дается практическое домашнее задание.
- На уроке понадобятся: эпидиаскоп, экран; набор склянок с различной жидкостью (эфир, спирт, вода, подсолнечное масло);

спиртовка, кисточка, колба; пипетка, стекло, резиновая трубка; вентилятор, термометр, вата; кристаллы йода в пробирке, жидкостный манометр.

Ход урока

Учитель физики. По природоведению вы изучали круговорот воды в природе. Давайте вспомним (*показ рис. 1 через эпидиаскоп*).

С поверхности океанов, морей, рек и суши вода под действием солнечного тепла испаряется и поднимается вверх в виде невидимого пара.

Так что называется испарением?

Ученники. Переход вещества из жидкого состояния в газообразное.

Учитель физики. В воздухе водяной пар охлаждается, превращается в мельчайшие капельки воды. Из них образуются облака. Так что называется конденсацией?

Ученники. Переход вещества из газообразного состояния в жидкое.

Учитель физики. Вытертая мокрой тряпкой школьная доска быстро высыхает — вода превращается в пар. Точно так же высыхают полы после мытья, мокрое белье, чернила, которыми вы только что написали на бумаге.



Рис. 1

Каков же механизм испарения? Иначе, почему жидкости испаряются?

Молекулы жидкости непрерывно движутся с разными скоростями. Если какая-нибудь «быстрая» молекула окажется у поверхности жидкости, то она может преодолеть притяжение соседних молекул и вылететь из жидкости. Вылетевшие с поверхности жидкости молекулы образуют над нею пар. Пар — газообразное состояние вещества.

Почему же жидкости испаряются постепенно?

В первую очередь переходят в пар быстрые молекулы. У оставшихся молекул жидкости при соударении с другими молекулами меняется скорость. Некоторые из молекул приобретают при этом скорость, достаточную для того, чтобы оказаться у поверхности и вылететь из жидкости.

При любой ли температуре испаряются жидкости?

Жидкости могут испаряться при любой температуре. Наблюдение за природой подтверждает это. Например, лужи, образовавшиеся после дождя, высыхают и летом в жару, и осенью, когда уже холодно. Почему? Потому что при любой температуре в жидкости есть быстрые молекулы.

Зависит ли испарение от температуры жидкости и как? Для выяснения этого проведем опыт.

Опыт I

На стекле 2 капли воды. Стекло подогревается снизу под одной из капель.

Учитель физики. Почему подогреваемая капля испаряется быстрее?

Ученники. С увеличением температуры испарение жидкости усиливается, так как чем выше температура, тем больше число быстродвижущихся молекул, способных покинуть жидкость.

Опыт II

На доску кисточкой наносятся мазки различных жидкостей: эфира, спирта, воды и масла.

Учитель физики. Почему эфир испаряется быстрее?

Ученники. Силы сцепления между молекулами эфира меньше, чем между молекулами других жидкостей.

Опыт III

Пипеткой капнуть эфир на стекло и на лист промокательной бумаги. Наблюдается процесс испарения.

Учитель физики. Почему с промокашки быстрее испаряется эфир?

Ученники. Чем больше площадь поверхности жидкости, тем большее число молекул одновременно вылетают с нее в воздух.

Учитель физики. Одновременно с переходом молекул из жидкости в пар происходит и обратный процесс. Часть молекул, покинувших жидкость, снова в нее возвращаются. Если испарение происходит в закрытом сосуде, то число молекул, вылетающих из жидкости, становится равным числу молекул пара, возвращающихся обратно в жидкость. Поэтому масса жидкости в закрытом сосуде не изменяется, хотя жидкость продолжает испаряться. Если же сосуд открыт, то масса жидкости в нем со временем уменьшается.

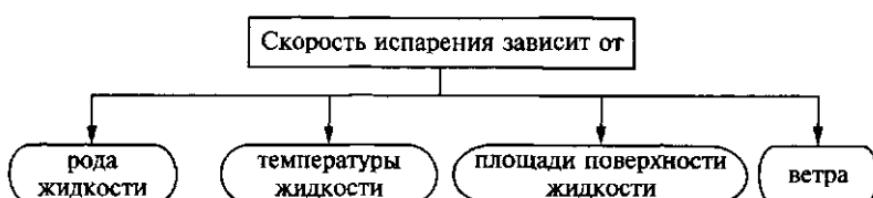
Опыт IV

Бумага, смоченная водой, обдувается вентилятором.

Учитель физики. Почему бумага высыхает быстрее?

Ученники. Так как создавшийся ветер (поток воздуха) уносит образовавшийся пар.

Учитель физики. Сделаем вывод. Отчего же зависит скорость испарения жидкости? (В тетрадях зарисовывается схема.)



Учитель физики. Как вы думаете, испаряются ли твердые тела?

Ученники. Испаряются не только жидкости, но и твердые тела. Испарение некоторых твердых тел обнаруживается по запаху. Например, испарение нафтилина, камфоры. Испаряется и лед, вследствие чего на морозе можно сушить белье, которое из обледеневшего становится сухим.

Опыт V

Испарение кристаллов йода. Если подогреть пробирку с небольшим количеством кристаллов йода на слабом пламени, то кристаллы начнут испаряться. Пары йода имеют густой фиолетовый цвет, поэтому их хорошо видно. При охлаждении пробирки из паров йода образуются сразу кристаллики йода.

Учитель физики. Но вернемся к жидкостям. Так как при испарении жидкость покидают наиболее быстрые молекулы, то $V_{ср}$ оставшихся молекул становится меньше. Следовательно, $E_{ср.кинет.}$

молекул уменьшается. Это означает, что внутренняя энергия (I) испаряющейся жидкости уменьшается (рис. 2).

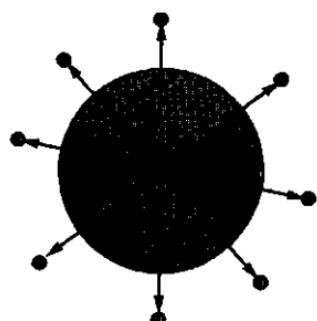
Поэтому, если нет притока энергии к жидкости извне, испаряющаяся жидкость охлаждается.

Энергичные молекулы улетают
 $\Rightarrow I \downarrow \Rightarrow t^\circ \downarrow$.

Опыт VI

Шарик термометра обматывается ватой, смоченной в эфире.

Рис. 2



Учитель физики. Почему столбик термометра опускается?

Ученники. Быстро испаряющийся эфир отнимает часть внутренней энергии от ртути (спирта) термометра, вследствие чего их температура понижается.

Учитель физики. Почему же при испарении воды, налитой в стакан, мы не замечаем понижения ее температуры?

Ученники. Испарение происходит медленно, и температура воды поддерживается постоянной за счет количества теплоты, поступающей из окружающего воздуха.

Учитель физики. Поглощение энергии при испарении жидкости можно наблюдать еще на одном опыте.

Опыт VII

Опрокинутую колбу соединяют резиновой трубкой с жидкостным манометром. Сверху на колбу кладут лоскуток ткани и на него наливают пипеткой немного эфира.

Учитель физики. почему в колене манометра, присоединенного к колбе, уровень жидкости повышается?

Ученники. Испаряясь, эфир поглощает энергию из воздуха, воздух в колбе охлаждается, давление воздуха в колбе уменьшается, о чем можно судить по повышению уровня жидкости в колене манометра, присоединенного к колбе.

Учитель физики. Мы говорили, что может происходить и обратный процесс: переход молекул из пара в жидкость. Конденсация пара сопровождается выделением энергии.

При конденсации $\Rightarrow I \uparrow \Rightarrow t^\circ \uparrow$.

Конденсацией пара объясняется образование облаков (мельчайших капелек воды).

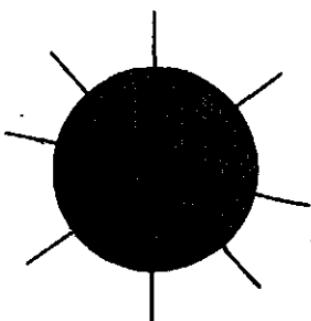


Рис. 3

Учитель физики. Таким образом, испарение и конденсация — это наиболее легко регулируемые способы изменения внутренней энергии вещества. Поэтому испарение и конденсация должны играть большую роль в жизнедеятельности человека и животных. Ребята, вы хорошо знаете, что когда жарко, человек потеет и, наоборот, выходя из воды, даже в жаркий день, вы чувствуете холод. Почему? (*Ответы учащихся.*)

Учитель биологии. Ребята, вы правы, когда жарко — человек потеет. Это хорошо. Для терморегуляции организма человека важную роль играет потоотделение. Влага, содержащаяся в организме человека, во время жары через поры в эпителии выходит наружу. Потоотделение обеспечивает постоянство температуры тела человека. За счет испарения пота уменьшается внутренняя энергия тела, благодаря этому организм охлаждается. Получается, потея, мы спасаем себя от перегрева организма.

Учитель физики. Процесс испарения будет зависеть от условий окружающей среды, то есть от влажности окружающего воздуха. Нормальной считается влажность воздуха 40 – 60 %.

Учитель биологии. Когда окружающая среда имеет температуру более высокую, чем тело человека, то происходит усиленное потоотделение. Обильное выделение пота ведет к охлаждению организма, помогает работать в условиях высокой температуры. Если же влажность окружающего воздуха высока — более 70 %, то жить и работать становится тяжело (влажные тропики, красильные цеха заводов). Если влажность меньше 40 % при нормальной температуре воздуха, это приводит к усиленной потере влаги организмом, что ведет к его обезвоживанию (пустыни, металлургические заводы).

Учитель физики. Невольно приходит на ум сценка из водевиля А.П. Чехова «Свадьба», в которой испарение играет не последнюю роль (*зачитывает*).

Змеюкина. Дайте мне атмосферы! Слышите?.. махайте на меня, махайте... Скажите пожалуйста, отчего мне так душно?

Ять. Это оттого, что вы вспотели-с...

Змеюкина. Фуй, как вы вульгарны! Не смейте так выражаться!.. Ах, оставьте меня в покое! Дайте мне поэзии, восторгов! Махайте, махайте...

Учитель биологии. Различные условия окружающей среды, затрудняющие или ускоряющие испарение, нарушают регулирование теплоотдачи организма.

Почему в жару не надо носить кожаную, клеенчатую, синтетическую одежду?

Ученый. Такая одежда затрудняет потоотделение, что приводит к перегреву организма.

Учитель физики. Решим задачу биофизического содержания.

При длительной тяжелой физической работе человек выделяет пот объемом около 10 л. Какая масса воды может быть нагрета от 40° до 100° за счет той тепловой энергии, которая затратилась на испарение пота объемом 10 л? Для приближенного ответа считаем, что $L_{\text{пота}} = L_{\text{воды}}$.

Дано:

$$\begin{aligned}L &= 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}, \\V_1 &= 10 \text{ л} = 0,01 \text{ м}^3, \\t_1 &= 40^{\circ}\text{C}, \\t_2 &= 100^{\circ}\text{C}, \\C &= 4200 \text{ Дж/кг}\cdot^{\circ}\text{C}, \\&\rho = 1000 \text{ кг/м}^3\end{aligned}$$

$$m_2 = ?$$

Решение:

$$m_1 = \rho V_1 = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 = 10 \text{ кг}$$

$Q_1 = Lm$ — количество теплоты, затраченное на испарение пота.

$$Q_1 = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг} \cdot 10 \text{ кг} = 23 \cdot 10^6 \text{ Дж.}$$

$Q_2 = Cm_2 (t_2 - t_1)$ — количество энергии, необходимой для нагревания воды.

$$Q_2 = Q_1$$

$$m_2 = \frac{Q_2}{c(t_2 - t_1)} = \frac{23 \cdot 10^6 \text{ Дж}}{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C}} (100 - 40)^{\circ}} = \frac{23 \cdot 10^6}{4200 \cdot 60} = \frac{23000}{252} = 90 \text{ кг.}$$

Ответ: ≈ 90 кг.

Учитель биологии. Большую роль играет испарение в жизни растений. Чтобы представить себе масштабы испарения воды растениями, приведу такой пример: за один вегетационный период одно растение (подсолнечник или кукуруза) испаряет до 200 кг и более воды, то есть бочку солидных размеров. При таком энергичном испарении требуется не менее энергичное добывание воды. Для этого служит корневая система, размеры которой огромны. Интересны растения пустыни. Например, кактусы — растения с толстыми мясистыми стволами, листья которых превратились в колючки. У них незначительная поверхность при большом объеме, толстые покровы, малопроницаемые для воды и водяного пара, с немногочисленными, почти всегда закрытыми устьицами. Поэтому даже в сильную жару кактусы испаряют мало влаги.

Очень интересна роль испарения у животных и птиц. Послушаем доклад ученика.

Сообщение ученика «Роль процесса испарения у животных и птиц»

Известно, что верблюд может не пить 2 недели. Верблюд почти не потеет даже в сорокаградусную жару. Его тело покрыто густой

шерстью — шерсть спасает от перегрева и препятствует испарению влаги в организме. Верблюд никогда, даже в самый зной, не раскрывает рта: ведь со слизистой оболочки ротовой полости, если широко открыть рот, испаряется много воды. Частота дыхания верблюда очень низка — 8 раз в минуту. За счет этого меньше воды уходит из организма с воздухом. Кроме того, температура тела верблюда понижается ночью до 34 °С, а днем в жару повышена до 41 °С. Это очень важно для экономии воды. У верблюда имеется очень важное приспособление для сохранения воды впрок. Известно, что из жира, когда он «сгорает» в организме, получается много воды — 107 г из жира массой 100 г. Таким образом, из своих горбов верблюд может извлечь воду массой до 50 кг.

Для уравновешивания неизбежной потери воды за счет испарения многие животные всасывают ее через покровы тела в жидком или газообразном состоянии (амфибии, насекомые, клещи). В теплорегуляции птиц большую роль играют воздушные мешки. В жаркое время с поверхности воздушных мешков испаряется влага, что способствует охлаждению организма. В связи с этим в жаркую погоду птица открывает клюв.

Учитель физики. Изучив тему испарения, мы узнали, какую большую роль играет испарение в жизни растений и животных, как это важно для человека. Вы теперь сможете ответить на ряд вопросов, в объяснении которых вы затруднялись.

Домашнее задание

- 1) Наполните маленький стаканчик водой и вылейте воду на тарелку.
- 2) Снова наполните тот же стаканчик водой и поставьте его вместе с тарелкой в спокойное место (например на шкаф), предоставив воде испаряться.
- 3) Запишите дату и час начала опыта.
- 4) Когда вода из тарелки вся испарится, снова запишите время.
- 5) Запишите время, когда из стакана испарится четверть всей находящейся в нем воды.
- 6) Измерьте диаметры стакана и тарелки, определите площади поверхности жидкости в них.
- 7) Сопоставьте время испарения жидкости с площадью ее поверхности.
- 8) Напишите отчет о работе.

Заключение

На следующем уроке можно провести физический диктант по 2-м вариантам. (*Вопросы варианта классу диктовать поочередно*).

I вариант**II вариант**

- | | |
|--|---|
| 1. Почему в жару собаки высываются языком?
2. Почему вода, налитая в сосуд из слабо обожженной глины, заметно холоднее окружающего воздуха?
3. Почему палец, смоченный в эфире, будет ощущать холод?
4. Почему в сухом воздухе переносить жару легче? | 1. Почему фрукты, предназначенные для сушки, разрезают на тонкие ломтики?
2. Почему, выходя из воды даже в жаркий день, вы чувствуете холод?
3. Почему синтетическая одежда затрудняет регулировку температуры тела?
4. Почему в банях некоторые металлические трубы, по которым подается вода, покрыты капельками воды? |
|--|---|

9 класс**Урок 1. СИЛА ТРЕНИЯ**

Интеграция предметов: физика — биология.

Ход урока

Учитель физики. Вам уже известно, что трение в земных условиях всегда сопутствует любому движению.

Напомню, что сила трения возникает при непосредственном соприкосновении тел и всегда направлена вдоль поверхности соприкосновения.

Приведите примеры проявления силы трения.

Ученик 1. Человек, разбежавшись на коньках, скользит по льду, но все-таки останавливается под действием силы трения между коньками и льдом.

Ученик 2. Когда велосипедист перестанет вращать педали, то через некоторое время остановится, и машина с выключенным двигателем также остановится.

Учитель физики. Что же такое сила трения?

Ученик 3. Сила, возникающая при движении одного тела по поверхности другого, приложенная к движущемуся телу и направленная против движения, называется силой трения.

Учитель физики. Верно. Но в чем причина трения? Одной из причин возникновения силы трения является шероховатость поверхностей соприкасающихся тел. Когда одно тело скользит по

поверхности другого, эти неровности зацепляются друг за друга. Вторая причина трения — взаимное притяжение молекул соприкасающихся тел. Если поверхности тел очень хорошо отполированы, то при соприкосновении заметно начинает проявляться напряжение между молекулами соприкасающихся тел.

От трения тела могут нагреваться. Как уменьшить трение?

Ученик 4. Надо ввести между трущимися поверхностями смазку, так как трение слоев жидкости меньше, чем твердых тел.

Учитель физики. Трение бывает трех видов:

- 1) Сила трения покоя.
- 2) Сила трения скольжения.
- 3) Сила трения качения.

Рассмотрим все три вида сил.

Опыт I (на столе тяжелый брускок и динамометр)

На покоящийся брускок действует сила тяжести и сила реакции опоры (на доске — рис. 1). Эти силы друг друга компенсируют.

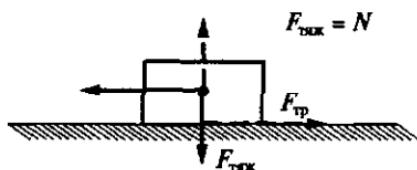


Рис. 1

ния силы трения покоя.

Ученик 5. На наклонной ленте транспортера удерживается груз.

Ученик 6. Сила трения покоя удерживает гвоздь, вбитый в стену.

Ученик 7. Человек удерживает любой предмет в руке, благодаря силе трения покоя.

Учитель биологии. Ребята, вы это хорошо подметили. Необходимо значительное трение для хватательных органов. Интересна их форма (на плакате, рис. 2): это либо шипцы, захватывающие предмет с двух сторон (клешни у рака, кисти рук у человека, лапы у птиц), либо тяжи, огибающие его (хобот слона, тело змеи). В руке сочетается действие щипцов и полный охват: мягкая кожа ладони хорошо сцепляется с шероховатыми предметами, которые надо удержать.

У многих растений и животных имеются различные органы, служащие для хватания: усики растений (выон, виноград), цепкие хвости лазающих животных (обезьяны). Все они имеют форму, удоб-

Если подействовать на брускок силой F , и если эта сила недостаточно велика, тело остается в покое, так как на тело действует еще одна сила, равная по модулю F , но направленная в противоположную ей сторону. Это и есть сила трения покоя.

Приведите примеры проявле-

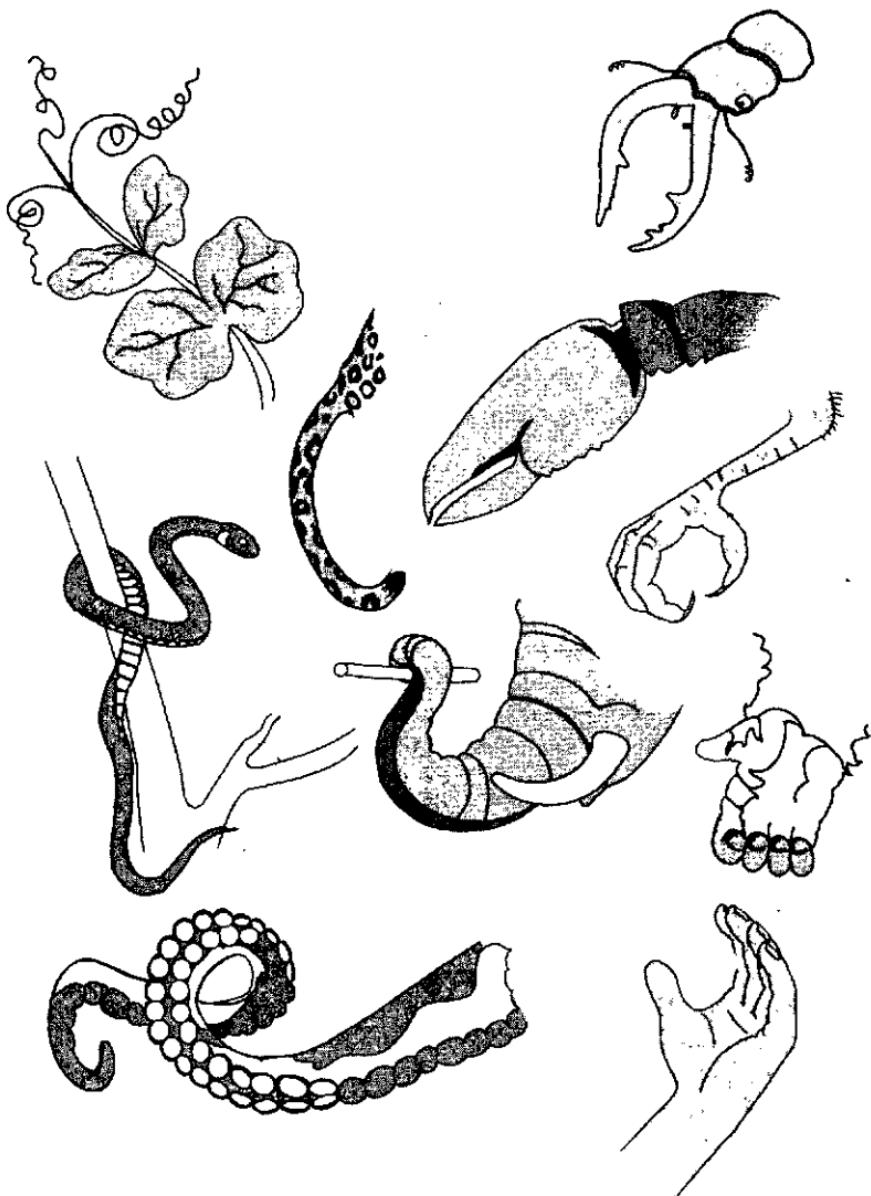


Рис. 2

ную для навивания, и шероховатую поверхность для увеличения трения.

Учитель физики. Ребята, значит сила трения покоя — это та сила, которая мешает нам сдвинуть с места тяжелый предмет —

шкаф, стол, ящик и т.д., но она же помогает телу удержаться на месте, не скользнуть под действием тяжести.

Но если сила, приложенная к телу, хотя бы немного превосходит максимальную силу трения покоя, тело получает ускорение и начинает скользить. Но теперь на уже движущееся тело действует сила трения. Ее называют силой трения скольжения. По модулю она почти равна максимальной силе трения покоя.

Направление силы трения скольжения противоположно направлению движения тела. Поэтому сила трения приводит к уменьшению скорости тела.

Учитель биологии. Значительное трение существенно для рабочих поверхностей органов движения. Необходимым условием перемещения является надежное «сцепление» между движущимся телом и опорой. Сцепление достигается либо заострениями на конечностях (когти, шилы), либо мелкими неровностями (щетинки, чешуйки, бугорки). Среди живых организмов распространены приспособления (щетина, чешуйки), благодаря которым трение получается малым при движении в одном направлении и большим — при движении в противоположном направлении. На этом принципе основано движение рыб в воде, или, например, дождевого червя. Щетинки, направленные назад, свободно пропускают тело червя вперед, но тормозят обратное движение. При удлинении тела червя главная часть передвигается вперед, а хвостовая остается на месте. При сокращении — головная часть задерживается, а хвостовая подтягивается к ней.

Учитель физики. Сила трения скольжения пропорциональна силе давления, а значит, и силе реакции опоры.

Опыт II

Поместим на бруск дополнительный груз, тем самым увеличиваем давление на стол, увеличивается и сила трения скольжения.

$$F_{\text{тр.}} = \mu N, \text{ где } \mu \text{ — коэффициент трения.}$$

Обычно сила трения меньше силы давления N , поэтому $\mu < 1$.

$$\mu = \frac{F_{\text{тр.}}}{N}.$$

Если одно тело не скользит, а катится по поверхности другого, то трение, возникающее при этом, называют трением качения.

Приведите примеры проявления силы трения качения.

Ученик 8. При движении колес автомобиля, вагона, велосипеда появляется сила трения качения.

Ученик 9. Сила трения качения появляется, когда бревно или бочку катят по земле.

Учитель физики. Верно. Но какая сила меньше — сила трения скольжения или качения, при одинаковой тяжести груза.

Ученик 9. Бочку перекатывать легче, чем просто тянуть по земле. Поэтому сила трения качения меньше силы трения скольжения.

Учитель физики. Таким образом, при равных нагрузках

$$F_{\text{тр. кач.}} < F_{\text{тр. скол.}}$$

Именно поэтому люди еще в древности применяли катки для перетаскивания больших грузов, а позднее стали широко использовать колесо.

Сила трения качения зависит от радиуса колеса: чем больше радиус колеса, тем меньше трение, поэтому телеги, кареты делали с большими колесами, а самолеты с маленькими.

$$F_{\text{тр. кач.}} = f \frac{N}{R},$$

N — сила реакции опоры (сила давления); R — радиус колеса; f — коэффициент трения качения.

А теперь поговорим, от чего зависит коэффициент трения. Коэффициент трения характеризует не тело, на которое действует сила трения, а два тела, трещущие друг о друга. Значение коэффициента трения зависит:

- 1) от того, из каких материалов сделаны оба тела;
- 2) как обработана их поверхность;
- 3) от относительной скорости тела.

Но коэффициент трения не зависит от площади соприкасающихся поверхностей, хотя об этом был спор, который длился без малого 100 лет (см. таблицу).

Год	Имя ученого	Зависимость модуля силы трения скольжения от				
		площади соприкасающихся тел	материала	нагрузки	относительной скорости движения	степени шероховатости поверхности
1500	Леонардо да Винчи	Нет	Нет	Да	Нет	Да
1699	Амонтон	Нет	Нет	Да	Да	Нет
1748	Эйлер	Нет	Нет	Да	Да	Да
1779	Кулон	Да	Да	Да	Да	Да

Значения коэффициента трения M для некоторых пар материалов приведены в таблице учебника (обращает внимание). Приведенные в таблице коэффициенты трения относятся к несмазанным поверхностям. Смазка изменяет силу трения. Когда твердое тело движется, соприкасаясь с жидкостью или газом, тоже возникает сила, параллельная поверхности соприкосновения и направленная против движения. Эту силу иначе называют силой жидкого трения или силой сопротивления.

Сила жидкого трения меньше, чем сила сухого трения. Например, деревянный бруск легче привести в движение на поверхности воды, чем на поверхности стола. Именно поэтому смазка уменьшает силу трения между твердыми телами — трение перестает быть сухим.

В жидкости и газе нет силы трения покоя.

Сила жидкого трения (сила сопротивления) зависит не только от направления движения тела, но и от значения скорости. При небольших скоростях сила сопротивления пропорциональна скорости:

$$F_{\text{сопр.}} = \beta V,$$

а при больших скоростях она пропорциональна уже квадрату скорости:

$$F_{\text{сопр.}} = \beta V^2,$$

β — коэффициент сопротивления, который зависит от формы тела. Форма тела, при которой сила сопротивления мала, называют обтекаемой формой. Самолетам, подводным лодкам, снарядам, пулям, движущимся с большими скоростями в воздухе или в воде, стараются придать обтекаемую форму. Это помогает уменьшить силу сопротивления.

Учитель биологии. Обтекаемую форму имеют и животные, обитающие в воде. Скорости многих рыб достигают десятков километров в час, например, скорость голубой акулы около 36 км/ч. Такую скорость рыба может развивать благодаря обтекаемой форме тела, конфигурации головы, обусловливающей малое лобовое сопротивление. Дельфины могут двигаться в воде без особых усилий и с большой скоростью. Кожа дельфина состоит из двух слоев — внешнего, чрезвычайно эластичного, толщиной 1,5 мм, и внутреннего, плотного, толщиной 4 мм. Между этими слоями имеются выросты или шипы. Ниже расположены густо сплетенные волокна, пространство между которыми в несколько сантиметров заполнено жиром. Кроме того, на коже дельфина постоянно имеется тонкий слой специальной «смазки», вырабатываемой особыми железами. Благодаря этому уменьшается сила трения о воду.

Учитель физики. Добавлю, что скорость дельфина вблизи носа корабля около 60 км/ч, а свободно плавающего около 40 км/ч.

Тем более, что вокруг движущегося дельфина возникает лишь незначительное струйное (ламинарное) движение, не переходящее в вихревое (турбулентное). Секрет «антитурбулентности» дельфина скрыт в его коже, о которой говорила учитель биологии.

Когда в 1960 г. изготовили искусственную «дельфинью кожу» и обшили торпеду такой «кожей», то сопротивление уменьшилось на 60%.

Учитель биологии. Мелкие морские рыбки ходят стайками, похожими по форме на каплю, при этом сопротивление воды движению стайки наименьшее.

Учитель физики. Сегодня мы познакомились еще с одной силой природы, весьма важной — силой трения. Эта сила важна потому, что не будь ее, предметы выскользывали бы из рук. Без силы трения человек не мог бы двигаться. Сила трения останавливает автомобили, но без трения они не могли бы начать движение.

Но трение как полезно, так и вредно. Иногда мы его увеличиваем, чтобы не было проскальзывания, а иногда уменьшаем, чтобы не было сильного нагревания из-за действия этой силы.

Закрепление

1. Какое значение имеют упругие волосы на подушечках лап зайца?
2. Почему трудно удержать в руках живую рыбу?
3. Почему некоторые рыбы при быстром движении прижимают к себе плавники?
4. Для чего на уроке физкультуры при выполнении некоторых упражнений на снарядах ладони натирают магнезией?
5. Что играет роль смазки при проглатывании пищи? (Слюна.)

Урок 2. ФИЗИКА + МАТЕМАТИКА = ЛОГИКА

Тип урока: урок-соревнование.

Интеграция предметов: физика — математика.

Правила соревнования:

1. Интегративное соревнование требует хороших знаний по физике и математике и логического мышления.
2. Набирается группа сильных учащихся в количестве 10 человек. Между ними и проходят соревнования на приз «Эрудит».
3. Кто из учащихся набирает большее число «плюсов», тот и выходит в лидеры.
4. Если ни один из участников соревнования не может ответить на вопрос, то ответ могут дать болельщики.
5. Соревнования проходят в 4 этапа.

Ход урока

Ведущий. «Отыщи всему начало, и ты многое поймешь», — говорил Козьма Прутков. А всему начало в нашем соревновании, по-моему, ваше желание, ваше стремление, ваш ум.

Начинаем соревнование за приз «Эрудит»!

Ведущий. Первым этапом нашего соревнования является «Физико-математическая лесенка». (*Вопросы лесенки зачитываются ведущим.*)

Математическая лесенка

1. Как увеличить число 666 в полтора раза, не прибегая к помощи арифметики?

Ответ. Надо 666 поделить пополам, будет 333, а затем $666 + 333 = 999$.

2. Что дороже: полкилограмма двутривенных или килограмм гравенников?

Ответ. Однаково.

3. Сколько нужно считать, чтобы дойти от единицы до миллиарда при скорости счета — одно число в секунду?

Ответ. Около 32 лет ($1 \text{ сут.} = 24 \text{ ч} = 24 \cdot 3600 \text{ с} = 86\,400 \text{ с}$;

$$x = \frac{10^9}{86\,400} = 11\,574 \text{ сут.} = \frac{11\,574}{365} = 31,7 \text{ лет.})$$

Физическая лесенка

1. Стоя на движущемся эскалаторе, вы выбираетесь на поверхность за 1 мин; если бы вы бегом поднимались по неподвижному эскалатору, то это заняло бы 40 с. За сколько времени вы взбежите наверх по движущемуся эскалатору?

Ответ. За 20 с.

2. При какой скорости движения собаки не будет слышен звук от ударов о мостовую сковородки, привязанной к ее хвосту.

Ответ. Если собака бежит со скоростью звука $\approx 330 \text{ м/с}$.

3. Лучший прыгун на Земле преодолевает высоту 2,1 м. Как высоко он прыгал бы на Луне, где сила тяжести в 6 раз меньше? Рост прыгуна 1,8 м.

Ответ. На 7,2 м. (Свой центр тяжести он поднимает на Земле только на 1,2 м $\left[2,1 - \frac{1,8}{2} = 1,2 \text{ м}\right]$, значит на Луне $1,2 \cdot 6 = 7,2 \text{ м.}$)

Ведущий. Второй этап наших соревнований называется «Физико-математический эксперимент». А заключается он в следующем.

1. Как положить находящийся на столе шарик в банку, не прикасаясь к нему руками и не подкатывая его к краю стола?

Ответ. Накрывать шарик банкой, круговыми движениями заставить его кататься по стенкам банки, а затем быстро повернуть банку дном вниз.

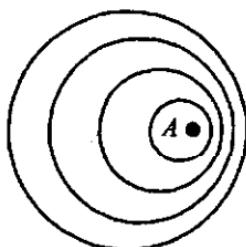
2. Как найти центр тяжести учительской указки?

Ответ. На указательные пальцы расставленных рук положите гладкую указку. Теперь двигайте пальцы навстречу друг другу, пока они не сойдутся вплотную. Пальцы сошлись под центром тяжести.

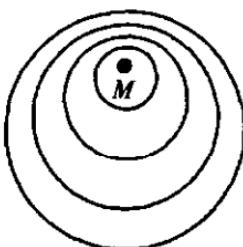
Ведущий. Следующий этап наших состязаний требует пространственного воображения, логического мышления и хорошего знания точных наук.

Физико-математические задачи в рисунках и чертежах

1. Перед вами «снимок» глади озера сверху. Точки «*A*» и «*M*» — пловцы, окружности — волны. Куда плывут пловцы? Какой из пловцов плывет быстрее? Какова скорость пловцов, если скорость волн $0,5 \text{ м/с}$?

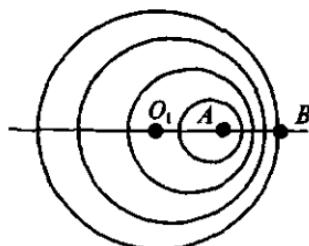


Андрей



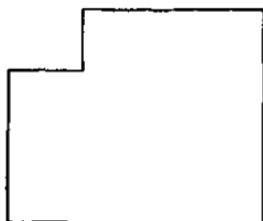
Максим

Ответ. Центры всех окружностей — последовательное положение пловцов. O_1 — центр самой большой окружности, т.е. место старта пловца. Следовательно, пловец *A* плывет вправо, пловец *M* — вперед (вверх) $O_1A > O_1M$, значит скорость пловца *A* больше. Расстояние $O_1B > O_1A$ в 2 раза, следовательно, скорость пловца *A* вдвое меньше скорости волн $V_A = 0,25 \text{ м/с}$.



Скорость пловца *M* еще меньше $V_M = 0,125 \text{ м/с}$, т.к. $O_1M < O_1A$ в 2 раза.

2. Найдите центр тяжести фигуры, изображенной на рисунке.



Ответ. Разбиваем фигуру на два прямоугольника, а центры тяжести данных прямоугольников лежат на пересечении диагоналей.

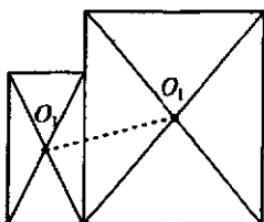


Рис. 1

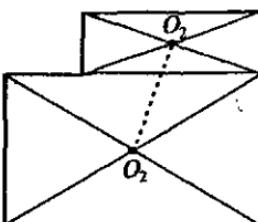
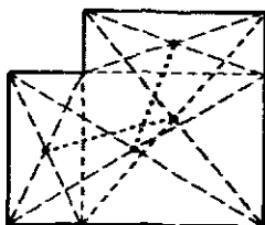
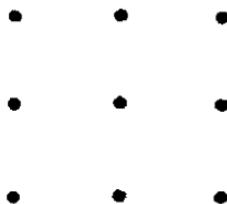


Рис. 2

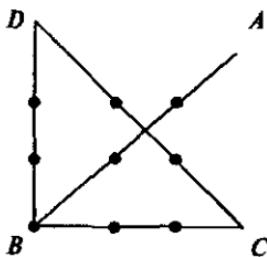
При совмещении рисунков 1 и 2 на пересечении прямых O_1O_1 и O_2O_2 мы получим центр тяжести фигуры. Центр тяжести фигуры — точка O .



3) Соедините все девять точек, не отрывая руки от чертежа, только четырьмя прямыми линиями.



Ответ. Четыре линии надо провести так, как показано на рисунке ABCDB (стрелка).



Ведущий. Последним этапом нашего интеллектуального состязания будет задача, которая так и называется, — «Эрудит». Послушаем ее условие. Вы должны произвести теоретические расчеты, а экспериментально вы можете ее проверить дома.

Представьте себе, что перед вами мяч диаметром 12,5 см, обтянутый по окружности плотно прилегающей к нему веревкой. На сколько отойдет веревка от поверхности мяча по всей окружности, если веревку удлинить на 10 см.

Ответ. Начальная длина веревки была $l = \pi d = 3,14 \cdot 12,5 = 39,25$ см, т.е. длина окружности мяча. При удлинении веревка станет 49,25 см, тогда диаметр (радиус) воображаемой окружности станет:

$$d = \frac{l}{\pi} = \frac{49,25}{3,14} \approx 15,68 \text{ см.}$$

Определим разность диаметров и результат поделим на 2:

$$x = \frac{15,68 - 12,5}{2} = \frac{3,18}{2} = 1,59 \text{ см.} \quad x = 1,59 \text{ см.}$$

Ведущий. Наше интеллектуальное состязание подошло к концу.

Спасибо! «Только хорошо зная чужое, можно создать что-то свое, принципиально новое». И я пожелаю вам терпения, трудолюбия и удачи!

(Награждение победителя).

Урок 3. ГРАФИКИ РАВНОУСКОРЕННОГО ДВИЖЕНИЯ

Тип урока: урок одной задачи.

Интеграция предметов: физика — математика.

Пояснительная записка:

- На доске вывешивается на большом листе ватмана график зависимости скорости движения от времени.
- Затем классу объявляются четыре основные задания.
- Решение всех заданий учащиеся записывают в тетрадях и комментируют фронтально.

4. Когда учащиеся находят все необходимые координаты, график зависимости координат от времени чертится на доске одним из учеников.

5. Затем на слайде через кодоскоп показываются все три графика совместно для наглядного вывода.

Ход урока

Учитель. На рисунке изображен график зависимости проекции скорости от времени движения. Постройте график зависимости координат от времени, если начальная координата тела $X_0 = 5$ м. Определите ускорение тела по модулю и путь, пройденный телом за все время движения.

Задание I

Дайте характеристику движения тела на каждом участке графика.

Ответ

AB – равнозамедленно. BC – равноускоренно.

CD – равнозамедленно. DE – равноускоренно.

EF – равномерно. FM – равнозамедленно.

Задание II

Чему равно ускорение тела по модулю?

Ответ. Ускорение на всех участках графика (кроме EF) равно $a = 1,5 \text{ м/с}^2$. На участке EF ускорение равно нулю, так как скорость тела не изменялась в течение 4 с.

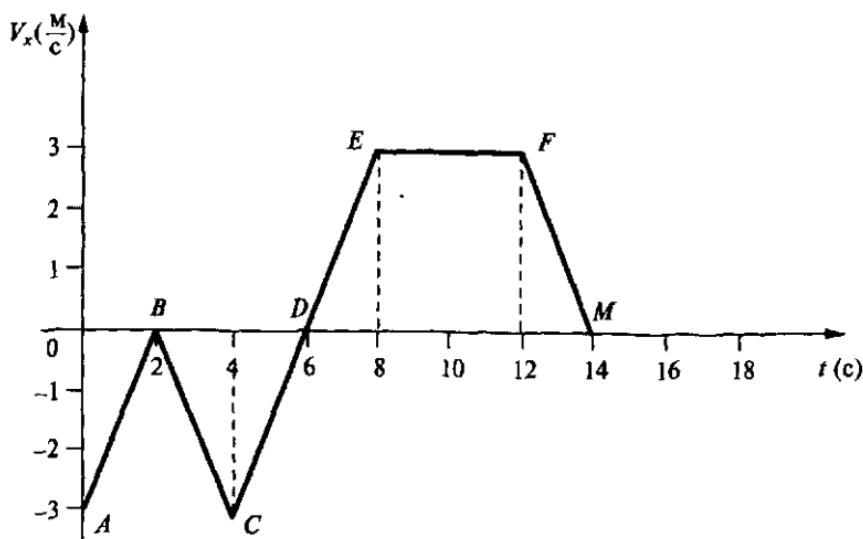


График зависимости проекции скорости от времени движения

Задание III

Определите координаты тела через каждые 2 секунды.

Ответ

1. Первые 2 с тело двигалось равнозамедленно противоположно оси X . Изменение координаты тела численно равно площади треугольника AOB :

$$\Delta X_1 = \frac{1}{2} \cdot 2 (-3) = -\frac{6}{2} = -3 \text{ м.}$$

Поэтому координата в конце 2-й секунды будет равна:

$$X_1 = X_0 + \Delta X_1; \quad X_1 = 5 - 3 = 2 \text{ м.} \quad X_1 = 2 \text{ м.}$$

Графиком координаты на этом отрезке времени является ветвь параболы A_1B_1 , где точка B_1 — вершина этой параболы.

2. В следующие 2 с движение равноускоренное, но в том же направлении, что и в начале. Изменение координаты за этот интервал времени будет:

$$\Delta X_2 = \frac{1}{2} \cdot 2 (-3) = -\frac{6}{2} = -3.$$

А координата к концу 4-й секунды будет:

$$X_2 = X_1 + \Delta X_2; \quad X_2 = 2 - 3 = -1 \text{ м.} \quad X_2 = -1 \text{ м.}$$

Графиком координаты на данном интервале времени является ветвь параболы B_1C_1 .

3. В интервале времени от 4-й до 6-й секунды тело вновь двигалось равнозамедленно и в прежнем направлении, поэтому

$$\Delta X_3 = \frac{1}{2} \cdot 2 (-3) = -\frac{6}{2} = -3,$$

а координата к концу 6-й секунды будет:

$$X_3 = X_2 + \Delta X_3; \quad X_3 = -1 - 3 = -4 \text{ м.} \quad X_3 = -4 \text{ м.}$$

Графиком координаты на интервале времени от 4 до 6 с представляется парабола C_1D_1 , где D_1 — вершина параболы.

4. С 6-й до 8-й секунды тело двигалось равноускоренно в положительном направлении оси X . Изменение координаты за этот интервал времени будет:

$$\Delta X_4 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 3 = \frac{6}{2} = 3 \text{ м.}$$

Координата тела к концу 8-й секунды будет:

$$\Delta X_4 = X_3 + \Delta X_4; \quad X_4 = -4 + 3 = -1 \text{ м.} \quad X_4 = -1 \text{ м.}$$

Графиком координаты на этом отрезке времени является ветвь параболы D_1E_1 .

5. На отрезке времени от 8 до 12 с тело двигалось с постоянной скоростью 3 м/с в течение 4 с. Изменение координаты за этот интервал времени будет:

$$\Delta X_5 = 3 \cdot 4 = 12 \text{ м},$$

тогда координата тела к концу 12-й секунды будет:

$$X_5 = X_4 + \Delta X_5; \quad X_5 = -1 + 12 = 11 \text{ м}. \quad X_5 = 11 \text{ м}.$$

График — прямая E_1F_1 — движение равномерное.

6. И на последнем отрезке времени движение было равнозамедленным в том же положительном направлении. Изменение координаты за последние 2 с будет:

$$\Delta X_6 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 3 = \frac{6}{2} = 3.$$

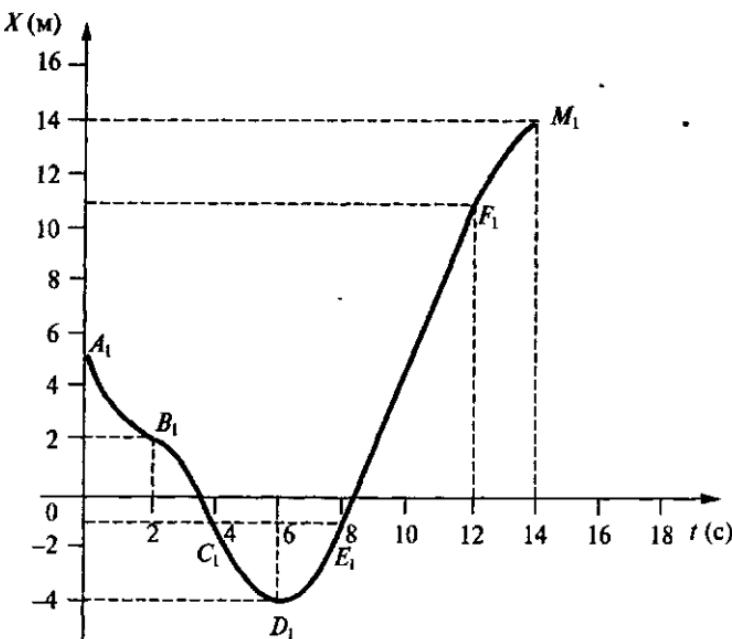
Тогда конечная координата тела будет:

$$X_6 = X_5 + \Delta X_6; \quad X_6 = 11 + 3 = 14 \text{ м}. \quad X_6 = 14 \text{ м}.$$

График — парабола F_1M_1 .

Задание IV

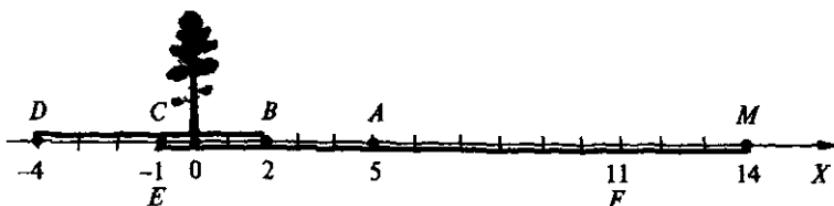
По точкам постройте график зависимости координаты тела от времени.



Задание V

Указать положение тела на дороге.

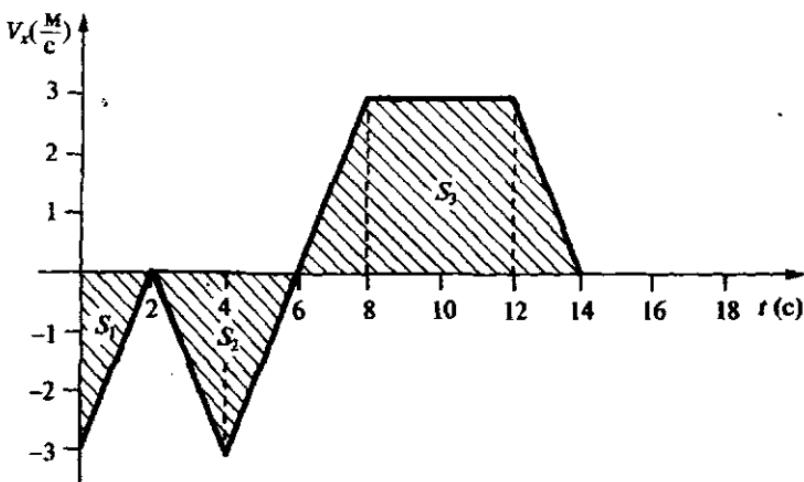
Ответ. Направим ось X вдоль дороги, за начало отсчета выберем дерево.



Задание VI

Определить путь, пройденный телом за 14 с движения.

Рассмотрим площади фигур, ограниченных графиком скорости.



$$S_1 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 3 = \frac{6}{2} = 3 \text{ м (треугольник)};$$

$$S_2 = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 3 = \frac{12}{2} = 6 \text{ м (треугольник)};$$

$$S_3 = \frac{4+8}{2} \cdot 3 = \frac{12}{2} \cdot 3 = 6 \cdot 3 = 18 \text{ м (трапеция)};$$

$$S_{\text{общ}} = S_1 + S_2 + S_3 = 3 + 6 + 18 = 27 \text{ м.}$$

Ответ. $S_{\text{общ}} = 27 \text{ м.}$

Учитель. Путь — неотрицательная величина и не может уменьшаться в процессе движения.

Урок 4. ЧТО ТАКОЕ РАБОТА?

Тип урока: урок-спектакль.

Интеграция предметов: физика — литература.

Действующие лица

Саша, девятиклассник.

Андрей, старший брат Саши (студент).

Николай Яковлевич, отец Саши и Андрея.

Ведущая, чтец.

Ход урока

Ведущая. Саша вот уже около часа сидит за письменным столом, пишет, читает. Николай Яковлевич, отец Саши, подходит к столу, за которым сидит его сын. У Саши в руках учебник физики.

Николай Яковлевич. Что вам задано на завтра по физике, сынок?

Саша. Повторить о работе. Очень мало, все три параграфа и две задачки. Это очень просто. Я уже подготовил уроки.

Андрей. Мало — это верно, а просто ли?

Ведущая. С таким вопросом вошел в комнату старший брат Саши Андрей и, взглянув на брата, задал ему еще один вопрос.

Андрей. Вот скажи, пожалуйста, что называется работой?

Саша. Что называется работой? М-м-м-м, пожалуй, прямого ответа на этот вопрос в книге нет. Приводятся примеры работы, говорится, что понятие о работе в механике не совпадает с представлением о работе в обыденной жизни.

Ведущая. Не унимался Андрей, требуя от брата точного ответа.

Андрей. Ну и... Что дальше? Ты мне так и не ответил на вопрос.

Саша. В механике понятие работы относится только к тем случаям, когда какое-либо тело перемещается под действием приложенной к нему силы.

Андрей. Но что называется работой?

Саша. Постой! Учительница на уроке задала такой вопрос: «По гладкому горизонтальному льду движется шайба. Допустим, трение отсутствует. Совершается ли при этом механическая работа?»

Андрей. Ну и как вы ответили?

Саша. Мы пришли к выводу, что в данном случае работа не совершается, так как шайба движется по инерции.

Андрей. Ну, это верно. Но ты мне так и не ответил, что называется работой?

Саша. Может быть, механическая работа представляет собой преодоление сопротивления на пути движения тела?

Андрей. Так, преодоление сопротивления, говоришь? Скажи, если тело весом P падает в пустоте, например, в трубке Ньютона, проходит путь h , то совершает ли работу сила тяжести?

Саша. Конечно, $A = P \cdot h$.

Андрей. Ну и что же здесь преодолевается?

Ведущая. Лицо Саши выражало крайнее изумление. И есть над чем задуматься. Как же так? Есть и перемещение, и сила, приложенная к телу; то есть соблюдаются оба условия, необходимые для того, чтобы можно было говорить о работе, а в чем же состоит работа? Что преодолевается?

Андрей. Нельзя же сказать, что преодолевается инерция тела.

Саша. Да, Любовь Александровна не раз разъясняла, что сохранение состояния покоя или равномерного и прямолинейного движения по инерции нельзя понимать как сопротивление тела изменению его состояния. Я не пойму, в чем тут дело?

Николай Яковлевич. Вот тебя старший брат и завел в тупик. Андрюша, помоги ему разобраться!

Андрей. Что же произошло с падающим телом? Как изменилось его состояние? Как движется, Саша, свободно падающее тело?

Саша. Равноускоренно. Тело под действием силы тяжести стало двигаться, и притом с ускорением $9,8 \text{ м/с}^2$. Теперь оно обладает кинетической энергией. Результат работы: тело получило энергию.

Андрей. Неужели ты думаешь, что тело не имело энергии в верхней точке?

Саша. Имела, потенциальную энергию. Теперь ее стало меньше, но зато появилась кинетическая энергия.

Андрей. Это-то верно. А вот другой пример.

Ведущая. Андрей берет со стола книгу и ставит на полку.

Андрей. Когда я поднимаю вот эту книгу и ставлю ее на верхнюю полку, я совершаю работу против силы тяжести. Книга поднята. У нее добавилась потенциальная энергия, по сравнению с прежним ее положением. Но откуда она взялась?

Саша. Знаю, это твоя энергия. Ты отдал часть энергии книге.

Ведущая. Саша, радостно соскакивая со стула.

Саша. Работа, стало быть, есть передача энергии от одного тела к другому. Поднимая книгу, ты совершил работу, то есть передал энергию.

Андрей. Хорошо, думай дальше. Я снимаю книгу с полки и опять кладу ее на стол. Вернулась ли ко мне прежняя энергия?

Ведущая. Лицо Саши снова вытянулось. Он морщил лоб, силясь разрешить задачу.

Саша. Потенциальная энергия книги стала меньше, когда ты снял ее с полки.

Андрей. Куда же делась кинетическая энергия, какую книга приобрела бы, падая с той же высоты? Эта энергия, конечно, досталась мне. Но она не вернула меня в прежнее состояние.

Саша. Я не совсем все понимаю, Андрей.

Андрей. Удерживая книгу от падения, я должен был напрягать мускулы, произошли физиологические изменения, которые нельзя учесть по законам механики.

Саша. Наверное, произошла работа по преодолению силы трения, силы сопротивления среды.

Андрей. Опять преодоление? Нет, мне решительно не нравится такое определение работы. Гораздо правильнее, если ты всегда будешь рассматривать работу как передачу энергии от одного тела к другому, причем почти всегда будет происходить превращение энергии из одной формы в другую.

Николай Яковлевич. А вот, мои мальчики, на что расходуется энергия лошади при перевозке груза на санях?

Андрей. Саша, учти, что ответ «энергия пошла на преодоление трения» я не зачу.

Ведущая. Саша пытался ответить, но ему не хватало нужных слов.

Николай Яковлевич. Саша, принеси мне пожалуйста из моего кабинета со стола книгу «Избранные сочинения» Максима Горького. Я прочту тебе замечательное описание работы грузчиков на пристани.

Ведущая. Саша нашел нужную книгу и принес ее отцу.

Николай Яковлевич. Спасибо, сынок. Пока я найду нужную страницу, подумай и скажи, в чем заключалась твоя работа, когда ты нес книгу?

Андрей. Не о работе по преодолению силы трения тут речь, ты же не шаркал ногами по полу, да и не так велико сопротивление среды.

Ведущая. Нет, положительно не везло в этот вечер Саше.

Саша. Мне казалось, я все о работе знаю. Что ни вопрос, то загадка. И на этот вопрос я не смогу ответить.

Андрей. Ну так и быть, я тебе помогу. Когда ты идешь с книгой или без книги, то при каждом шаге центр тяжести твоего тела поднимается и опускается. По существу, при ходьбе ты совершаешь работу поднятия и опускания центра тяжести тела.

Николай Яковлевич. А теперь слушай, как Горький в своей трилогии «Мои университеты» описал работу.

Мне хорошо памятен день, когда я впервые почувствовал героическую поэзию труда. Под Казанью села на камень, проломив днище, большая баржа с персидским товаром; был сентябрь, дул верховой ветер, по серой реке сердито прыгали волны, ветер бешено срывал их гребни, кропил реку хо-

лодным дождем. Артель, человек полсотни, угрюмо расположилась на палубе пустой баржи, кутаясь рогожами и брезентом...

К полуночи доплыли до переката, причалили пустую баржу борт о борт к сидевшей на камнях; артельный староста, ядовитый старишка, рябой хитрец и сквернослов, с глазами и носом коршуна, сорвав с лысого черепа мокрый картуз, крикнул высоким, бабьим голосом:

— Молись, ребята!

В темноте, на палубе баржи, грузчики сбились в черную кучу и заворчали, как медведи, а староста, кончив молиться раньше всех, завизжал:

— Фонарей! Ну, молодчики, покажи работу! Честно, детки! С богом — начинай!

И тяжелые, мокрые люди начали «показывать работу». Они, точно в бой, бросились на палубу и в трюмы затонувшей баржи — с гиком, ревом, с прибаутками. Вокруг меня с легкостью пуховых подушек летали мешки риса, туки изюма, кож, каракуля, бегали коренастые фигуры, ободряя друг друга воем, свистом, крепкой руганью. Трудно было поверить, что так весело, легко и споро работали те самые люди, которые только что жаловались на жизнь, на дождь...

Работали так, как будто ожидали удовольствия швырять с рук на руки четырехудовые мешки, бегом носиться с туками на спине.

Я тоже хватал мешки, бросал, снова бежал и хватал, и казалось мне, что и я сам, и все вокруг завертелось в бурной пляске, что эти люди могут так страшно и весело работать без устали, не щадя себя — месяца, года, что они могут, ухватясь за колокольни и минареты города, стащить его с места, куда захотят.

Я жил эту ночь в радости, не испытанной мною, душу озаряло желание прожить всю жизнь в этом полубезумном восторге делания.

И до двух часов дня, пока не перегрузили весь товар, полуот劳累ые люди работали без отдыха под проливным дождем и резким ветром, заставив меня благоговейно понять, какими могучими силами богата человеческая земля.

Ведущая. Николай Яковлевич подчеркнуто захлопнул книгу и посмотрел на сыновей.

Николай Яковлевич Горький, конечно, великий писатель. Но давайте посмотрим на эту историю глазами физика и будущего инженера, Андрей.

Андрей. А давайте подсчитаем работу, проделанную пятьдесятю грузчиками за четырнадцать часов работы. Мощность человека в среднем равна одной десятой лошадиной силы.

Николай Яковлевич. Хотя в минуту душевного подъема она может быть и больше одной лошадиной силы, но недолго.

Андрей. Хотя грузчики и работали вдохновенно, в экстазе, в данном случае при 14-часовой работе, я думаю, мы все же не сможем оценить ее выше 0,15 л.с.

Саша. Я знаю, знаю! Зная мощность и время работы, мы можем вычислить проделанную работу. $A = N \cdot t$.

Андрей. Саша, учти, что рабочих было пятьдесят.

Ведущая. Саша сел за стол и начал свои несложные расчеты работы.

Николай Яковлевич. Описанный Горьким случай относится к 1886 г. Разгрузка такой баржи современными механизмами заняла бы, по-моему, не больше трех часов, а главное — избавила бы людей от изнурительной работы.

Андрей. Да, папа, портальные краны, нории, то есть вертикальные транспортеры, пневматические перегрузчики — совершенно преобразили работу крупных морских портов и речных пристаней.

Саша. Я уже рассчитал работу грузчиков, она равна ≈ 300 млн Дж.

Андрей. Объясни нам, как ты ее рассчитал, а я проверю, нет ли ошибки.

Саша. Любовь Александровна на уроке нам говорила, что 1 л. с. = 735 Вт, мы же оценили мощность одного грузчика в 0,15 л. с. А это значит

$$N = 0,15 \cdot 735 = 110,25 \text{ Вт},$$

но так как грузчиков было 50, то я определил общую мощность, она равна

$$N_{\text{об.}} = 110,25 \cdot 50 = 5512,5 \text{ Вт}.$$

А затем я 14 часов работы перевел в секунды: $t = 14 \cdot 3600 \text{ с} = 50400 \text{ с}$. По формуле $A = N \cdot t$ я рассчитал работу грузчиков:

$$A = N \cdot t = 5512,5 \cdot 50400 = 27,783 \cdot 10^7 \text{ Дж} = 28 \cdot 10^7 \text{ Дж} \approx 280 \cdot 10^6 \text{ Дж} \approx 280 \text{ МДж}.$$

Андрей. Ну, молодец, Саша. Работу грузчиков ты рассчитал правильно.

Саша. Папа, я читал, что на постройке пирамиды Хеопса трудилось 10 000 рабов в течение 20 лет, а в наши дни такую пирамиду можно соорудить за 9 месяцев при участии всего 500 рабочих.

Николай Яковлевич. Разумеется, в основе техники лежит наука и в первую очередь физика, сынок. Вот почему ты должен особенно ценить уроки физики.

Андрей. Саша, вот тебе один вопрос по данной теме, подумай над ним и предложи его своим товарищам.

Первый раз футбольный мяч ударился о штангу ворот и остановился. Второй раз мяч был схвачен вратарем, движущимся навстречу мячу с той же скоростью, что и мяч. Будет ли разница в величине работы, произведенной мячом в первом и во втором случаях?

Ведущая (обращаясь к классу). Ребята, давайте разрешим эту задачу.

Ответ. В первом случае работа будет равна

$$A_1 = \frac{mV^2}{2},$$

а во втором случае, поскольку вратарь бежал навстречу мячу, то скорость мяча относительно вратаря будет равна ($V + V$), тогда:

$$A_2 = \frac{m(V+V)^2}{2}.$$

Если принять массу мяча за 1 кг, а скорости мяча и вратаря за 5 м/с, то получим:

$$A_1 = \frac{1 \cdot 25}{2} = 12,5 \text{ Дж}; A_2 = \frac{1(5+5)^2}{2} = \frac{100}{2} = 50 \text{ Дж}.$$

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{50}{12,5} = 4 \text{ раза.}$$

Во втором случае работа будет в 4 раза больше.

Урок 5. ЗАКОН ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ

Тип урока: урок-сочинение.

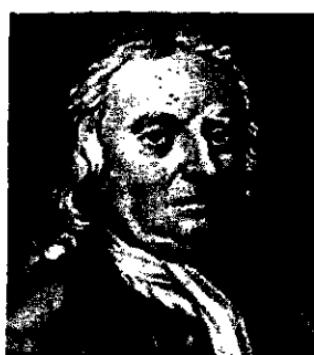
Интеграция предметов: физика — литература.

Пояснительная записка:

- На уроке, предшествующем данному, предлагается план, по которому нужно подготовиться к сочинению.
- Предлагается также дома подобрать эпиграф к сочинению.
- Учащиеся должны прочесть дома по учебнику параграфы темы и материал по дополнительной литературе, сделать наброски к сочинению.
- Дополнительную литературу учащиеся ищут самостоятельно.
- На тему отводится спаренный урок.
- Во время урока на доске вывешивается план урока и портрет Ньютона, а также эпиграф урока.
- Сочинения проверяются не только учителем физики, но и преподавателем русского языка.
- Перед началом урока учитель зачитывает небольшой рассказ об ученом и ставит проблемный вопрос, а затем учащиеся приступают к сочинению.
- Оформление классной доски.

О, сколько нам открытий чудных
Готовит просвещенья дух —
И опыт, сын ошибок трудных,
И гений, парадоксов друг,
И случай...

A.C. Пушкин



План сочинения на тему «Закон всемирного тяготения»**I. Биография великого ученого.****II. История открытия закона всемирного тяготения.****III. Закон всемирного тяготения.**

- 1) Сравнение взаимодействия тел на Земле и на других небесных телах.

- 2) Роль массы притягивающихся тел.

- 3) Зависимость силы всемирного тяготения от расстояния между телами.

- 4) Гравитационная постоянная, ее физический смысл.

- 5) Универсальность закона.

IV. Значение закона всемирного тяготения для развития науки и техники.**V. Творческая задача ученика (составить самому и решить задачу на применение этого закона).****Ход урока**

Учитель. Сегодня на уроке мы покажем не только свои знания закона всемирного тяготения, одного из важнейших законов природы, но и поработаем творчески.

Эпиграфом нашего сегодняшнего урока будем считать строки Александра Сергеевича Пушкина (*зачитывает*). И верно, в работе ученых немаловажную роль играет случай.

Феликс Кривин в книге «Несерьезные Архимеды» приводит диалог, который якобы состоялся между знаменитым английским физиком Исааком Ньютоном и его соседом:

— Послушайте, Ньютон, как вы сделали это свое открытие, о котором столько говорят?

— Да так, обычно. Просто стукнуло в голову.

Они стояли каждый в своем дворе и переговаривались через забор по-соседски.

— Что стукнуло в голову?

— Яблоко. Я сидел, а оно упало с ветки.

Сосед задумался. Потом сказал:

— Признайся, Ньютон, это яблоко было из моего сада? Вот видите, ветка свешивается к вам во двор, а вы имеете привычку здесь сидеть, я это давно заметил.

Ньютон смущился.

— Честное слово, не помню, что это было за яблоко.

На другой день, когда Ньютон пришел на свое излюбленное место, ветки яблони там уже не было. За забором под яблоней сидел сосед.

— Отдыхаете? — спросил Ньютон.

— Угу.

Так они сидели каждый день — Ньютон и его сосед. Ветка была спиlena. Солнце обжигало Ньютону голову и ему ничего не оставалось, как заняться...

Вопрос: Чем занялся Ньютон и каким был итог его занятий?

(*Во время чтения учителя на экран проецируются рисунки:*

- 1) *Ньютон и сосед по обе стороны забора.*
- 2) *Яблоко, падающее на голову Ньютона.*
- 3) *Яблоня со срезанной веткой и Ньютон, утирающий пот с лица.*
- 4) *Ньютон, работающий за столом.*)

Сегодня на уроке мы должны по плану описать, чем же занимался Ньютон, и какими были итоги его работы. Успехов вам!

Когда однажды, в думу погружен,
Увидел Ньютон яблока паденье,
Он вывел притяжения закон
Из этого простого наблюденья.

Дж. Г. Байрон

Он родился вьюжной зимой 1643 года после рождества, когда метель особенно тоскливо выла в высоких каменных трубах Вулсторпа. Родился таким хилым и слабым, что священник считал его не жильцом на этом свете. Но он выжил, и странно, за всю свою долгую жизнь почти никогда не болел. Он не знал своего отца, который умер до его рождения.

Когда Исааку Ньютону было три года, отчим с матерью уехали, а мальчик остался с бабушкой. Так они и жили — в маленьком сельском домике из серого камня, окруженном редким плетнем. Он окончил сельскую школу и мог бы удовлетвориться этим, как его сверстники, сыновья фермеров. Но, к счастью, родные послали его в Королевскую школу в Грентэм — маленький городок в 10 км от родной деревушки. Это было его первое из немногих путешествий. Ведь Ньютон был удивительный домосед. За всю свою долгую жизнь никогда не отъезжал от родного дома дальше, чем на 180 км. Он никогда не пересекал Ла-Манш, не оставлял Англию ни на один день. Говорят, что он был плохим собеседником и в разговоре мог вдруг замолчать и задуматься.

В Трините-колледже, в Кембридже, тоже живет как-то незаметно, сторонится веселых студенческих компаний, избегает вечеринок. Учился он тоже незаметно, средне, и невозможно проследить, как происходило это сказочное превращение вчерашнего провинциального школьника в оригинального исследователя, великого ученого.

Окончив университет, Ньютон получает ученое звание бакалавра, затем магистра.

В 1669 году он стал во главе кафедры физики и математики в Кембриджском университете. Плодом его неутомимой деятельности являлись многие труды. Академик Вавилов писал: «На всей фи-

зике лежит отпечаток его мысли, без Ньютона наука развивалась бы иначе».

Спасаясь от ужасов чумы, он уезжает на два года в родную деревушку. Здесь росла самая знаменитая в мире яблоня, с которой однажды упало самое знаменитое в мире яблоко, подсказав Ньютону закон всемирного тяготения. Он уже знает, какие силы держат на небе Луну, но мир узнает об этом только через 20 лет. В характере ученого есть одна странность — он не любит публиковать своих трудов. Он нетороплив.

В 1695 году, когда Ньютон был смотрителем Лондонского Монетного двора, необыкновенный гость из России трижды приезжал туда. И, наверное, они встречались: царь Петр и Исаак Ньютон.

В Англии за долгую восьмидесятилетнюю жизнь Ньютона произошли две революции, сменилось шесть королей.

В 1705 году королева Анна произвела Ньютона в рыцарское звание. С тех пор к его имени прибавилась приставка «сэр».

Ньютон умер в Кенсингтоне, под Лондоном, в 1726 году. Шесть пэров Англии пронесли на плечах гроб ученого из Кенсингтона к Вестминстерскому аббатству, где захоронены величайшие люди Англии.

Первая мысль о том, что природа сил, заставляющих падать камень и определяющих движение небесных тел, — одна и та же, возникла еще у Ньютона-студента. Но первые вычисления не дали правильных результатов, так как имеющиеся в то время данные о расстоянии между Землей и Луной были неточными.

Открытие закона всемирного тяготения считается одним из величайших триумфов науки. Но почему именно Ньютону удалось сделать это открытие? Дело здесь не в падающем яблоке и даже не в степени гениальности, а в том, что Ньютон был первым, кто ясно понимал, что основой, определяющей особенности движения, являются силы.

Опыты Галилея доказывали, что земной шар сообщает всем телам в данном месте одно и то же ускорение, независимо от их массы. Если бы не сопротивление воздуха, если бы на тела действовали только силы всемирного тяготения, то все тела падали бы на землю одинаково, ускоряясь в одном и том же темпе, то есть гравитационные силы сообщают всем телам одинаковое ускорение свободного падения, вызванное земным притяжением. Это возможно лишь в том случае, если сила притяжения тела к земле прямо пропорциональна массе тела. Именно в этом случае ускорение свободного падения, равное отношению силы земного притяжения к массе тела, является величиной постоянной.

Обобщая этот вывод для сил тяготения между любыми телами, Ньютон пришел к заключению, что сила всемирного тяготения пря-

мо пропорциональна массе тела, на которое эта сила действует. Но во взаимном притяжении (тяготении) участвуют по меньшей мере два тела, поэтому сила всемирного тяготения между двумя телами прямо пропорциональна произведению их масс.

Взаимное притяжение двух тел убывает по мере их удаления друг от друга. Действие сил всемирного тяготения простирается, непрерывно убывая, практически на неограниченные расстояния. Гравитационные силы — это дальнодействующие силы. Закон изменения гравитационных с расстоянием был открыт «на небе». Все необходимые данные черпались из астрономии. Чтобы найти зависимость силы тяготения от расстояния между телами, Ньютона обратился к движению спутника Земли — Луны. Ньютон доказал, что увеличение расстояния между телами в 2 раза приводит к уменьшению силы тяготения в 2^2 раза, то есть в 4 раза.

В 1667 году Ньютон окончательно сформулировал закон всемирного тяготения. Сила взаимного притяжения двух тел прямо пропорциональна произведению масс этих тел и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.

Коэффициент пропорциональности называется гравитационной постоянной. Гравитационная постоянная численно равна силе тяготения, действующей на тело массой в один килограмм со стороны другого тела такой же массы при расстоянии между телами в один метр.

Впервые гравитационная постоянная была измерена английским физиком Кавендишем в 1798 году с помощью прибора, называемого крутильными весами. Все, что имеет массу (а масса присуща любому телу), должно испытывать гравитационное взаимодействие. Почему же мы не ощущаем притяжения большинства тел? Притяжение Земли чувствуем на каждом шагу, а взаимное притяжение двух людей — нет.

Гравитационные силы становятся ощутимыми, когда речь идет о телах огромной массы, как массы космических тел. Эти силыдерживают все планеты возле Солнца. Закон всемирного тяготения имеет большое значение для развития науки и техники. Это «самые универсальные» силы среди всех сил природы, так как все тела, имеющие массу, испытывают гравитационное воздействие. Приливы и отливы на Земле, движение небесных тел, движение искусственных спутников Земли — это результат действия силы всемирного тяготения. Закон всемирного тяготения применяется так же в расчетах движения межпланетных космических аппаратов.

Одно из самых замечательных свойств гравитационных сил отражено даже в самом названии, данном Ньютоном: всемирные.

Учитель.

«Ньютон под яблоней сидел,
Вот-вот должна прийти идея...
А плод над ним уже созрел,
К Земле всей массой тяготея.
Вдруг ветка дрогнула — и вот,
На Землю яблоко падет.»

«Вдруг понял ученый, что нитью одной
Связано яблоко с круглой Луной.
И яблоком спелым упала б Луна,
Когда б не вращалась так быстро она.»

«Все тяготеют друг к другу,
И падая, мчатся по кругу...
Он понял закон для земли и небес:
Вращаясь, планеты теряют свой вес!»

«И самый великий, быть может, закон
Всемирный закон тяготения —
Вращенья планет объясняет нам он
И яблок румяных паденья.»

«Чтоб закон Ньютона написать,
Надо массы тел нам знать
И расстояние между телами,
А уж формулу вы напишете сами.»

Творческая задача

Как изменится сила притяжения между шарами, если деревянные шары заменить свинцовыми того же объема?

Дано:

$$\rho_{\text{д}} = 0,7 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3},$$

$$\rho_{\text{с}} = 11,3 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3},$$

$$R_1 = R_2$$

Решение.

r — расстояние между центрами шаров (O_1O_2).

$$r = R + R = 2R$$

Силы тяготения действуют вдоль прямой, соединяющей центры шаров. R — радиус шара.

$$\frac{F_{\text{с}}}{F_{\text{д}}} = ?$$

$$F_{\text{д}} = G \frac{M_{\text{д}} M_{\text{д}}}{r^2}, \text{ так как } r = 2R, \text{ то}$$

$$F_n = G \frac{M_n^2}{(2R)^2} = G \frac{M_n^2}{4R^2} \quad \text{— для деревянных шаров.}$$

$$F_c = G \frac{M_c^2}{(2R)^2} = G \frac{M_c^2}{4R^2} \quad \text{— для свинцовых шаров.}$$

$$\frac{F_c}{F_n} = \frac{G \frac{M_c^2}{4R^2}}{G \frac{M_n^2}{4R^2}} = \frac{M_c^2}{M_n^2} = \frac{(\rho_c V)^2}{(\rho_n V)^2} = \frac{\rho_c^2 V^2}{\rho_n^2 V^2} = \frac{\rho_c^2}{\rho_n^2}; \quad \frac{F_c}{F_n} = \frac{\rho_c^2}{\rho_n^2};$$

$$\frac{F_c}{F_n} = \frac{(11300)^2}{(700)^2} = \frac{(11,3 \cdot 10^3)^2}{(0,7 \cdot 10^3)^2} = \frac{127,69 \cdot 10^6}{0,49 \cdot 10^6} = \frac{127,69}{0,49} \approx 261 \text{ раз.}$$

Ответ. Сила тяготения между шарами увеличится в ≈ 261 раз.

10 класс

Урок 1. ТОК В ЭЛЕКТРОЛИТАХ

Тип урока: урок-семинар.

Интеграция предметов: физика — химия.

Пояснительная записка:

1. Из коллектива класса выбирается несколько наиболее способных учащихся.
2. Заданный им заранее материал прорабатывается учащимися самостоятельно.
3. Учителя физики и химии как консультанты проверяют и направляют работу учащихся.
4. На уроке-семинаре основную работу проделывают учащиеся, применяя схемы, таблицы, приборы и т. д.
5. В конце теоретической части семинара проводится практическая ее часть (решение задач интегративного содержания).
6. Семинар рассчитан на учебную пару уроков.

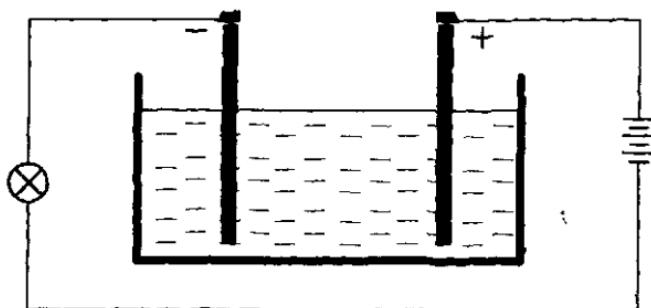
Ход урока

Учитель. Когда электрический ток проходит через металлы, то никакие химические изменения с металлами не происходят. Это объясняется тем, что носителями тока в них являются свободные электроны. Но существуют другого рода проводники, с которыми мы сегодня познакомимся.

Ученик 1. Жидкости, как и твердые тела, могут быть диэлектриками, проводниками и полупроводниками.

Электрический ток — упорядоченное направленное движение заряженных частиц. Значит, ток можно создать только там, где есть свободные заряженные частицы.

Соединим с источником тока последовательно лампочку и ванночку с дистиллированной водой, в которую опущены два угольных электрода.

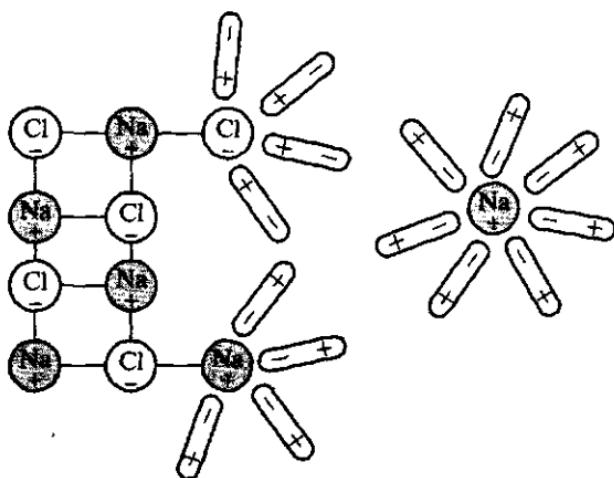


Замкнув цепь, мы увидим, что лампочка не горит, ток в цепи отсутствует. Химически чистая вода является диэлектриком.

Теперь опустим кристалл поваренной соли в дистиллированную воду и, слегка перемешав воду, замкнем цепь. Мы обнаружим, что лампочка, включенная в цепь, светится. Опыт свидетельствует, что раствор поваренной соли в воде является хорошим проводником электрического тока. Следовательно, при растворении соли в воде появляются свободные носители электрических зарядов. Если в дистиллированную воду ввести несколько капель какой-либо кислоты, то так же появится ток в цепи. Растворы солей, кислот и щелочей в воде называют электролитами.

Учитель. Но откуда появились носители заряда? Ведь если сухой кристалл хлорида натрия (NaCl) включить в электрическую цепь, то тока в цепи не будет!

Ученик 2. Молекулы воды полярны. При погружении кристалла хлорида натрия (NaCl) в воду к положительным ионам Na^+ , находящимся в кристалле, молекулы воды притягиваются своими отрицательными полюсами, а к отрицательным ионам Cl^- молекулы воды поворачиваются положительными полюсами. Это приводит к тому, что взаимодействие ионов Na^+ и Cl^- в кристалле ослабевает. А тепловое движение приводит к тому, что ионы Na^+ и Cl^- становятся свободными. Это следует из теории Аррениуса, которую он обосновал еще в 1888 году: молекулы растворившегося вещества будут распадаться на свои составные части.



В растворе появляются свободные носители заряда — положительные ионы Na^+ и отрицательные ионы Cl^- , окруженные полярными молекулами воды.

Процесс, в результате которого под влиянием электрического поля полярных молекул воды происходит распад молекул электролитов на ионы, называют электролитической диссоциацией. «Диссоциация» (латинское слово) означает «разъединение».



Образовавшиеся ионы, участвуя в хаотическом тепловом движении, могут сблизиться на достаточно малое расстояние и снова объединиться в молекулу. Этот процесс, противоположный диссоциации, называется рекомбинацией.

Когда число молекул, диссоциирующих в единицу времени, становится равным числу молекул, возникающих за то же время вследствие рекомбинации, устанавливается динамическое равновесие.

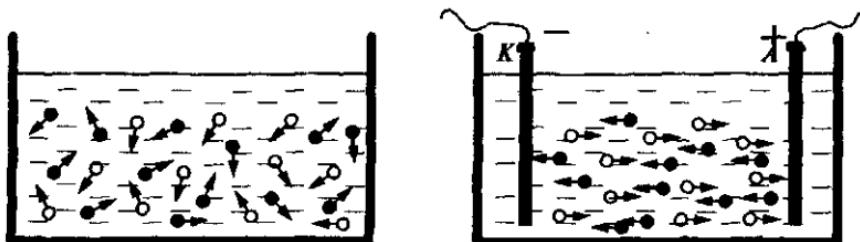
Доля молекул в растворенном веществе, распавшуюся на ионы, называют степень диссоциации. Степень диссоциации зависит:

- 1) от температуры раствора;
- 2) концентрации раствора;
- 3) диэлектрической проницаемости растворителя.

С увеличением температуры степень диссоциации возрастает и, следовательно, увеличивается концентрация положительно и отрицательно заряженных ионов.

Учитель. Носителями заряда в водных растворах электролитов являются положительные и отрицательные ионы. Но каков же механизм электропроводности растворов электролитов?

Ученик 3. Пока в растворе электролита нет внешнего электрического поля, ионы, образованные в результате диссоциации, движутся хаотически.

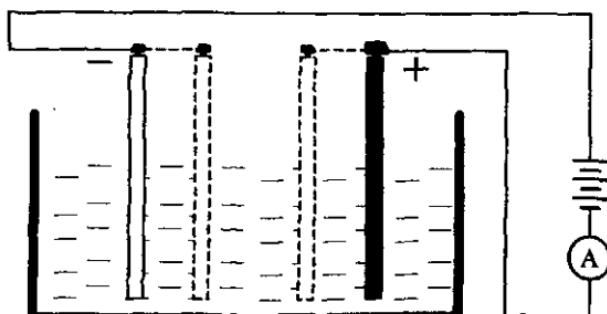


Если сосуд с раствором электролита включить в электрическую цепь, то ионы начинают двигаться направленно. Положительные ионы (катионы) начинают двигаться к катоду (отрицательному электроду), а отрицательные ионы (анионы) движутся к аноду (положительному электроду). В результате устанавливается электрический ток. Так как перенос заряда в растворах электролитов осуществляется ионами, то такая проводимость называется ионной.

Электрический ток в растворах электролитов представляет собой перемещение ионов обоих знаков в противоположных направлениях. Достигнув соответствующего электрода, ионы отдают ему избыточные или получают недостающие электроны и нейтрализуются, то есть теряют таким образом электрический заряд.

Учитель. Мы знаем, что металлические проводники тока обладают сопротивлением. Есть ли оно у электролитов?

Ученик 4. Растворы электролитов обладают электрическим сопротивлением. Это легко проверить. Если собрать цепь и изменить расстояние между катодом и анодом, то обнаружим, что сила тока, протекающая через электролит при постоянном напряжении, изменится.



При уменьшении расстояния между электродами сила тока будет увеличиваться. Сила тока будет обратно пропорциональна расстоянию между электродами:

$$I \propto \frac{1}{l};$$

l — расстояние между электродами.

Если один из электродов приподнять из раствора, то сила тока тоже изменится. Это связано с тем, что меняется площадь поперечного сечения активной части электрода. Сила тока будет прямо пропорциональна площади электрода: $I \propto S$.

Если изменить концентрацию раствора, то сила тока так же изменится.

Сопротивление электролита можно подсчитать по известной формуле:

$$I = \frac{U}{R}; R = \rho \frac{l}{S};$$

ρ — удельное сопротивление электролита.

Сопротивление электролита будет зависеть от температуры. Сопротивление электролита уменьшается с повышением температуры, так как тепловое движение будет более интенсивным, из-за чего увеличивается число ионов в растворе.

Учитель. При ионной проводимости прохождение тока связано с переносом вещества. Что же можно наблюдать в таком случае?

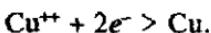
Ученый. На электродах происходит выделение веществ, входящих в состав электролитов. На аноде отрицательно заряженные ионы (анионы) отдают свои лишние электроны. Происходит окислительная реакция. А на катоде положительные ионы (катионы) получают недостающие элементы и восстанавливаются в нейтральные атомы. Происходит восстановительная реакция. Процесс выделения на электроде вещества, связанный с окислительно-восстановительными реакциями, называют электролизом.

Если в водный раствор хлорида меди ($CuCl_2$) опустить два угольных электрода и присоединить их к источнику питания, то через некоторое время мы заметим, что катод покрылся слоем красной меди, а на аноде выделились пузырьки газа, запах которого свидетельствует, что это хлор. Хлорид меди в водном растворе диссоциирует на ионы меди и ионы хлора:

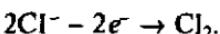


При подключении источника тока под действием электрического поля положительные ионы меди движутся к катоду, а отрица-

тельные ионы хлора — к аноду. Достигнув катода, ионы Cu^{++} нейтрализуются в атомы меди, получив недостающие два электрона:



Нейтральные атомы меди оседают на катоде. Ионы хлора, достигнув анода, отдают по одному электрону и превращаются в нейтральные атомы, которые, соединяясь попарно, образуют молекулы хлора:



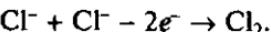
Хлор выделяется на аноде в виде пузырьков газа.

Учитель. Ну, а что же может наблюдаться при электролизе других веществ, к примеру растворов кислот?

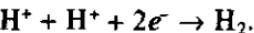
Ученик 6. Например, молекулы соляной кислоты HCl диссоциируют в растворе также на положительные ионы водорода и отрицательные ионы хлора:



При прохождении электрического тока через водный раствор соляной кислоты ионы хлора, подойдя к аноду, отдают ему избыточные электроны и превращаются в нейтральные атомы хлора, которые объединяются попарно в молекулы:



Ионы водорода получают от катода недостающие электроны и нейтрализуются в атомы:



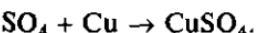
В результате данного электролиза на катоде выделяется водород, а на аноде — хлор.

Учитель. Как будет протекать электролиз, если угольные электроды заменить металлическими, например медными?

Ученик 7. Конечно, результат будет зависеть от вида электролита. Для примера рассмотрим процесс прохождения тока через раствор сульфата меди CuSO_4 , в том случае, когда электроды, опущенные в электролит, изготовлены из меди. Диссоциация молекул сульфата меди в воде происходит аналогично:



Ионы меди, нейтрализовавшись в атомы, откладываясь на катоде. Отрицательные ионы SO_4^{--} , отдав лишние электроны аноду, тоже нейтрализуются. Нейтральный радикал SO_4 вступает в реакцию с медью, поэтому идет реакция с материалом анода:



Образовавшиеся молекулы сульфата меди переходят в раствор, поэтому при прохождении электрического тока через раствор CuSO_4 происходит растворение анода и отложение чистой меди на катоде. Концентрация раствора сульфата меди в этом случае не изменяется.

Учитель. При электролизе на электродах происходит выделение вещества. От чего зависит масса вещества, выделяющегося за определенное время?

Ученик 8. Масса выделившегося вещества определяется массой всех ионов, которые осели на электроде:

$$m = m_{oi} \cdot N_i;$$

m_{oi} — масса одного иона; N_i — число ионов.

$m_{oi} = \frac{M}{N_A}$ — масса одного иона; M — молярная масса вещества,

N_A — постоянная Авогадро (число ионов в 1 моле).

$$\text{Тогда } m = \frac{M}{N_A} \cdot N_i.$$

Число ионов, осевших на электроде, можно выразить через заряд, прошедший через электролит, и заряд одного иона:

$$N_i = \frac{q}{q_{oi}}.$$

$$\text{Получим } m = \frac{M}{N_A} \cdot \frac{q}{q_{oi}}.$$

Заряд одного иона q_{oi} равен заряду электрона, умноженному на валентность Z :

$$q_{oi} = e \cdot Z.$$

Таким образом, масса выделившегося на катоде вещества будет равна:

$$m = \frac{Mq}{N_A \cdot e \cdot Z}.$$

В полученной формуле величины N_A и e являются универсальными постоянными, а Z и M тоже постоянные для данного вещества, поэтому выражение $\frac{M}{N_A \cdot e \cdot Z}$ — величина постоянная для данного вещества, обозначим ее через K :

$$K = \frac{M}{N_A \cdot e \cdot Z}, \text{ тогда } m = Kq.$$

Из формулы следует, что масса вещества, выделившегося на электроде, пропорциональна заряду, прошедшему через раствор электролита. Эта зависимость была впервые экспериментально установлена английским физиком Фарадеем в 1832 году и носит название закона Фарадея.

Коэффициент K называют электрохимическим эквивалентом веществом. Электрохимический эквивалент численно равен массе вещества, выделившегося на электродах при перенесении ионами за-

ряда в 1 Кл. Но так как $\frac{M}{N_A} = m_{oi}$, а $e \cdot Z = q_{oi}$, то $K = \frac{m_{oi}}{q_{oi}}$. То есть

электрохимический эквивалент вещества — это отношение массы иона к его заряду.

Электрический заряд, переносимый веществом в количестве 1 моля при электролизе, называют числом Фарадея:

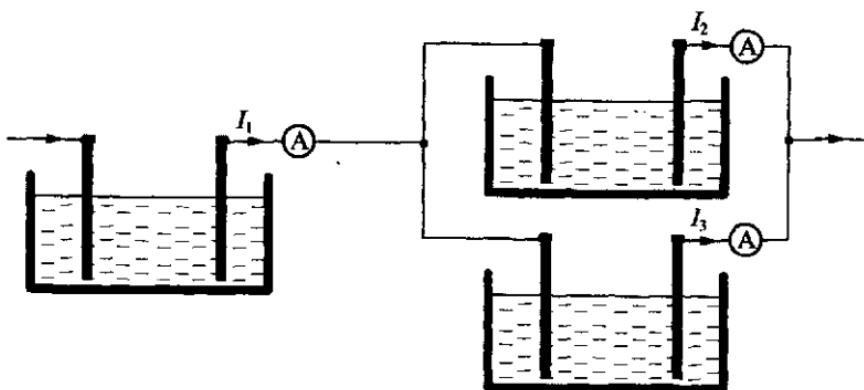
$$F = e \cdot N_A; F \approx 96500 \text{ Кл/моль.}$$

Объединенный закон Фарадея имеет вид:

$$m = \frac{1}{F} \cdot \frac{M}{Z} \cdot q$$

Учитель. Как можно на опыте убедиться в справедливости закона Фарадея?

Ученик 9. Чтобы убедиться в справедливости закона Фарадея, достаточно собрать установку, состоящую из трех электролитических ванн.



Все три ванны заполнены одним и тем же раствором электролита, но токи, проходящие через них, разные. Ток через первую ванну I_1 , а через вторую и третью I_2 и I_3 . Измеряя массу веществ, выделяющихся на электродах в разных ваннах, убеждаемся, что они пропорциональны соответствующим силам тока:

$m = k \cdot q$; так как $q = I \cdot t$, тогда $m = k \cdot I \cdot t$. $m_1 \sim I_1$; $m_2 \sim I_2$; $m_3 \sim I_3$.

Учитель. Каково же практическое применение закона Фарадея?

Ученик 10. Закон Фарадея сыграл значительную роль в истории развития науки физики. На основании этого закона впервые определили значение заряда электрона. Это было проделано еще в 1874 году английским физиком Стонем, и независимо от него немецким физиком Гельмгольцем в 1881 году.

Из формулы $m = \frac{M}{N_A \cdot e \cdot Z} \cdot q$ следует: $q = I \cdot t$, тогда

$$m = \frac{M}{N_A \cdot e \cdot Z} \cdot It.$$

Определим заряд электрона:

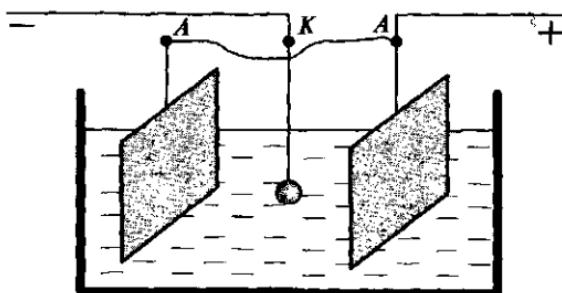
$$e = \frac{Mt}{m \cdot N_A \cdot Z}.$$

выпадают в осадок. Концентрация же сульфата меди в растворе не изменяется.

Электролиз также используется для получения других чистых цветных металлов, в частности, алюминия, магния, кальция.

Ученик 12. Гальваностегия. Некоторые бытовые предметы или детали технических устройств покрывают иногда тонкой пленкой благородного металла: золота, серебра или никеля, хрома. Это делается либо в эстетических целях, либо с целью предохранения от коррозии. В технике отдельные детали чаще покрывают хромом, никелем или кадмием. Такие покрытия осуществляют гальваническим способом.

Деталь, на которую надо нанести покрытие, предварительно очищают от грязи, следов жира и помещают в электролитическую ванну, наполненную раствором соли соответствующего металла.



Деталь соединяют с отрицательным полюсом источника тока, то есть деталь служит катодом. Анодом служат пластинки из того же металла, соли которого находятся в электролите. При электролизе на поверхность детали оседает тонкий слой вещества, соли которого находятся в растворе электролита.

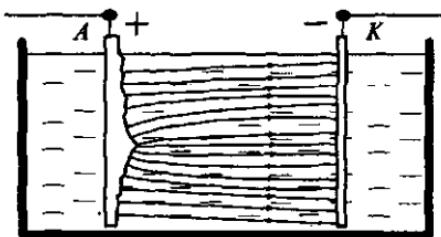
Электрический способ покрытия предметов неокисляющимися металлами носит название гальваностегия.

Ученик 13. Гальванопластика. Используя электролиз, можно получить точные рельефные копии, например, с барельефов, статуй, медалей, монет, ювелирных изделий и т. д. Для этого с предмета сначала делают слепок, например, из воска. Затем поверхность этого слепка делают электропроводной, покрывая ее тонким слоем электропроводного вещества, например графита. Подготовленный таким образом слепок помещают в электролитическую ванну в качестве катода. Слепок покрывается толстым слоем металла при пропускании тока через электролит. На матрице, отделенной от слепка, получают негативное изображение рисунка, бывшего на детали, то есть все углубления, бывшие на детали, на матрице будут выпуклыми, и наоборот. Снимая копию с матрицы, можно получить оригинал.

Электролитическое осаждение металла на поверхности предмета для воспроизведения формы называется гальванопластикой. Процесс получения отслаиваемых покрытий — гальванопластика, был разработан русским ученым Якоби, который в 1836 году применил этот способ для изготовления полых фигур для Исаакиевского собора в Петербурге.

В полиграфической промышленности гальванопластика применялась для изготовления гальванопластических копий с цинкографских клише.

Ученник 14. Электролитическая полировка. Количество вещества, которое осаждается на электроде или которое переходит с электрода в раствор, пропорционально силе тока. У выступов, как нам известно, напряженность электрического поля больше, чем на плоских участках. Поэтому если изделие с шероховатой поверхностью поместить в качестве анода в электролитическую ванну с нужным электролитом, то с выступов металл будет переходить в раствор с большей скоростью, и шероховатости будут сглаживаться. На этом принципе основана электрополировка металлов.



Учитель. Сегодня мы выяснили, что существует такой класс проводников, в которых электрический ток всегда сопровождается их химическими изменениями. Такими проводниками являются растворы солей, кислот и оснований. И эти проводники называют электролитами.

А сейчас, применяя знания, полученные на семинаре, попробуем разрешить несколько интегративных задач.

Задача № 1

В двух электролитических ваннах, которые соединены последовательно, подвергаются электролизу растворы FeCl_2 и FeCl_3 . Однаковое ли количество железа выделяется в ваннах?

Дано:

FeCl_2 , FeCl_3 ,
 $n_1 = 2$, $n_2 = 3$

m_1 — ?

m_2

Анализ и решение:

$n_1 = 2$ — валентность железа в соединении FeCl_2 .
 $n_2 = 3$ — валентность железа в соединении FeCl_3 .
 m_1 — масса двухвалентного железа, выделившегося на катоде.
 m_2 — масса трехвалентного железа, выделившегося на катоде.

M — молярная масса железа.

По объединенному закону электролиза:

$$m_1 = \frac{1}{F} \cdot \frac{M}{Z_1} q; \quad m_2 = \frac{1}{F} \cdot \frac{M}{Z_2} q.$$

Разделив почленно уравнения, получим:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\frac{1}{F} \cdot \frac{M}{Z_1} q}{\frac{1}{F} \cdot \frac{M}{Z_2} q} = \frac{\frac{1}{Z_1}}{\frac{1}{Z_2}} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{3}{2} = 1,5.$$

При последовательном соединении ванн токи одинаковы и протекают за одинаковое время одинаковые заряды в этих ваннах, но из раствора FeCl_2 выделяется железа в 1,5 раза больше, чем из раствора FeCl_3 .

Ответ. $\frac{m_1}{m_2} = 1,5$.

Задача № 2

Сколько выделяется чистой меди при рафинировании неочищенной меди в течение 8 ч, если напряжение на зажимах всех ванн, соединенных последовательно, равно 120 В, а ЭДС поляризаций 70 В. Внутреннее сопротивление ванн 5 Ом.

Дано:

$$\begin{aligned} t &= 8 \text{ ч} = 288 \cdot 10^2 \text{ с}, \\ U &= 120 \text{ В}, \\ E &= 70 \text{ В}, \\ r &= 5 \text{ Ом}, \\ K &= 33 \cdot 10^{-8} \text{ кг/Кл} \\ m &=? \end{aligned}$$

Анализ и решение:

Сила тока на участке цепи с 3 д.с. по закону

$$\text{Ома равна: } I = \frac{U - E}{r}.$$

По закону Фарадея, масса меди, выделившейся при электролизе, равна: $m = k \cdot q$, $q = I \cdot t$, тогда $m = k \cdot I \cdot t$, или

$$m = K \frac{U - E}{r} \cdot t; \quad m = \frac{33 \cdot 10^{-8} (120 - 70) \cdot 288 \cdot 10^2}{5} \approx 0,095 \text{ кг.}$$

Ответ. $m \approx 0,095 \text{ кг} = 95 \text{ г.}$

Задача № 3

Аэростат объемом 240 м^3 заполнен водородом при температуре 27 °C и давлении $2 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Какое количество электричества нужно пропустить при электролизе через раствор NaCl , чтобы получить необходимое количество водорода?

Дано:

$$V = 240 \text{ м}^3,$$

$$t = 27^\circ\text{C}$$

$$T = 300 \text{ K},$$

$$P = 2 \cdot 10^5 \text{ Па},$$

$$Z = 1,$$

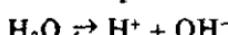
$$M = 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

$$q = ?$$

Анализ и решение

$\text{NaCl} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + \text{Cl}^-$ — электролитическая диссоциация.

Водный раствор поваренной соли содержит ионы натрия и хлора. Вода слабо диссоциирует.



При пропускании тока к катоду помещают ионы водорода. Они присоединяют к себе один электрон, образуя водород.



К аноду перемещаются ионы хлора; они отдают избыточные электроны, превращаясь в атомы хлора.



В результате этой реакции происходит электролиз. В растворе увеличивается концентрация ионов натрия Na^+ и OH^- , при этом образуется щелочь натрий (NaOH).

Найдем массу выделившегося водорода. По уравнению Менделеева-Клапейрона

$$PV = \frac{m}{M} RT \text{ находим } m = \frac{PVM}{RT}. \quad (1)$$

Согласно объединенному закону Фарадея:

$$m = \frac{1}{F} \cdot \frac{M}{Z} \cdot q. \quad (2)$$

Приравнивая (1) и (2), получаем:

$$\frac{PVM}{TR} = \frac{1}{F} \cdot \frac{M}{Z} \cdot q, \text{ откуда } q = \frac{PVM \cdot FZ}{MTR}.$$

$$q = \frac{2 \cdot 10^5 \cdot 240 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 96500}{2 \cdot 10^{-3} \cdot 300 \cdot 8,31} = 1858 \cdot 10^6 \text{ Кл.}$$

$$q = \frac{PVFZ}{RT}; \left[\frac{\text{Па} \cdot \text{м}^3 \cdot \text{Кл}}{\frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}} \right] = \left[\frac{\frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \cdot \text{м}^3 \cdot \text{Кл}}{\text{Дж}} \right] = \left[\frac{\text{Дж} \cdot \text{Кл}}{\text{Дж}} \right] = \text{Кл.}$$

Ответ. $\approx 1858 \cdot 10^6 \text{ Кл.}$

Урок 2. ПРОДАЕМ ВОДУ

Тип урока: аукцион.

Интеграция предметов: физика — химия — биология — география.

Пояснительная записка:

1. Игра-аукцион представляет собой синтез многих вопросов тех учебных предметов, которые выбраны для игры.
2. Учащиеся заранее узнают, что будет продаваться с аукциона, и поэтому готовятся.
3. Каждый учащийся имеет право «внести взнос».
4. Выигрывает тот, кто внесет последний взнос и в качестве награды получает бутылку «Sprite».
5. Активным учащимся выставляется оценка в качестве поощрения.

Ход урока

Ведущий. Еще совсем недавно химики и физики были уверены, что состав воды им хорошо известен. Но однажды один из химиков измерил плотность остатка воды после электролиза. Оказалось, что плотность несколько выше нормальной. В результате исследований было обнаружено, что вода очень сложна.

Так что же такое обыкновенная вода, что вы знаете о ней? Если подсчитать все возможные соединения с общей формулой H_2O , то результат оказывается неожиданным: в мире может существовать 235 видов воды.

А может существует антивода? Физики, химики, астрономы серьезно обсуждают этот вопрос.

В нашей земной природе нет вещества более известного, чем вода. Человек издавна наделил воду чудодейственными свойствами. Вот, например, сказка:

Лежит Иван-царевич мертвый, над ним уже вороны летают. Откуда ни возьмись прибежал Серый Волк и схватил ворона с вороненком.

— Ты лети-ка, ворон, за живой и мертвый водой. Принесешь мне живой и мертвый воды, тогда отпущу твоего вороненка.

Долго ли ворон летал, коротко ли — принес он живой и мертвый воды. Серый Волк спрыснул мертвый водой раны Ивана-царевича — раны зажили, спрыснул живой водой — Иван-царевич ожил.

Итак, ребята, какие же особые свойства воды дают право называть ее самым необыкновенным веществом в природе. Есть возможность приобрести эти свойства. Они достанутся тем, кто внесет за них наибольший взнос.

Взносы

1. Вода не имеет цвета и запаха.
2. Молекула воды состоит из 2-х атомов водорода и одного атома кислорода.
3. Плотность воды $1000 \text{ кг}/\text{м}^3$.
4. Вода изменяет форму, но сохраняет объем.
5. Вода кипит при 100°C .
6. При 0°C она обращается в лед.
7. Вода в твердом состоянии является кристаллическим веществом.
8. Максимальная плотность воды при 4°C .
9. Увеличивается объем при охлаждении ниже 4°C .
10. Вода в твердом состоянии имеет плотность $900 \text{ кг}/\text{м}^3$.
11. Удельная теплоемкость воды $4200 \text{ Дж}/\text{кг}^\circ\text{C}$.
12. Вода занимает около $70,8\%$ поверхности земного шара.
13. В атмосфере содержится около $15\,000 \text{ км}^3$ воды в виде капель, кристаллов и водяного пара.
14. Водяной пар влияет на климат Земли.
15. Соединениядейтерия с кислородом образуют тяжелую воду.
16. Тяжелая вода кипит при $101,2^\circ\text{C}$.
17. Тяжелая вода замерзает при $3,8^\circ\text{C}$.
18. Тяжелую воду используют в ядерном реакторе.
19. Обычная вода, захватывая нейтроны, превращается в тяжелую воду.
20. Молекулы воды расположены в беспорядке.
21. Плотность морской воды $1030 \text{ кг}/\text{м}^3$.
22. Влажность воздуха зависит от количества водяных паров в атмосфере.
23. Температура кипения воды повышается при повышении давления и наоборот.
24. Вода в твердом состоянии обладает анизотропией.
25. Молекулы воды расположены близко друг к другу.
26. Время оседлой жизни молекулы воды при комнатной температуре $\approx 10^{-11} \text{ с}$.
27. Период колебаний молекулы воды 10^{-13} с .
28. Вода является хорошим растворителем для многих красок.
29. Вода обладает текучестью.
30. Молекулы воды движутся хаотически.
31. Вода при нагревании расширяется.
32. Коэффициент поверхностного натяжения воды равен $73 \cdot 10^{-3} \text{ Н}/\text{м}$.
33. Критическая температура воды 374°C .
34. Критическое давление воды $2212 \cdot 10^4 \text{ Н}/\text{м}^2$.
35. Удельная теплота парообразования воды $22,6 \cdot 10^5 \text{ Дж}/\text{кг}$ при температуре кипения.

36. Удельная теплота парообразования при разных температурах будет разной.
37. Удельное сопротивление воды 10^6 Ом·м.
38. Диэлектрическая проницаемость воды 81.
39. Давление насыщенных водяных паров при 0°C равно 0,421 кПа.
40. Вода — полярный диэлектрик.
41. Коэффициент объемного расширения воды 0,00015 град $^{-1}$.
42. Показатель преломления воды 1,33.
43. Вода не имеет вкуса.
44. Скорость звука в воде ≈ 1435 м/с.
45. Скорость света в воде меньше скорости в вакууме.
46. Температурный коэффициент скорости звука в обычной воде 2,5.
47. Наибольшая скорость звука в воде при 74°C .
48. Молярная масса воды $18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.
49. Удельная теплота плавления твердой воды (льда) 332 кДж/кг.
50. Плотность насыщенного водяного пара при 0°C — 4,8 г/м 3 .
51. Теплопроводность воды 0,6 Вт/м · К.
52. Вода — диамагнетик.
53. Предельный угол внутреннего отражения воды 49° .
54. Вода отражает радиоволны, как металлический лист железа.
55. В состоянии невесомости вода принимает форму шара.
56. Вода — растворитель.
57. При смешивании некоторых веществ с водой образуютсязвеси.
58. Взвеси, в которых мелкие частицы твердого вещества равномерно распределены между молекулами воды, называются суспензиями.
59. Взвеси, в которых мелкие капельки какой-либо жидкости равномерно распределены между молекулами воды, называют эмульсией.
60. Относительная молекулярная масса воды равна 18.
61. Атомы водорода и кислорода в молекуле воды соединеныковалентной связью.
62. Под действием постоянного электрического тока вода разлагается на водород и кислород.
63. Вода реагирует с активными металлами с образованием щелочей и водорода.
64. При растворении в воде основных оксидов образуется основание.
65. При растворении в воде кислотных оксидов образуются кислоты.
66. Поверхностная пленка воды является для многих организмов опорой при движении.

67. Обезвоживание приводит к гибели представителей разных видов растений и человека.

68. Вода необходима как донор электронов при фотосинтезе.

69. В клетках живых существ содержится от 70—80 % воды.

70. Около 2/3 массы человека составляет вода.

71. В организме медузы до 95 % воды.

72. У человека в головном мозге около 85 % воды.

73. Человек содержит в костной ткани до 20 % воды.

74. В сухих семенах содержится 10—12 % воды.

75. Благодаря прозрачности воды, на небольшой глубине возможны фотосинтез и связанные с ним пищевые цепи.

76. Благодаря тургорному давлению, воды растения сохраняют упругость.

77. Некоторые морские обитатели движутся вперед за счет реактивной силы струи воды, выбрасываемой из их полости.

78. Благодаря испарению воды, лист в жаркий день остается прохладным.

79. Вода является смазывающим веществом в биологических системах.

Ведущий. Сегодня на нашем аукционе мы еще раз убедились, что вода — удивительный природный минерал, образцы которого не экспонируются ни в одном из минералогических музеев мира.

Почти все свойства воды — исключение в природе.

Без воды не могут жить человек, животные, растения.

Замечательные свойства живой воды спасают в засушливый год урожай. Мертвой водой заполнены некоторые реки и водоемы, отравленные отходами промышленности.

Ребята! Давайте же беречь и охранять водоемы, реки, родники! Ведь вода — это наша жизнь!

Урок 3. ОСНОВЫ ПРИНЦИПА РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Тип урока: деловая ролевая игра.

Интеграция предметов: физика — экология — английский язык.

Ход урока

Учитель. Ребята, всем хорошо известно, что в настоящее время самым распространенным видом тепловых двигателей является двигатель внутреннего сгорания (ДВС). На нем мы и остановимся подробно сегодня. Урок будет проходить в виде деловой ролевой игры.

(Все задействованные в ролевой игре учащиеся садятся по своим местам.)

Секретарь - референт. Год назад наше строительное объединение «Автотрансстрой» совместно с фирмой «Даймлер-Бенц» из Германии сдало в эксплуатацию в нашем городе завод по производству двигателей внутреннего сгорания и деталей. И вот корреспондент газеты «Нью-Йорк Таймс» решил взять интервью у представителей завода через 12 месяцев после его пуска. Мы находимся в актовом зале этого завода. Здесь присутствуют (представляет сидящих полукругом людей):

- 1) Директор завода...
- 2) Главный инженер...
- 3) Заместитель главного инженера...
- 4) Главный конструктор...
- 5) Технолог-химик...
- 6) Эколог...
- 7) Историк заводского музея...
- 8) Переводчик...

Итак, начинаем работу.

Иностранный корреспондент. Newspaper that I represent is interested in principle of work of piston heat engines and plans of your plant. But at first I'd like to interview the historian Mrs... Could you give us historical information where and when the first automobiles with the internal combustion engines appeared?

Переводчик. Газету, которую я представляю, интересует принцип работы поршневых тепловых двигателей и перспективы вашего завода. Но вначале я хотела бы взять интервью у историка. (*Историк приподнимается на месте и кивает*). Госпожа..., не могли бы вы дать маленькую историческую справку: когда и где появились первые автомобили с двигателями внутреннего сгорания?

Историк. Первый ДВС построил француз Этьен Ленуар, это было в 1860 году. Вскоре еще 416 изобретений претендовали на патент, однако его выдали почти одновременно в 1866 году немецким механикам Готлибу Даймлеру и Карлу Бенцу, которые изобрели бензиновые двигатели внутреннего сгорания. Они-то и стали применяться в первых автомобилях. Интересно, что при жизни изобретатели так и не познакомились, хотя жили недалеко друг от друга и работали над одной проблемой. Но созданным ими фирмам суждено было в 20-х годах XX столетия слиться в известную ныне всем автомобильную компанию «Даймлер-Бенц», с которой мы ныне сотрудничаем.

Иностранный корреспондент. Mrs... Who constructed the first heat engine in Russia? Is this fact known?

Переводчик. Госпожа... А кто в России сконструировал первый тепловой двигатель? Известно ли это?

Историк. Да. В России проект бензинового двигателя появился в 1879 году. Создал его капитан морского флота Костович. КПД двигателя был около 22 %, мощность 60 кВт, и предназначался он для дирижабля.

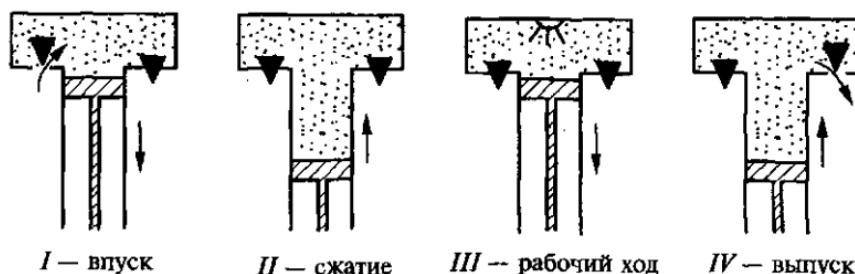
Первый отечественный автомобиль был создан в 1896 г., построен в Петербурге Яковлевым и Фрезе. Это автомобиль с одноцилиндровым двигателем, модель которого есть в нашем заводском музее.

Директор завода. Вам представится возможность побывать в заводском музее, где собрана коллекция моделей старинных отечественных автомобилей.

Иностранный корреспондент. Thank you very much. And now I'd like to interview the leading engineer of your plant. Mr... Could you explain the principle of work of the internal combustion engine, produced by your plant?

Переводчик. Благодарю вас. Мне бы хотелось теперь взять интервью у главного инженера завода, господина... Не могли бы вы объяснить принцип работы ДВС, выпускаемого на вашем заводе?

Главный инженер. Мы производим четырехтактный двигатель внутреннего сгорания. Один рабочий цикл двигателя включает в себя четыре хода поршня, или как говорят, четыре такта (см. рисунок).



I — впуск

II — сжатие

III — рабочий ход

IV — выпуск

Иностранный корреспондент. I see. — Понятно.

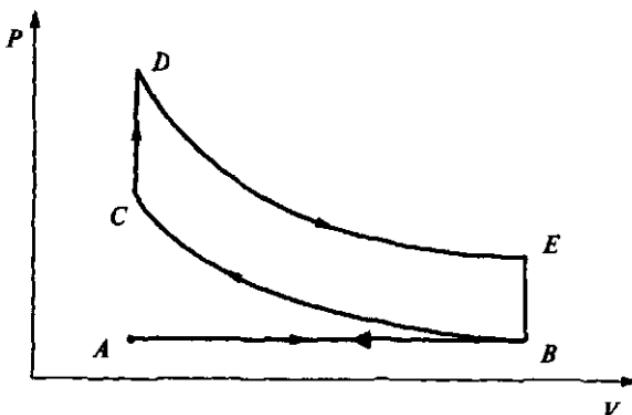
Главный инженер. У нас есть диафильм, который поможет вам лучше представить работу нашего двигателя. (Включает диапроектор, инженер комментирует несколько кадров. Поясняет рабочий цикл, представленный в виде графика (см. ниже)).

AB — I такт — впуск.

BC, CD — II такт — сжатие.

DE — III такт — рабочий ход.

EB — IV такт — выпуск.



Иностранный корреспондент. Thank you very much, Mr... Everything is clear now, especially your graph has helped me. There is a fuel problem in the world now. It should be economized. How do you decide this problem?

Переводчик. Благодарю Вас, господин главный инженер. Все стало понятно, особенно мне помогла диаграмма. Сейчас в мире проблема с топливом. Его надо экономить. Как решается эта проблема при производстве ваших двигателей?

Главный инженер. Экономичность ДВС зависит от степени сжатия рабочей смеси в цилиндре перед ее воспламенением: чем выше сжатие, тем больше КПД. Однако в карбюраторных ДВС горючую смесь можно сжимать только до определенного предела, так как сжатие сопровождается сильным нагревом. Например, при давлении выше $6 \cdot 10^5$ Па температура смеси достигает 400°C . При такой температуре нефть, керосин, бензин легко воспламеняются: происходит взрыв (детонация), который нарушает работу двигателя и даже может вывести его из строя.

Иностранный корреспондент. Thank you. Let me ask some questions to your assistant, Mrs... Would you work on creation of indetonated engine?

Переводчик. Благодарю вас. Позвольте мне задать несколько вопросов заместителю главного инженера госпоже... Не ведете ли вы работу по созданию бездетонационного двигателя?

Зам. гл. инженера. Нет, не ведем. Такие двигатели уже созданы. Бездетонационное сгорание топлива удачно осуществил немецкий инженер Рудольф Дизель в своем двигателе — дизеле, изобретенном в 1897 году. В дизеле сжатию до $3,5 \cdot 10^6$ Па подвергается не горючая смесь, а воздух, причем его температура поднимается до 700°C , то есть до значения, достаточного для самовоспламенения любого жидкого горючего: нефти, мазута. Поэтому в дизеле нет

специального приспособления для зажигания горючей смеси — запальной свечи.

Иностранный корреспондент. Sorry, Mrs... And how is fuel given?

Переводчик. Простите, госпожа... А как подается топливо?

Зам. гл. инженера. Топливо — горючая жидккая смесь из нефти, солярки с помощью форсунки впрыскивается внутрь цилиндра и распыляется, смешиваясь там с раскаленным воздухом. По мере поступления оно самовоспламеняется, постепенно горяя. Образующиеся продукты горения расширяются идвигают поршень.

Иностранный корреспондент. What can you say of disel engine efficiency?

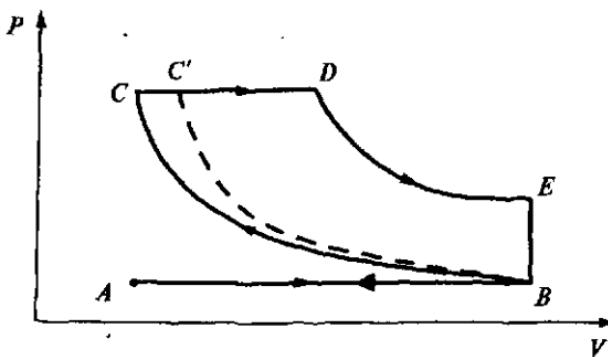
Переводчик. Что можно сказать о КПД дизеля?

Зам. гл. инженера. Так как рабочее тело (воздух) в цилиндре дизеля сжимается до более высокого давления, чем в ДВС, то КПД дизеля оказывается выше.

Иностранный корреспондент. And what about the working cycle of four cycled disel-engine? Is it the same as ICE has?

Переводчик. А рабочий цикл четырехтактного двигателя такой же, как у ДВС?

Зам. гл. инженера. Не совсем. У него есть свои особенности. Сейчас их объясню. Позвольте сделать это с помощью графика.



- AB — I такт — впуск.
- BC — II такт — сжатие.
- CD, DE — III такт — рабочий ход.
- EB — IV такт — выпуск.

Вам ясно?

Иностранный корреспондент. I can say "yes" and "no" at one and the same time. As far as I understand ICE and disel-engine have four cycles: inlet, compression, working stroke, and output. And as for diagrams, they are different, why? What does this efficiency give? I didn't understand quite well.

Переводчик. И да, и нет. Я поняла, что у ДВС и у дизеля четыре такта: впуск, сжатие, рабочий ход, выпуск. А диаграммы у них разные. Отчего? Что дает это отличие? Я не совсем поняла.

Главный инженер. Позвольте мне пояснить. У всех типов четырехтактных двигателей названия тактов одинаковые, но происходящие физические процессы разные. Обратите внимание на процесс увеличения давления: у ДВС он идет в два этапа — изотерме *BC* и изохоре *CD*, а у дизеля — в один этап: давление более резко возрастает по адиабате *BC'*. И процессы расширения разные: у ДВС он осуществляется только по адиабате *DE*, а у дизеля в два приема — по изобаре *C'D* и изотерме *DE*. В результате давление в цилиндре дизеля выше, чем в ДВС. У дизеля $4 \cdot 10^6$ Па, у ДВС $5 \cdot 10^5$ Па.

Иностранный корреспондент. Thank you. Let me ask a question to the constructor. What does the power of the internal combustion engines depend on?

Переводчик. Благодарю Вас, главный инженер. Разрешите мне задать вопрос конструктору. От чего зависит мощность двигателя внутреннего сгорания?

Конструктор. Мощность ДВС определяется по формуле:

$$n = \frac{PV \cdot n}{60 \cdot \tau},$$

где *P* — давление газов, *V* — объем цилиндра, *n* — частота вращения коленчатого вала, *τ* — число тактов в работе двигателя за один цикл.

Эта формула показывает, что увеличивая давление в цилиндре и число оборотов *n* вала двигателя — эти величины стоят в числителе, можно увеличить мощность двигателя. Учитывая знаменатель *τ*, можно сказать, чем больше рабочих тактов в цикле совершает двигатель, тем меньше его мощность, значит, увеличить мощность можно переходя от четырехтактного цикла к двухтактному.

Иностранный корреспондент (обращаясь к директору). Does the plant produce two-cycled engines?

Переводчик (обращаясь к директору завода). Выпускает ваш завод двухтактные двигатели?

Директор завода. Пока нет, мы только приступаем к их освоению.

Иностранный корреспондент. Is two-cycled engine convenient?

Переводчик. Удобен ли двухтактный двигатель?

Конструктор. Да. Двухтактный ДВС имеет большую мощность, меньшие размеры, он легче и его ход более равномерен. Он широко применяется в мотоциклах.

Иностранный корреспондент. I dare to ask you one more question. Could you compare advantages of carburettor engine and diesel-engine?

Переводчик. Позвольте взять на себя смелость задать вам еще один вопрос. Не могли бы вы сравнить достоинства карбюраторного ДВС и дизеля?

Конструктор. Карбюраторные ДВС компактны, имеют сравнительно малый вес, используются там, где требуется небольшая мощность и легкость силовой установки. А преимущества дизелей таковы: простое устройство и обслуживание, большой КПД (у карбюраторных 25—30 %, у дизелей 30—55 %), работают на дешевом топливе, применяются в основном там, где требуется достаточно большая мощность (в тяжелых грузовиках, тракторах).

Иностранный корреспондент. Thank you Mr. Constructor. And now I want to ask a question to the chemist-technologist. Could you tell what kind of fuel are used for your engines? If it is not a secret.

Переводчик. Благодарю Вас, господин... А теперь хочу задать вопрос химику-технологу. Не могли бы вы мне сказать, какие виды топлива используются для ваших двигателей? Это не секрет?

Химик-технолог. Нет, это не секрет. Основные источники энергии — бензин разных марок и дизельное топливо. Бензин представляет собой сложные смеси многих углеводородов и применяется главным образом в двигателях с искровым зажиганием. Это смесь продуктов прямой перегонки нефти, выкипающих при температурах не выше 205 °C. Дизельное топливо — это средние и тяжелые фракции перегонки нефти. Образуются из нее путем выкипания при температурах 270—400 °C. Используются в двигателях с воспламенением от сжатия. Топливом для дизелей, работающих под большой нагрузкой, является смесь из мазута.

Иностранный корреспондент. Thank you. Unfortunately, it doesn't matter what fuel is used. The wastage of used gas pollute the environment. I ask the ecologist to tell about the problems of ecology, that arise with using internal combustion engines.

Переводчик. Благодарю Вас. К сожалению, каким бы ни было топливо, выброс отработанных газов идет в окружающую среду. Я прошу эколога рассказать о проблемах экологии, возникающих в связи с использованием двигателей внутреннего горения.

Эколог. Как сказал нам историк, ДВС уже более 100 лет. Он был изобретен, чтобы облегчить жизнь людей. Но постепенно это гениальное творение конца XIX века превратилось в зло, источник опасности. Двигатели внутреннего горения стоят на автомобилях, а автомобили отнимают у человека землю. В настоящее время около 0,03 % суши занято под автостоянки и дороги. Но главное — автомобиль загрязняет окружающую среду. Вследствие выбросов

газов в атмосферу гибнут цветы, деревья, над городами, где много машин, часто образуется смог — ядовитый не рассеивающийся туман. Очень вреден шум, создаваемый автотранспортом, который составляет 80 % технических шумов, он влияет на нервную систему человека, вызывает психические заболевания, сокращает на 8–12 лет жизнь в больших городах.

Иностранный корреспондент. Sorry, Mrs... if ICE is so harmful, then what does your plant produce them? How is it possible to avoid dangerous consequence of their work? Do you strive for this?

Переводчик. Простите, госпожа, но если ДВС так вреден, то зачем ваш завод их выпускает? Как избежать вредных последствий их работы? Стремитесь ли вы к этому?

Эколог. Над этими проблемами работают сейчас специалисты всего мира. И мы учтываем их рекомендации. Так в арсенале средств борьбы с шумом есть такие: точная регулировка карбюратора, совершенствование глушителей, переход на газовое топливо. Сейчас во всем мире идет поиск видов топлива для ДВС. Одна из технических находок — этиловый спирт, продукты его сгорания в меньшей мере загрязняют окружающую среду. Двигатели, работающие на спирту, успешно применяются в Бразилии на автомобилях. Перевод автотранспорта на сжиженный газ уменьшает поступление оксида углерода в атмосферу. У вас в США уже разработано несколько образцов автомобильных двигателей, действующих на воздушно-водородной смеси.

Иностранный корреспондент. What kind of measures for nature protection have been undertaken in your country and personally at your plant?

Переводчик. Какие меры по охране природы предприняты в вашей стране и конкретно на вашем заводе?

Эколог. Я прошу Вас обратить внимание на данную таблицу, в которой отражены пути преодоления вредных последствий работы двигателя.

Влияние тепловых двигателей на окружающую среду	Пути преодоления вредных последствий работы двигателя
1. Повышение температуры на Земле вследствие работы тепловых двигателей	1. Повышение экономичности тепловых двигателей
2. Выброс в атмосферу вредных для растений, животных и человека веществ	2. Использование новых сортов топлива, менее токсичных. Разработка новых технологий их сжигания, утилизация отходов
3. Шумы и вибрации. Их воздействие на человека вредно	3. Снижение шума и вибрации
4. Уплотнение и эрозия почвы при движении транспорта	4. Рациональное использование транспортных дорог

В стране введена обязательная государственная экологическая экспертиза проектов всех новых промышленных объектов. Проект нашего завода прошел эту экспертизу. Повышается ответственность за экологически грамотную эксплуатацию предприятия. Но, к сожалению, ремонт выходящих из строя очистных сооружений связан с большими финансовыми затратами.

Иностранный корреспондент. Thank you. I'd like to address the chemist-technologist again and ask her one more question concerning the fuel.

Переводчик. Благодарю Вас. Я хотела бы вновь обратиться к химику-технологу и задать ему еще один вопрос о топливе: каковы преимущества и недостатки газа как топлива?

Химик-технолог. Отвечу с удовольствием. По сравнению с бензином, использование природного газа продлевает срок службы на 40 % у свечей зажигания и в 4 раза моторных масел. Кроме того, в 5—10 раз уменьшаются выбросы в атмосферу вредных веществ. Это преимущества.

Недостатки: необходимость сжатия газа до давления 200—250 атм., что требует, во-первых, дополнительной установки — компрессора, а во-вторых, хранения на борту автомобиля нескольких стальных баллонов со сжатым газом, а это снижает грузоподъемность машины на 15—20 %.

Иностранный корреспондент. I am very thankful to you. And the last question I want to ask you the manager of the plant. Mr..., could you tell in some words who buys your production?

Переводчик. Весьма признателен Вам. Последний вопрос я хочу задать директору завода. Господин... не могли бы вы в нескольких словах сказать о том, кому нужна ваша продукция?

Директор завода. Наши ДВС получили широкое применение: они используются в энергетике — на маломощных теплоэлектростанциях, на сухопутном автомобильном транспорте, их ставят на мотоциклы, корабли, трактора. Обратите внимание на технические характеристики двигателя грузовика ЗИЛ-130, который мы тоже выпускаем (*Указывает на таблицу, комментируя ее.*).

1. Тип двигателя	Четырехтактный, карбюраторный, с водяным охлаждением
2. Диаметр цилиндра	100 мм
3. Расположение цилиндров	V-образное, под углом 90°
4. Ход поршня	95 мм
5. Максимальная мощность	110 кВт
6. Удельный расход топлива	240 г на 1 кВт·ч

Иностранный корреспондент. Well, if the enterprises buy your production what kind of demands do they make on your engines? Do you take into consideration the wishes of your customers?

Переводчик. Раз предприятия нуждаются в вашей продукции, то какие требования они предъявляют к ней — двигателям вашего завода? Учитываете ли вы пожелания покупателей?

Директор завода. Требования самые разнообразные: большой срок службы без ремонта, экономичный расход горючего и масел, небольшая токсичность отработанных газов, уменьшенные габариты, пониженный уровень создаваемого шума, небольшая стоимость и другие. Пожелания заказчиков учитывать стараемся, хотя сейчас это делать сложно.

Иностранный корреспондент. Thank you. I am very grateful to the management of your plant, all specialists and personally you Mr. Director for paying attention to my newspaper. I'll bring interesting information about your plant, its production and new technical workings out. Thank you very much indeed.

Переводчик. Благодарю Вас. Я очень признателна администрации завода, всем специалистам и лично господину директору за то, что вы уделили время моей газете. Я привезу к себе интересные сведения о вашем заводе, его продукции и новых технических разработках. Еще раз благодарю Вас.

Секретарь-референт. Наше коллективное интервью газете «Нью-Йорк Таймс» закончено. До свидания.

Учитель. Ребята, поскольку в настоящее время двигатель служит «сердцем» автомобиля, который все больше завоевывает жизненное пространство, мы должны представлять себе не только как он работает, но и то, что эксплуатация автотранспорта вызывает определенные отрицательные факторы. И с этими факторами надо бороться.

• 11 класс

Урок 1. ЗАКОНЫ ФИЗИКИ И ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Интеграция предметов: физика — биология.

Ход урока

Учитель физики. Все естественные науки используют законы физики. В этом мы убедимся сегодня на уроке. Законы физики едины и применимы к живому организму, в частности к организму человека.

Физические методы исследования ученые применяют в биологии, медицине, бионике. Сегодня на уроке мы изучим небольшой аспект биофизических связей.

Основной закон природы — закон сохранения и превращения энергии. Он применим и для живых организмов. Майер первым его сформулировал с позиций врача-естественноиспытателя.

Какие же превращения энергии происходят в живых организмах (в человеке)?

Ученики.

- 1) Химическая энергия в электрическую (нервные клетки).
- 2) Звуковая энергия в электрическую (внутреннее ухо).
- 3) Световая энергия в электрическую (сетчатка глаза).
- 4) Химическая энергия в механическую (мышечные клетки).
- 5) Химическая энергия в электрическую (органы вкуса и обоняния).

Учитель физики. Что является источником энергии при работе мышц человека?

Ученики. Источником энергии при работе мышц являются органические вещества (белки, жиры, углеводы), подвергающиеся в клетках распаду и окислению, в результате чего освобождается скрытая в них внутренняя энергия.

Учитель биологии. Обмен воздуха между легочными пузырьками и внешней средой осуществляется в результате ритмичных дыхательных движений грудной клетки. Объясните, каков механизм процесса дыхания у человека?

Ученики. При вдохе объем грудной клетки и легких увеличивается, при этом давление в них понижается и воздух через воздухоносные пути (нос, горло) входит в легочные пузырьки. При выдохе объем грудной клетки и легких уменьшается, давление в легочных пузырьках повышается и воздух с избыточным содержанием оксида углерода (углекислого газа) выходит из легких наружу.

Учитель физики. Какой же газовый закон физики здесь применим?

Ученики. Здесь проявляет себя закон Бойля—Мариотта, то есть зависимость давления от объема.

Учитель биологии. Одним из основных органов нашего тела является сердце, вернее, сердце-насос. Сердце представляет собой удивительный насос, работающий безостановочно всю жизнь человека. Он прокачивает за 1 с около 0,1 л крови.

Учитель физики. Давайте рассчитаем, сколько литров крови за 1 год прокачивает сердце человека?

Ученики.

Дано: $t_1 = 1 \text{ с}$, $V_1 = 0,1 \text{ л}$, $t_2 = 1 \text{ год}$ $V = ?$	$= 3 \cdot 10^7 \text{ с}$	Решение: $1 \text{ с} = 0,1 \text{ л}$ $3 \cdot 10^7 \text{ с} = x$ $x = \frac{3 \cdot 10^7 \cdot 0,1}{1} = 3 \cdot 10^6 \text{ л.}$
--	----------------------------	--

Ответ. $V = 3 \text{ млн л.}$

Учитель биологии. Почему при венозном кровотечении кровь вытекает из раны равномерно, а не пульсирует в такт биения сердца?

Ученики. Пульсация крови слаживается вследствие эластичности сосудов и наличия трения.

Учитель биологии. А почему повреждение крупных вен представляет большую опасность для человека, чем повреждение крупной артерии?

Ученики. Давление в крупных венах меньше атмосферного, что является причиной всасывания воздуха и возникновения газовой эмболии при повреждении такого сосуда. В артериях давление превышает атмосферное, поэтому их повреждение не приводит к газовой эмболии.

Учитель биологии. Каков состав крови человека?

Ученики. В состав крови входят: плазма, эритроциты, лейкоциты, тромбоциты.

Учитель биологии. В теле взрослого человека 5 литров крови. Красные кровяные шарики представляют собой диски диаметром примерно $7 \cdot 10^{-6}$ м и толщиной 10^{-6} м. В 1 mm^3 крови содержится около $5 \cdot 10^6$ таких дисков.

Учитель физики. Если в теле взрослого человека 5 л крови, то сколько содержится в ней красных кровяных шариков?

Ученики.

Дано:

$$V = 5 \text{ л},$$

$$V_1 = 1 \text{ mm}^3,$$

$$N_1 = 5 \cdot 10^6$$

$$N = ?$$

$$5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$10^{-9} \text{ m}^3$$

Решение:

$$10^{-9} \text{ m}^3 = 5 \cdot 10^6$$

$$5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 = x$$

$$x = \frac{5 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 10^6}{10^{-9}} = \frac{25 \cdot 10^3}{10^{-9}} = 25 \cdot 10^{12} \text{ штук.}$$

Ответ. $N = 25 \cdot 10^{12}$ красных кровяных шариков.

Учитель биологии. Гемоглобин — красящее вещество крови, составная часть красных кровяных телец. Гемоглобин выполняет в организме функцию переносчика кислорода от органов дыхания к тканям.

Учитель физики. Масса молекулы гемоглобина составляет около $6,8 \cdot 10^4$ а.е.м. Сколько молекул гемоглобина должно содержаться в одном красном кровяном шарике, если плотность гемоглобина $1 \text{ кг}/\text{м}^3$ и если мы будем считать, что красные кровяные шарики состоят полностью из гемоглобина? ($1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$).

Ученики.

Дано:

$$m_0 = 6,8 \cdot 10^4 \text{ а.е.м.},$$

$$\rho = 1 \text{ кг}/\text{м}^3$$

$$N = ?$$

Решение:

1) Определим массу молекулы гемоглобина в килограммах:

$$m_0 = 6,8 \cdot 10^4 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} = 11,288 \cdot 10^{-23} \text{ кг.}$$

2) Объем данной молекулы гемоглобина будет:

$$V_0 = \frac{m_0}{\rho} = \frac{11,288 \cdot 10^{-23} \text{ кг}}{1 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} = 11,288 \cdot 10^{-23} \text{ м}^3.$$

3) Рассчитаем объем одного красного кровяного шарика. Так как красные кровяные тельца представляют собой диски (см. предыдущую задачу), то:

$$V_{\text{к.ш.}} = \pi r^2 \cdot h = \pi \frac{d^2}{4} \cdot h = 3,14 \frac{(7 \cdot 10^{-6} \text{ м})^2}{4} \cdot 10^{-6} = \\ = \frac{3,14 \cdot 49 \cdot 10^{-12}}{4} \cdot 10^{-6} = \frac{153,86 \cdot 10^{-18}}{4} = 38,465 \cdot 10^{-18} \text{ м}^3.$$

4) Тогда, чтобы определить число молекул гемоглобина в одном кровяном шарике, надо:

$$N = \frac{V_{\text{к.ш.}}}{V_0} = \frac{38,465 \cdot 10^{-18} \text{ м}^3}{11,288 \cdot 10^{-23} \text{ м}^3} \approx 3,4 \cdot 10^5 \text{ штук.}$$

Ответ. $N \approx 3,4 \cdot 10^5$.

Учитель биологии. Разность электрических потенциалов, возникающих в клетках, тканях и органах живого организма, называют биопотенциалами. Биопотенциалы имеют ионную природу и возникают вследствие разности концентраций положительных и отрицательных ионов внутри и снаружи клетки. Биопотенциалы отдельных клеток, входящих в состав определенной клетки или организма, суммируясь, образуют результатирующую разность потенциалов. Биопотенциалы очень точно отражают функциональное состояние органов и тканей.

Учитель биологии. Средняя плотность нервных клеток по всему мозгу в целом, по самым грубым подсчетам, находится в пределах $10^{13} - 10^{14}$ клеток на 1 дм^3 , а в отдельных центрах она составляет 10^{20} клеток на 1 дм^3 . Кроме того, надо иметь в виду, что живая клетка как функциональный элемент эквивалентна тысячам и даже десяткам тысяч радиоэлектронных элементов.

Учитель физики. Рассмотрим жировую (миелиновую) оболочку нерва в качестве плоского конденсатора с площадью обкладок 1 см^2 , толщиной 2 мкм и $E = 49$. Рассчитайте его электроемкость.

Ученники.

Дано:	
$S = 1 \text{ см}^2 = 10^{-4} \text{ м}^2$,	
$d = 2 \text{ мкм} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ м}$,	
$E = 49$	
$C = ?$	

Решение:

$$C = \frac{E_0 E S}{d}; C = \frac{8,85 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Кл}^2}{\text{н} \cdot \text{м}^2} \cdot 49 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2}{2 \cdot 10^{-6} \text{ м}} =$$

$$= \frac{433,65 \cdot 10^{-15}}{2 \cdot 10^{-6}} \approx 217 \cdot 10^{-11} \Phi \approx 22 \text{ пФ.}$$

Ответ. $C \approx 22 \text{ пФ.}$

Учитель биологии. Объясните механизм процесса движения пищи по пищеводу человека. Какой физический процесс в данном случае наблюдается?

Ученники. Пища, находясь в полости рта человека, проталкивается в глотку, а затем к пищеводу мышечными сокращениями языка. Затем происходит сокращение мыши пищевода и пища проходит в желудок.

Учитель физики. А какова роль слюны в данном процессе?

Ученники. Слюна, обволакивая пищевой ком, делает его скользким, что уменьшает силу трения, возникающую при его движении по пищеводу.

Учитель биологии. В скелете животных и человека все кости, имеющие некоторую свободу движения, являются рычагами (кости конечностей, нижняя челюсть, фаланги пальцев и т. д.).

Учитель физики. Законы равновесия рычага применимы здесь.

Примером работы рычага является действие стопы при подъеме на полупальцы. Опорой O рычага, через которую проходит ось вращения, служат головки плюсневых костей (рисунок).

Преодолевая силу P (вес всего тела человека), приложенную к таранной кости, мышечная сила F осуществляет подъем тела. Действие этой силы передается через ахиллово сухожилие, и приложена эта сила к выступу пяткочной кости.

Учитель биологии. На теле человека можно проследить все виды деформации.

Учитель физики. Каким же видам деформации подвергнуто тело человека?

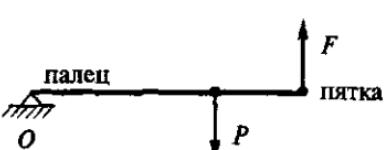
Ученники.

1) Деформация сжатия — позвоночный столб, нижние конечности и покровы ступни.

2) Деформация растяжения — связки, сухожилия, мышцы.

3) Деформация изгиба — позвоночник, кости таза.

4) Деформация кручения — шея при повороте головы, туловище в пояснице при повороте.



Учитель физики. Мышечная ткань имеет среднее значение модуля Юнга (модуль упругости) $0,8 \cdot 10^7 \text{ Н/м}^2$, а предел прочности на растяжение $0,05 \text{ Н/м}^2$. Определить

абсолютное удлинение мышцы ноги, начальная длина которой 40 см.

Ученики.

Дано:

$$E = 0,8 \cdot 10^7 \text{ Н/м}^2,$$

$$\sigma = 0,05 \text{ Н/м}^2,$$

$$l_0 = 40 \text{ см} = 0,4 \text{ м}$$

$$\Delta l - ?$$

Решение:

$$\sigma = E|\epsilon|;$$

$$|\epsilon| = \frac{\sigma}{E} = \frac{0,05 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}}{0,8 \cdot 10^7 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}} = \frac{5 \cdot 10^{-2}}{0,8 \cdot 10^6} = 0,6 \cdot 10^{-8} \text{ м};$$

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \Rightarrow \Delta l = \epsilon l_0; \quad \Delta l = 0,6 \cdot 10^{-8} \cdot 0,4 = 0,24 \cdot 10^{-8} \text{ м.}$$

Ответ. $\Delta l = 0,24 \cdot 10^{-8} \text{ м.}$

Учитель физики. На тело человека, площадь поверхности которого при массе 60 кг и росте 160 см примерно равна $1,6 \text{ м}^2$, действует атмосферное давление 10^5 Па . Определите силу, действующую на человека.

Ученики.

Дано:

$$P = 10^5 \text{ Па},$$

$$S = 1,6 \text{ м}^2$$

$$F - ?$$

Решение:

$$P = \frac{F}{S} \Rightarrow F = P \cdot S.$$

$$F = 10^5 \text{ Па} \cdot 1,6 \text{ м}^2 = 160000 \text{ Н.}$$

Ответ. 160 кН.

Учитель биологии. Каким же образом человеческий организм выдерживает такие огромные нагрузки?

Ученики. Это достигается за счет того, что давление жидкостей, заполняющих сосуды тела, уравновешивает внешнее давление.

Учитель биологии. Вы знаете, что температура тела человека $36,5^\circ\text{C}$ — это нормальная температура. Для терморегуляции организма важную роль играет потоотделение. Оно обеспечивает постоянство температуры тела человека.

Учитель физики. Испарение — это наиболее легко регулируемый способ уменьшения внутренней энергии. Какие изменения происходят в характере теплообмена человека с окружающей средой в условиях, когда температура среды выше температуры тела?

Ученики. При высокой температуре окружающей среды (выше 25°C) возбуждаются кожные нервные окончания, воспринимающие тепловое раздражение, и благодаря сигналам от центральной нервной системы происходит расширение сосудов кожи. В кожу протекает больше крови из внутренних органов, и она при этом краснеет и происходит теплоотдача путем конвекции и излучения.

Учитель физики. А если при этом все же не поддерживается тепловой баланс?

Ученики. Если при этом не может поддерживаться тепловой баланс тела, то для сохранения постоянства температуры тела человека происходит процесс испарения пота с поверхности кожи. Таким путем организм отдает очень большое количество тепла и предохраняется от перегрева.

Учитель биологии. А теперь поговорим о голосовом аппарате человека, который состоит из легких, гортани с голосовыми связками, глоточной, ротовой и носовой полости. Голосовые связки являются звукопроизводящими частями голосового аппарата. При спокойном дыхании они вялы и между ними образуется широкая щель для свободного прохода воздуха. При разговоре голосовые связки напрягаются и приближаются друг к другу так, что между ними остается лишь узкий промежуток, так называемая голосовая щель. Когда воздух, выдыхаемый легкими, проходит через эту щель, голосовые связки начинают колебаться, причем частота колебаний может изменяться в зависимости от степени напряжения связок. Изменяя форму резонатора (рта, языка, губ), мы можем произносить тот или иной звук.

Учитель физики. Частота колебания голосовых связок мужчины, говорящего басом, изменяется в пределах от 80 до 350 Гц. Какова длина излучаемой звуковой волны?

Ученики.

Дано:

$$V = 330 \text{ м/с},$$

$$v_1 = 80 \text{ Гц},$$

$$v_2 = 350 \text{ Гц}$$

$$\lambda_1 = ?$$

$$\lambda_2 = ?$$

Решение:

$$V = \lambda v;$$

$$\lambda_1 = \frac{V}{v_1} = \frac{330}{80} \approx 4 \text{ м}; \quad \lambda_2 = \frac{V}{v_2} = \frac{330}{350} \approx 0,9 \text{ м}.$$

Ответ. $\lambda_1 = 4 \text{ м}$, $\lambda_2 = 0,9 \text{ м}$.

Учитель биологии. Слуховой аппарат человека состоит из звукопроводящей и звукоспринимающей частей. Назовите детали этих частей.

Ответ. Звукопроводящая часть состоит из наружного слухового прохода, барабанной перепонки и связанных с ней трех сочлененных между собой слуховых косточек: молоточка, наковальни и стремечка, которые расположены в полости, называемой средним ухом. Стремечко связано с внутренним ухом, представляющим собой звукоспринимающий аппарат.

Учитель биологии. Звуковые волны, достигающие уха человека, действуют на барабанную перепонку и через цепь слуховых

косточек передаются основной мембране внутреннего уха. Звуковые колебания, достигая основной мембранны и расположенного на ней кортиева органа, приводят их в колебания с соответствующей частотой и амплитудой. Возникающие при этом нервные импульсы передаются в центральную нервную систему.

Учитель физики. Звуковое давление порядка $2 \cdot 10^{-5}$ Н/м² является порогом слышимости, сила звука при этом равна 10^{-12} Вт/м². Если человек разговаривает вполголоса, то звуковое давление составляет $2 \cdot 10^{-3}$ Н/м², а сила звука 10^{-8} Вт/м². Болевые ощущения вызывает звуковое давление $62,5$ Н/м² и сила звука 100 Вт/м².

Учитель физики. А теперь поговорим о другом важном органе — глазе. Действие электромагнитного излучения определенной длины волн на светочувствительные элементы сетчатки глаза вызывает ощущение света.

Учитель биологии. Сетчатка глаза состоит из светочувствительных клеток (палочек и колбочек). Колбочки сосредоточены в центральной части сетчатки, палочки расположены в периферических частях сетчатки. Палочки более светочувствительны, а колбочки создают ощущение цвета.

Учитель физики. Фокусное расстояние глаза человека 16 мм. Какова оптическая сила глаза?

Ученники.

Дано:	Решение:
$F = 16$ мм = $0,016$ м	$D = \frac{1}{F}; D = \frac{1}{0,016} = D = \frac{1000}{16} \approx 63$ дптр.
$D = ?$	

Ответ. $D = 63$ дптр.

Учитель физики. Чувствительность глаза к излучению различной длины волны различна. Наиболее чувствителен глаз к излучению с длиной волны $0,5$ мкм, что соответствует желто-зеленому цвету. Чувствительность его резко снижается в сторону красной и фиолетовой частей спектра.

Учитель физики. Тренированный глаз, длительно находящийся в темноте, воспринимает свет с длиной волны $0,5$ мкм при мощности $2,1 \cdot 10^{-17}$ Вт. Сколько фотонов попадает в этом случае на сетчатку глаза за 1 секунду?

Ученники.

Дано:	Решение:
$\lambda = 0,5$ мкм = $0,5 \cdot 10^{-6}$ м,	$E_0 = h\nu$ — энергия одного фотона
$P = 2,1 \cdot 10^{-17}$ Вт,	$E = h\nu \cdot N = h \frac{c}{\lambda} \cdot N; A = Pt$
$t = 1$ с	Тогда $Pt = h \frac{c}{\lambda} \cdot N \Rightarrow N = \frac{Pt\lambda}{hc}$
$N = ?$	

$$N = \frac{2,1 \cdot 10^{-17} \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 10^{-6}}{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} = \frac{1,05 \cdot 10^{-23}}{19,89 \cdot 10^{-26}} \approx 53 \text{ фотона.}$$

Ответ. $N = 53$ фотона.

Учитель физики. Сегодня на уроке мы еще раз убедились в том, что существует тесная связь физики и биологии.

Домашнее задание

Вода в капиллярной трубке радиусом 0,2 мм поднялась на высоту 7,2 см, а желчь в трубке радиусом 0,25 мм — на высоту 3,73 см. Во сколько раз коэффициент поверхностного натяжения воды больше, чем желчи, если плотность этих веществ примерно одинакова.

Ответ. ≈ 1,6 раза.

Урок 2. ЧЕЛОВЕК, АТМОСФЕРА И ЕЕ ОХРАНА

Тип урока: урок-конференция.

Интеграция предметов: физика — химия — география — экология.

На доске эпиграф к конференции:

Вокруг Земли воздушный слой.
Удобнее сказать молекулярный рой.
Все это атмосферою зовут.
Достаточно ли строго берегут
Воздушный слой Земли?
Ведь от него зависит жизнь — дилемма:
Жизнь или смерть? Что выберем — проблема.

На другой доске план проведения конференции:

- 1) Строение воздушной оболочки Земли, состав атмосферы.
- 2) Атмосферная пыль.
- 3) Защитные функции атмосферы и ее роль в некоторых процессах, происходящих на Земле.
- 4) Источники и виды загрязнений атмосферного воздуха.
- 5) Последствия промышленного загрязнения воздуха.
- 6) Охрана земной атмосферы.

Оборудование:

- 1) Плакат с эпиграфом конференции.
- 2) План конференции (на листе ватмана).
- 3) Кодоскоп.
- 4) Плакат строения земной атмосферы.
- 5) Таблица состава земной атмосферы.
- 6) Слайды с рисунками, схемами, чертежами.

Ход урока

Учитель (ведущий). В наши дни современная естественно-научная картина не мыслима без отражения экологических проблем. В наши дни взаимодействие общества и природы благодаря появлению новых отраслей науки, техники, производства и расширению сферы влияния трудовой деятельности людей на окружающий мир стало настолько тесным, что вторжение человека в природу уже не может быть хаотичным и безграничным. Оно должно определенным образом регулироваться, иначе человечество окажется перед лицом глобальной экологической катастрофы. Для предотвращения возможных отрицательных последствий вторжения человека в природу необходимо решение ряда научно-технических, социально-политических, экономических и других проблем, среди которых одно из первых мест занимают воспитательные, поскольку подрастающее поколение должно быть подготовлено к научно обоснованному и бережному отношению к окружающей природной среде. Вы, молодые, должны знать, что окружающий нас мир — это целостный мир природы, так как все протекающие в ней процессы взаимосвязаны и взаимообусловлены.

Сегодня мы поговорим о взаимодействии человека и природы и нарушении вследствие этого некоторых природных процессов. Речь пойдет о защите атмосферы от всякого рода загрязнений, о возможности применения научных идей и открытий для «нейтрализации» отрицательных последствий научно-технического прогресса.

Тема нашей научной конференции «Человек, атмосфера и ее охрана» (*объявляется план конференции*).

(*В ходе конференции учитель объявляет тему выступлений, представляет докладчика и подводит резюме после каждого выступления.*)

Докладчик 1. Земная поверхность окружена воздушной оболочкой — атмосферой, которая по современным данным простирается над ней примерно на 2000 км, то есть высота атмосферы составляет около 1/2 радиуса Земли. Однако следы атмосферного воздуха обнаружены и на высоте 20 000 км. Атмосфера Земли, соответственно распределению температуры с высотой, разделяется на три основных слоя: тропосферу, стратосферу и ионосферу. Ионосфера в свою очередь делится на три слоя: мезосферу, термосферу и экзосферу (см. рис. 1).

Тропосфера представляет собой ближайший к земной поверхности слой атмосферы. Ее высота достигает над экватором 18 км, а над полюсами снижается до 9 км.

В тропосфере сосредоточено до 80 % массы атмосферы, в том числе почти весь водяной пар, поэтому в ней совершаются все физические процессы, определяющие погоду. Температура воздуха в

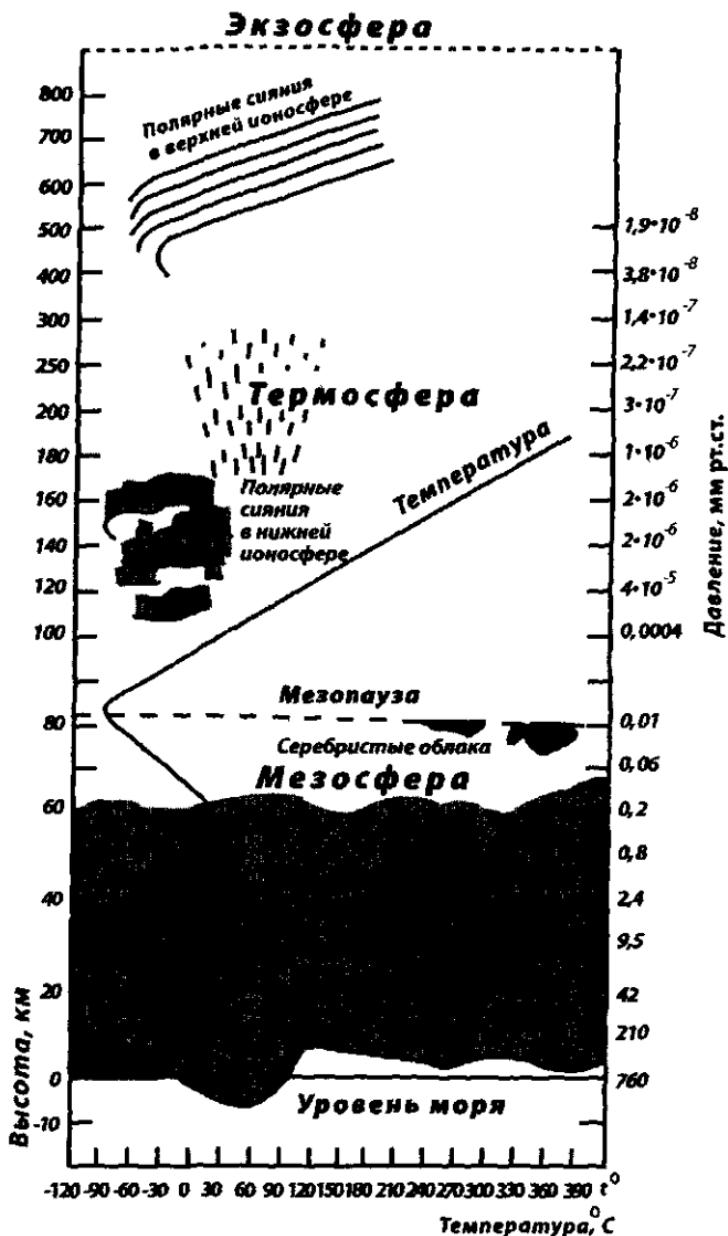


Рис. 1. Вертикальный разрез атмосферы Земли

тропосфере понижается с высотой примерно на $0,6^{\circ}\text{C}$ на каждые 100 м и достигает -60°C на ее границе.

Стратосфера располагается над тропосферой и простирается до высоты в 60 км над поверхностью земли. Но граница между ними

(тропопауза) непостоянна — летом она выше, чем зимой, над циклонами ниже, чем над антициклонами. В стратосфере температура воздуха начинает повышаться с высотой и у верхней ее границы приближается к +20 °С. Стратосфера заключает в себе около 20 % массы всей атмосферы.

Мезосфера лежит над стратосферой и доходит до высоты 90 км. Температура воздуха в мезосфере сначала понижается до -80 °С, но близ ее верхней границы начинается повышение температуры, неуклонно продолжающееся и далее за ее пределами. В верхних слоях мезосферы иногда появляются особые атмосферные образования — серебристые облака. Они возникают при резких охлаждениях воздуха и состоят из мельчайших кристалликов льда, в которых обнаружены пылинки метеоритного происхождения. Серебристые облака наблюдаются на средних географических широтах в летние сумерки в виде белых сверкающих струй, волн и вихрей. Изучение серебристых облаков позволяет объяснить динамические процессы, происходящие в верхней атмосфере.

Термосфера находится выше 90 км и тянется до высоты примерно 800 км. Здесь температура продолжает быстро расти и у верхнего края атмосферы достигает +1000 °С.

Термосфера содержит менее 0,05 % массы атмосферы.

Экзосфера, находясь за пределами термосферы, простирается до высоты примерно 2000 км над земной поверхностью. В ней атмосферные частицы находятся на очень больших расстояниях друг от друга и скорости их так велики, что многие из них, преодолевая земное притяжение, улетают в межпланетное пространство. Атмосфера поглощает около 38 % падающей на землю солнечной энергии, которая и определяет температуру воздуха. Повышение температуры в стратосфере обязано присутствию озона, наибольшая концентрация которого наблюдается на высотах 20—30 км.

Плотность атмосферы уменьшается с высотой. Так на высоте около 6 км она в 2 раза меньше, чем у поверхности Земли, а на высоте в сотни километров в 1000000 раз меньше, чем у поверхности Земли. Выше, до нескольких радиусов Земли, имеется в основном водород с концентрацией частиц порядка тысяч атомов в объеме 1 см³. Почти половина всей массы воздуха сосредоточена в пределах первых километров от поверхности Земли (95 %).

Воздушная оболочка Земли состоит из механической смеси газов, представленных в следующем процентном отношении (см. таблицу ниже).

В атмосфере Земли всегда содержится водяной пар, количество которого непостоянно и колеблется от 0 до 4 % по объему, а также пыль.

Таблица

Процентное соотношение газов, составляющих воздушную оболочку Земли

Азот	78,09 %
Кислород	20,95 %
Аргон	0,93 %
Углекислый газ	0,03 %
Неон	$1,8 \cdot 10^{-3}$ %
Гелий	$5,24 \cdot 10^{-3}$ %
Криптон	$1 \cdot 10^{-6}$ %
Ксенон	$8 \cdot 10^{-6}$ %
Водород	$5 \cdot 10^{-5}$ %
Озон	$1 \cdot 10^{-6}$ %

Учитель. Процентное соотношение в земной атмосфере газов, влаги и пыли подвержено изменениям во времени. Эти изменения обусловлены, с одной стороны, природными процессами, а с другой — хозяйственной деятельностью человека. В земной атмосфере есть пыль. Откуда она? Об этом пойдет речь в следующем выступлении докладчика.

Докладчик 2. Атмосферная пыль представляет собой мельчайшие твердые взвешенные в воздухе частицы размером 10^{-4} – 10^{-3} см. Она образуется в результате разрушения и выветривания горных пород и почвы, вулканических извержений. Известен случай, когда в результате извержения вулкана Кракатау образовалась пыль на высоте 8—24 км и ее слой толщиной 16 км держался в воздухе около 5 лет. Пыль образуется и от лесных, степных и торфяных пожаров, дробления космических тел.

Атмосферная пыль имеет большое значение для процессов, происходящих на земле: она способствует конденсации водяных паров, а следовательно, и образованию осадков, рассеивает солнечное излучение и защищает тем самым землю от чрезмерного нагревания.

К природному пылевому фону атмосферы в крупных городах и промышленных центрах присоединяется огромное количество разнообразной промышленной пыли и вредных газов. Учеными экспериментальным путем определено, что в городе в 1 см³ воздуха содержится около 100 000 штук пылинок, тогда как над океаном — 200 штук. На высоте 5 км пыли в 1000 раз меньше, чем на высоте 2 м, то есть в слое, в котором живет человек.

Загрязнение атмосферы вредно для здоровья человека, поскольку пыль и вредные газы могут проникнуть в организм человека, если диаметр частиц маленький. В легкие попадают частицы, диаметр которых менее 5 мкм, а если диаметр частиц менее 0,3 мкм, то они могут проникнуть и в альвеолы. Атмосферная пыль и вредные газы могут попадать в организм человека и животных и с водой, пищей.

Учитель. Из слов докладчика мы узнали, как образуется пыль в земной атмосфере и какое значение она имеет для процессов, происходящих на Земле. Наличие атмосферы — одно из необходимых условий существования жизни на Земле. Но земная жизнь уязвима и нуждается в постоянной защите от космических воздействий.

Поэтому следующий доклад будет о том, каковы защитные функции атмосферы и ее роль в некоторых земных процессах.

Докладчик 3. Будучи внешней оболочкой Земли, атмосфера, как любой покров, осуществляет и защитные функции. Ученые определили, что не будь ее, на каждый квадратный километр поверхности Земли за 3—5 дней приходилось бы по метеориту. Благодаря атмосфере метеориты не долетают до Земли, сгорая в воздухе.

Солнце посыпает на землю энергию, чем предопределяет саму возможность жизни, но «жизненную» дозу солнечной энергии «отмеряет» именно атмосфера. Если бы ее не было, то днем Солнце раскаляло бы земную поверхность до 100 °C, а ночью она остывала бы до −100 °C. Без атмосферы суточные колебания температуры на планете достигали бы 200 °C.

Кроме того, на верхнюю границу атмосферы ежесекундно обрушивается поток солнечных и космических излучений широкого диапазона волн, несущих энергию. Это не только видимый свет, но и рентгеновское излучение, γ -излучение, ультрафиолетовые лучи, инфракрасное излучение и радиоволны.

Если бы все они достигли земной поверхности, то их убийственная энергия в считанные мгновения испепелила бы все живое. Но сквозь атмосферу проникают лишь некоторые радиоволны, а также видимый свет и частично ультрафиолетовые и инфракрасные (тепловые) лучи.

Главную защитную роль играет ионосфера и озоновый «экран». Озоновый слой находится на высоте от 20 до 50 км, значит, толщина его не более 30 км. Хотя кислород здесь крайне разряжен, тем не менее он поглощает большую часть энергии ультрафиолетового излучения, под действием которого его молекулы (O_2) разрушаются и соединяются в молекулу озона (O_3) (см. рис. 2).

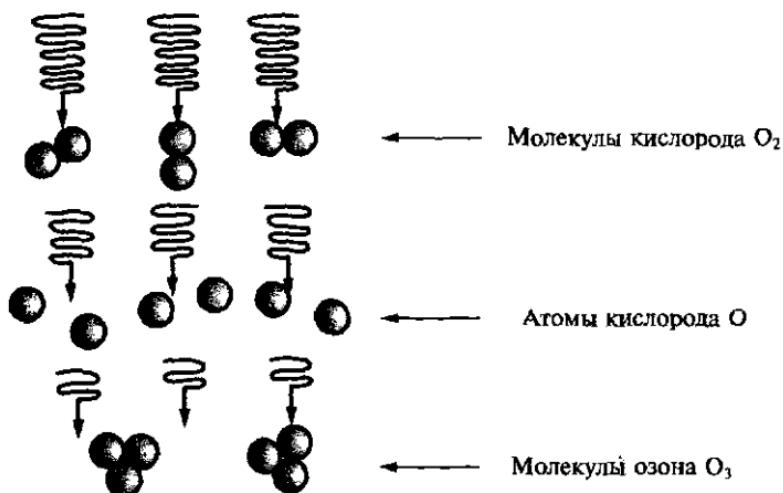


Рис. 2. Разрушение молекулы кислорода и преобразование в молекулу озона под действием энергии УФ-излучения

Атмосфера служит:

- 1) «кладовой» кислорода, так необходимого для жизнедеятельности людей, животных, для сжигания любого горючего.
- 2) «кладовой» сырья: азота, аргона, углекислоты для химической промышленности.
- 3) источником ряда элементов и химических соединений для образования органических веществ и функционирования организмов.
- 4) средством получения энергии, например ветродвигателями.
- 5) средством передвижения воздушного транспорта и исследовательских аппаратов.
- 6) для осуществления связи, в частности звуковой, без атмосферы мы бы не могли слышать друг друга.
- 7) Для сброса газообразных и пылевидных отходов промышленности.

В атмосфере происходят разнообразные акустические, оптические и электрические явления.

Изменение физических и химических свойств атмосферы может отрицательно сказаться на растительном и животном мире нашей планеты, на здоровье людей, их работоспособности и продолжительности жизни.

Учитель. Атмосфера, как и вода — незаменимый ресурс, воспроизведение которого силами человека хотя принципиально и возможно, но практически не осуществимо, так как для этого требуется колоссальная энергия. Стражайшая охрана, содействие естествен-

ному воспроизведству воздуха, очистка его обеспечат все потребности общества и природы в чистом воздухе.

И тем не менее атмосфера нашей планеты сильно загрязнена. Сейчас прослушаем сообщение о том, каковы же источники и виды загрязнений атмосферного воздуха.

Докладчик 4. Сильное загрязнение атмосферного воздуха происходит в результате выброса промышленными предприятиями газов и твердых частиц различного происхождения. Широкое использование горючих ископаемых, угля, нефти, торфа приводит к увеличению в атмосфере количества углекислого газа, дополнительным источником которого служат также лесные и степные пожары. По подсчетам ученых, ежегодно в атмосферу поступает примерно $1,3 \cdot 10^{12}$ кг углекислого газа. Вместе с тем в результате активной деятельности человека резко сократились площади, занятые лесами — основными поглотителями углекислого газа на суше. Замена лесов посадками сельскохозяйственных культур, с точки зрения поглощения углекислого газа, не равносочна. Все это влечет за собой превышение поступления углекислого газа в воздух над его потреблением растениями.

Кроме того, сжигание топлива ведет к накоплению в атмосфере оксида углерода, представляющего яд для человека и животных. По исследованиям ученых, из 1 тонны бензина образуется при сгорании 60 кг оксида углерода. Загрязнение воздуха оксидом углерода, а также соединениями тяжелых элементов, в частности, свинца и других продуктов неполного сгорания бензина при работе автотранспорта, приобретает все большие масштабы во всех экономически развитых странах. К тому же каменный уголь и нефть содержат в своем составе еще и значительное количество серы. В топках эта сера превращается в сернистый газ, который, попадая в легкие человека или животного, растворяется и превращается в сернистую, а затем в серную кислоту. В результате действия серной кислоты на организм человека развивается кислородная недостаточность, иначе — удушье, что может привести в тяжелых случаях к смерти.

Кроме того, дымовые газы содержат взвешенные частицы твердых веществ — золу, несгоревшие кусочки угля, сажу.

Химический состав выбросов в атмосферу различен. Он зависит от вида топлива и способа его сжигания, состава производственного сырья, технологии производства. Так, выплавка чугуна сопровождается образованием колосниковой пыли, мельчайших частиц шихты, выбрасываемых вместе с доменным газом, который в свою очередь содержит смолы, оксиды и другие соединения. В дым от суперфосфатных заводов входит фторводород и фториды. Заводы по выплавке цветных металлов поставляют в атмосферу сернистый

газ и пыль, содержащую медь, кварц, соединения сурьмы, кадмия, висмута, мышьяка и ряд других элементов. Сильными источниками загрязнения атмосферы являются ТЭС, которые потребляют наиболее низкосортное топливо, богатое золой и серой, сжигаемое к тому же в пылевидном состоянии (см. рис. 3). При этом с дымо-выми газами в атмосферу выбрасывается 85–93 % золы.

У промышленной пыли ничтожная скорость падения, поэтому самоочищение атмосферы от нее происходит крайне медленно. Большую часть времени пыль остается во взвешенном состоянии, распространяясь в подветренном направлении от источника выброса.

Размеры вмешательства человека в атмосферные процессы в настоящее время измеряются «астрономическими» величинами. Так, за один рейс суперреактивный лайнер сжигает 35 тонн кислорода, а легковой автомобиль потребляет за 1500 км пробега годовую норму кислорода для человека. При ускоренных темпах технического прогресса сокращение запасов кислорода на планете на 1/3 произойдет, как полагают ученые, через 160–180 лет.

Учитель. Кажущаяся беспредельность атмосферы и колоссальные запасы кислорода создали у людей уверенность в неисчерпаемости воздушного бассейна. Но как видно из выступления докладчика, естественный баланс между продуцированием и потреблением кислорода нарушается, ибо существенная часть производимого растениями кислорода стала тратиться на сгорание разнообразного

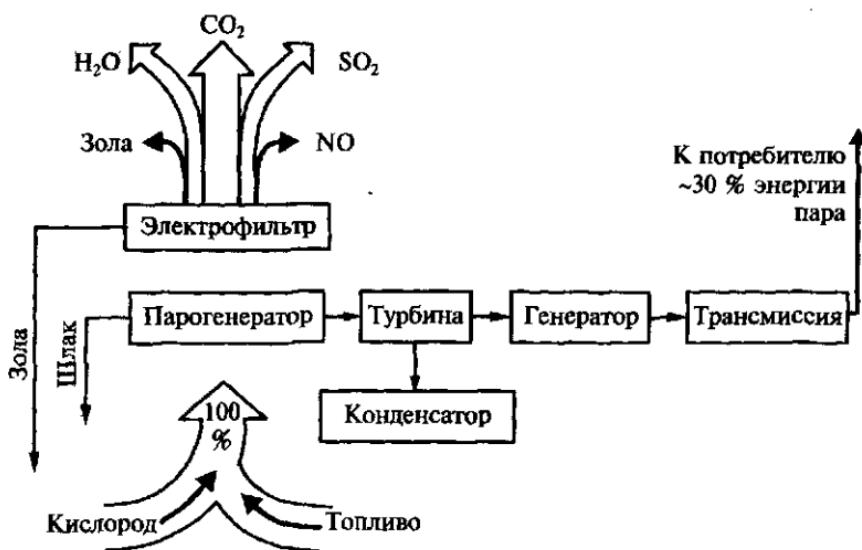


Рис. 3. Загрязнение атмосферы от ТЭС

топлива. В связи с этим проблема охраны, радикального использования и воспроизведения жизненно необходимых элементов атмосферы приобрела в наше время исключительно важное значение.

Каковы же последствия промышленного загрязнения воздуха? Ответ на этот вопрос мы получим из выступления следующего докладчика.

Докладчик 5. Атмосферные загрязнения оказывают вредное воздействие на человека, животных, растения, а также на микроклимат. Дым и сажа поглощают и рассеивают солнечный свет, уменьшая освещенность городов и жилищ. Кроме того, их частицы являются центрами конденсации и повышают тем самым облачность, уменьшая количество солнечных дней.

В ясные дни в «дымовых шапках», окутывающих промышленные центры, теряется значительная часть ультрафиолетовых лучей, представляющих наибольшую ценность для живой природы. При этом нарушается нормальное развитие растений, увеличивается число микробов, а сопротивляемость организма человека заболеваниям падает.

Ультрафиолетовая недостаточность часто становится причиной заболевания ракитом и авитаминозом.

Пепел и другие твердые частицы оседают на поверхности Земли, а находящиеся во взвешенном состоянии проникают в жилища, оседают на стенах, потолках, занавесках, мебели, впитываются в одежду, кожу, легкие.

Они усиливают коррозию металлов, разрушение зданий. Оксид кремния и свободный кремний, содержащийся в летучей золе, могут привести к тяжелому заболеванию легких у горняков, работников коксохимической промышленности, цементных и ряда других предприятий.

Загрязнение воздуха промышленными отходами тяжело сказывается на здоровье людей: появляются головные боли, общее недомогание, снижается работоспособность. Особенно сильно действие на человека загрязнения атмосферы тогда, когда метеорологические условия способствуют застою воздуха. В этом случае туман и мельчайшие взвешенные частицы твердых веществ образуют смог — токсический туман. Наиболее тяжелые последствия смог вызвал в Лондоне в 1952 году. В связи с низкой температурой и полным отсутствием ветра столица Великобритании 5 дней была окутана почти непроницаемым туманом. За это время погибло около 4000 человек и 10 000 человек заболели.

Заслуживает внимания и экономический аспект проблемы. Вместе с промышленными выбросами теряются вещества, которые могли бы быть возвращены в производственный оборот. При использова-

ния серы, содержащейся в отходящих газах цинковых и медеплавильных заводов, можно ежегодно получать до 1,5 млн тонн серной кислоты, которую называют «хлебом» химической промышленности.

Промышленные выбросы в атмосферу приводят к порче множества материалов. Достаточно самого малого количества газообразного сероводорода, чтобы обесцветить поверхность, покрытую краской, в состав которой входит свинец.

Известняк портится, когда в воздухе повышается содержание углекислого газа, так как при высокой влажности образуется угольная кислота, разъедающая известняк. Сернистый газ, вступая в реакцию с водой, образует пары серной кислоты, которая вызывает интенсивную коррозию стали.

Учитель. Мы узнали, каковы последствия загрязнения атмосферы, поэтому становится ясным, почему охрана окружающей среды является весьма важной проблемой. Охрана атмосферы — составная часть охраны природы — представляет собой систему мероприятий местных, государственных, международных по воспроизводству, рациональному использованию, очистке воздуха и контролю за его состоянием.

Докладчик 6. Работа по охране воздуха и его очистке ведется во всех странах с развитой промышленностью. Охрана земной атмосферы включает:

1) Уменьшение и полное прекращение загрязнений физических, механических, химических и биологических.

2) Сохранение и увеличение биомассы производителей кислорода и поглотителей углекислого газа.

3) Сохранение и восстановление оптимальной циркуляции атмосферы в региональном масштабе, а в будущем — и в планетарном.

Охрана чистоты воздуха осуществляется (особенно в европейских странах) весьма широко и последовательно.

1) В городах не разрешается располагать промышленные объекты, сильно влияющие на состав атмосферного воздуха.

2) Химические, металлургические и другие предприятия, распространяющие пыльные и газообразные выбросы, строят на значительном расстоянии от жилых массивов и располагают (от жилых массивов) по отношению к ближайшему жилому району с подветренной стороны господствующих ветров.

3) Вокруг предприятий устраиваются санитарно-защитные зоны, то есть территории этих зон озеленяют.

4) Для уменьшения задымления, запыления и отравления газами воздуха промышленные объекты, загрязняющие атмосферу, строят как правило на возвышенных местах, хорошо обдуваемых ветра-

ми, снабжают трубами значительной высоты, позволяющими выбрасывать дымы и газы в более высокие слои атмосферы.

5) Уголь и нефть подвергаются на обогатительных фабриках специальной обработке, в результате которой они освобождаются от воды и серы.

Одна из основных мер по охране атмосферного воздуха — это строительство очистительных сооружений и устройств.

Все большее значение приобретает введение на всех промышленных предприятиях замкнутых технологических циклов, исключающих загрязнение атмосферы. Повышению эффективности охраны атмосферы способствуют и другие мероприятия:

1) герметизация установок, с помощью которых получается и транспортируется пылевидное топливо;

2) прекращение использования без специальной обработки топлива, при горении которого образуются вредные вещества;

3) прекращение сжигания попутных нефтяных газов в факелях;

4) широкое внедрение в городах, рабочих поселках и на промышленных предприятиях электрических средств транспорта (троллейбусов, электричек, электрокар и т.д.);

5) расширение использования энергии солнечного света, ветра, подземных горячих вод, течений, приливов и отливов;

6) строительство дорог с твердым покрытием, особенно в населенных пунктах;

7) борьба с ветровой эрозией почв и обусловленными ею пылевыми бурями;

8) охрана растительности как производителя кислорода и потребителя углекислого газа;

9) очистка выбросов из заводских труб и выхлопных труб автомашин и других устройств;

10) борьба за прекращение испытаний атомного, химического и бактериологического оружия.

Учитель. Влияние загрязнения воздуха на человеческий организм, на животный и растительный мир огромно. Стратосферное потепление, разрушение озонового «экранного слоя» атмосферы земли чреваты опасностью для всего живого на земле.

Для создания атмосферы природе понадобились миллионы лет; человеку достаточно несколько десятилетий, чтобы ее разрушить, так как биосфера не в состоянии справиться с нагрузкой, приспособиться к ней, нейтрализовать ее отрицательное воздействие при помощи самоочищения.

Увеличивающееся загрязнение приобрело глобальный характер, угрожающий здоровью человека и среде его обитания необратимыми изменениями.

Проблемы охраны окружающей среды, рационального природопользования и воспроизведения природных ресурсов требуют глобального знания законов природы и умелого их использования человеком в интересах нынешних и будущих поколений.

Урок 3. ПОЛУЧЕНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ИЗОТОПОВ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

Тип урока: семинар.

Интеграция предметов: физика – химия – биология.

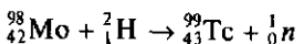
Ход урока

Учитель. В атомной индустрии все возрастающую ценность для человечества представляют радиоактивные изотопы. С помощью ядерных реакций можно получить радиоактивные изотопы всех химических элементов, встречающихся в природе только в стабильном состоянии.

Сегодня на семинаре мы выясним, как получают радиоактивные изотопы и в каких отраслях науки и техники их применяют.

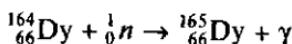
Доклад 1 «Получение радиоактивных изотопов»

Радиоактивные изотопы получают в атомных реакторах и на ускорителях элементарных частиц. В настоящее время производством изотопов занята большая отрасль промышленности. Первым элементом, созданным искусственным путем, был технеций ^{99}Tc . Он был получен в 1937 г. при бомбардировке молибдена дейтерием.



Прометий $^{145}_{61}\text{Pm}$, франций $^{223}_{87}\text{Fr}$, не имеющие стабильных изотопов, впервые получены искусственно.

В 1935 году венгерский физико-химик Хевеши облучил нейтронами химический элемент диспрозий $^{164}_{66}\text{Dy}$. В результате опыта прибор зафиксировал очень высокую радиоактивность образца. Нерадиоактивный диспрозий стал радиоактивным.



С помощью ядерных реакций получены трансурановые элементы от нептуния $^{237}_{93}\text{Np}$ до мейтнерия, 109-го элемента таблицы Менделеева. Элементы от 104 до 108 синтезированы в г. Дубне. Элемент 108 одновременно синтезирован в Германии, там же синтезирован элемент 109.

Учитель. В настоящее время как в науке, так и в производстве все более широко начинают применяться радиоактивные изотопы различных химических элементов. Наибольшее применение нашел метод «меченых атомов».

Доклад 2 «Метод меченых атомов»

Метод «меченых атомов» основан на том, что химические свойства радиоактивных изотопов не отличаются от свойств нерадиоактивных изотопов тех же элементов, но они являются источниками радиоактивного излучения. Радиоактивные изотопы, введенные в изучаемый объект, дают возможность исследовать свойства вещества и ход разнообразных процессов.

Обнаружить радиоактивные изотопы можно очень просто, по их излучению. Радиоактивность является своеобразной меткой, с помощью которой можно проследить за поведением элемента при различных химических реакциях и физических превращениях веществ. Ученые давно мечтали о возможности «пометить» атомы так, чтобы можно было следить за их движением. Сейчас с успехом применяют «меченные атомы» в науке, технике, сельском хозяйстве.

Метод «меченых атомов» стал одним из наиболее действенных методов при решении многочисленных проблем биологии, физиологии, медицине. «Меченные атомы» — это атомы изотопов, ядра которых испускают α -, β -частицы или γ -кванты (лучи), это излучение можно обнаружить при помощи особых счетчиков.

Учитель. Остановимся более подробно на том, где и когда радиоактивные изотопы применяют, с какой целью применяют те или иные изотопы в медицине, сельском хозяйстве, промышленности.

Доклад 3 «Радиоактивные изотопы в биологии»

С помощью радиоактивного «меченого» фосфора выявлено интересное явление в природе. Оказывается, в дубовом лесу срастаются корнями по 30 и более деревьев, образуя единую корневую систему. По ней продвигаются не только питательные вещества, но и возбудительные заболевания леса. Теперь стало ясно, почему в дубовом лесу одновременно заболевают много деревьев. Добавлением к кислороду избытка изотопа ^{18}O было установлено, что свободный кислород, выделяемый при фотосинтезе, первоначально входил в состав воды, а не углекислого газа. Метод «меченых атомов» помог установить, что растения получают углекислоту не только через листья из воздуха, но и путем поглощения ее из почвы корневой системой при последующей передаче в зеленые части организма. Одним из наиболее выдающихся исследований, проведенных с помощью «меченых атомов», являлось исследование обмена ве-

ществ в организмах. Было доказано, что за сравнительно небольшое время организм подвергается почти полному обновлению. Слагающие его атомы заменяются новыми. Лишь железо, как показали опыты по изотопному исследованию крови, является исключением из этого правила. Железо входит в состав гемоглобина, красных кровяных шариков. При введении в пищу радиоактивных атомов железа $^{59}_{26}\text{Fe}$ было обнаружено, что они почти не поступают в кровь. Только в том случае, когда запасы железа в организме иссякают, железо начинает усваиваться организмом. «Меченные атомы» широко применяются также в исследованиях биохимии мозга. Оказалось, что процессы возбуждения связаны с увеличением потребления фосфора корой головного мозга; при этом повышается интенсивность обновления рибонуклеиновой кислоты и фосфолипидов. При наркотическом сне обмен рибонуклеиновой кислоты, фосфопротеинов и фосфолипидов уменьшается. При помощи «меченых атомов» следят за движением питательных веществ в организме животного. Для этого в организм вводят радиоактивный изотоп (чаще всего радиофосфор), а затем определяют содержание его в той или иной ткани или органе. Все наблюдения выполняются в живом организме без нарушения его нормальной жизнедеятельности.

Доклад 4 «Радиоактивные изотопы в медицине»

Метод «меченых атомов» используется в медицине. Это исследование обмена веществ в организме человека, постановка диагноза, терапевтические методы и лечение раковых заболеваний. Радиоактивный натрий, вводимый в небольших количествах в кровь, используется для исследования кровообращения. Йод интенсивно отлагается в щитовидной железе, особенно при базедовой болезни. Наблюдая с помощью счетчика за отложением радиоактивного йода, можно быстро поставить диагноз. Большие дозы радиоактивного йода вызывают частичное разрушение аномально развивающихся тканей и поэтому радиоактивный йод используют для лечения базедовой болезни. При лечении злокачественных опухолей в качестве излучателя γ -лучей используется радиоактивный кобальт (кобальтовая пушка). Для лечебных целей применяют также радиоактивный изотоп фосфора. Поступившее в организм через рот, это вещество концентрируется в соответствующих органах и тканях организма, где распадаясь, действует своим излучением на близлежащие ткани. Радиоактивный фосфор концентрируется в компактном веществе трубчатых костей. Распадаясь с излучением электронов, он облучает находящийся в костях костный мозг и этим нормализует нарушения при некоторых заболеваниях кроветворения.

Доклад 5 «Радиоактивные изотопы в сельском хозяйстве»

Все более широкое применение получают радиоактивные изотопы в сельском хозяйстве. Предпосевное облучение семян, предпосевное замачивание семян в радиоактивных растворах, внесение в почву радиоактивных веществ в качестве микроудобрений, облучение растущих растений небольшими дозами γ -лучей от радиоактивных препаратов приводит к заметному увеличению урожайности. Большие дозы радиации вызывают мутации у растений и микроорганизмов, что в отдельных случаях приводит к появлению мутантов с новыми цennymi свойствами (радиоселекция). Так выведены ценные сорта пшеницы, фасоли, кукурузы, гороха и других культур, а также получены высокопродуктивные микроорганизмы, применяемые в производстве антибиотиков. Картофель, облученный γ -лучами, не портится и не прорастает более года. γ -излучение радиоактивных изотопов используется также для борьбы с вредными насекомыми. Для уничтожения вредителей на табачных плантациях растения опрыскивают содержащими мышьяк химическими соединениями. Если мышьяк попадает в организм человека с табачным дымом, то он накапливается в волосах. При облучении пряди волос нейтронами образуется радиоактивный мышьяк. Исследуя его излучение, можно установить концентрацию мышьяка в волосах и сравнить с нормой. На основе этих данных разрабатывают рекомендации о допустимом количестве мышьяка в сельскохозяйственных химикахтах.

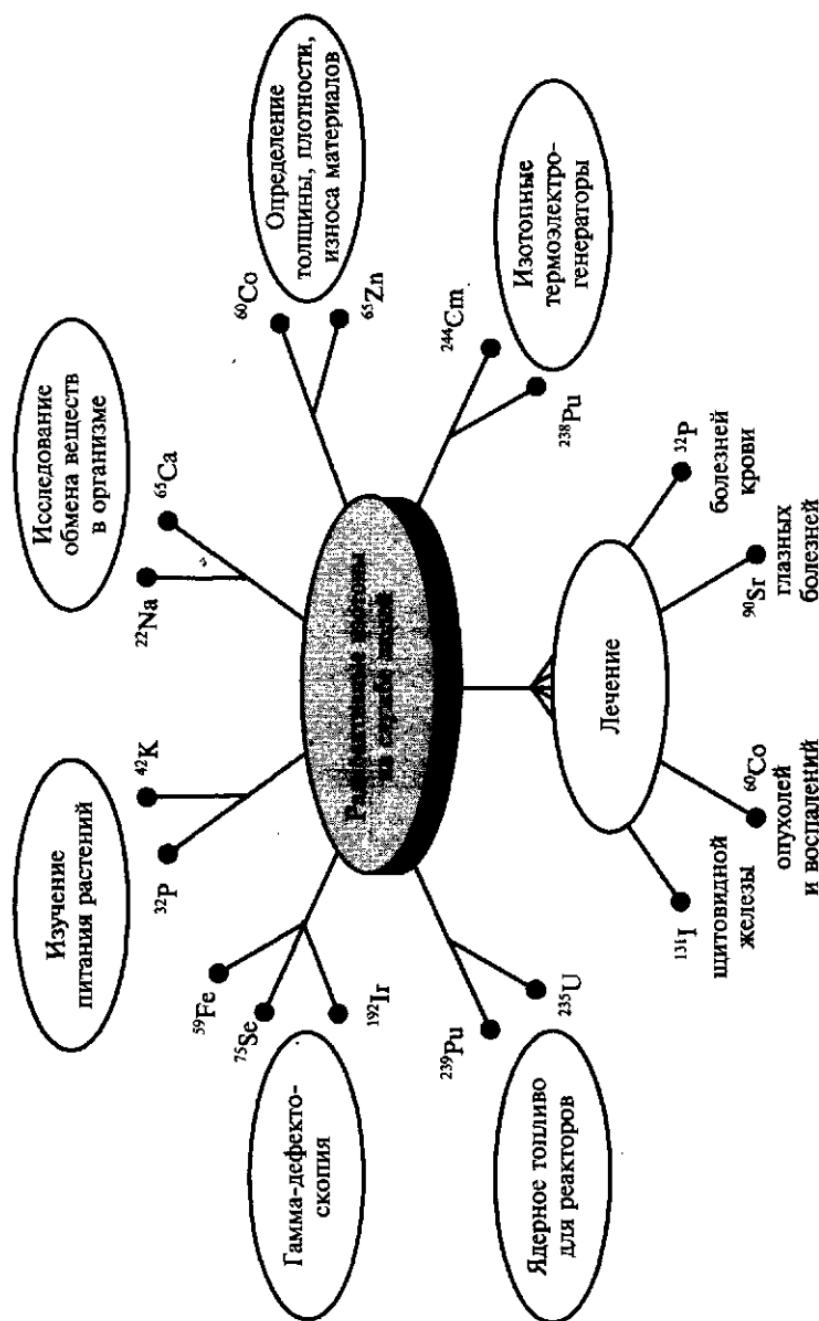
Широкое применение получили «меченные атомы» в агротехнике. Чтобы выяснить, какое из фосфорных удобрений лучше усваивается растением, помечают различные удобрения радиоактивным фосфором $^{32}_{15}\text{P}$. Исследуя затем растения на радиоактивность, можно определить количество усвоенного ими фосфора из различных сортов удобрения.

γ -излучения радиоактивных изотопов используются также для консервации пищевых продуктов.

На птицефабрике облучают яйца. Благодаря этому из каждого 100 яиц в результате инкубации выводится в среднем 97 цыплят, то есть на 7 штук больше, чем без облучения.

Доклад 6 «Радиоактивные изотопы в промышленности»

Не менее обширно применение радиоактивных изотопов в промышленности. Одним из примеров этого может служить способ контроля износа поршневых колец в двигателях внутреннего сгорания. Облучая поршневые кольца нейtronами, вызывают в них ядерные реакции, то есть делают кольца радиоактивными. При работе двигателя частички материала кольца попадают в смазочное масло. Исследуя уровень радиоактивности масла после определенного времени работы двигателя, определяют износ колец.



Радиоактивные изотопы позволяют судить о диффузии металлов, процессах в доменных печах. Мощное γ -излучение радиоактивных препаратов используют в тяжелой промышленности для исследования внутренней структуры металлических отливок с целью обнаружения в них дефектов.

В рыболовной промышленности также используют метод «меченых атомов». Чтобы проследить, как далеко уходят в море мальки, выращенные на рыбозаводах, их помещают на некоторое время в воду, содержащую радиоактивный фосфор. Фосфор поступает в организм мальков, после чего их выпускают в море. Затем при проверке рыбных уловов, проведенных в разных местах моря, можно узнать рыбу с «меченым атомом».

Широкие возможности открываются при использовании радиоактивных изотопов для создания приборов и средств автоматики.

Доклад 7 «Радиоактивные изотопы в археологии»

Для датирования горных пород и минералов, археологических раскопок используют радиоуглеродный метод. Метод радиоактивного углерода применяют для определения возраста древних предметов органического происхождения (дерева, древесного угля, тканей и т. д.).

В растениях всегда имеется β -радиоактивный изотоп углерода ^{14}C с периодом полураспада 5700 лет. Он образуется в атмосфере Земли в небольшом количестве из азота под действием нейтронов космического излучения.



Образующийся радиоактивный изотоп углерода быстро окисляется. Соединяясь с кислородом, этот углерод образует углекислый газ, поглощаемый растениями, а затем в виде пищи попадает в живые организмы. Один грамм углерода из образцов молодого леса испускает около 15 β -частиц в секунду. После гибели организма пополнение его радиоактивным углеродом прекращается. Имеющееся же количество этого изотопа убывает за счет радиоактивности. С момента гибели организма концентрация этого изотопа углерода в тканях постепенно уменьшается и по количеству оставшегося ^{14}C , зная период его полураспада, можно определить время гибели организма.

Опыты по использованию ^{14}C для установления возраста древностей связаны с именем американского ученого Либби, который в 1947 г. признан автором метода радиоуглеродного датирования. Определяя процентное содержание радиоактивного углерода в органических остатках, можно определить возраст, если он лежит в пределах от 1000 до 100 000 лет. Таким методом узнают возраст египетских мумий, остатков доисторических костров, археологических находок.

Но радиоуглеродный метод исследования пригоден только для изучения органических остатков.

Учитель. Радиоуглеродное датирование считается наиболее надежным и точным. А сейчас попробуем определить возраст древнего предмета.

Задача

Активность изотопа углерода ^{14}C в древнем деревянном предмете составляет $4/5$ активности этого изотопа в свежерубленном дереве. Период полураспада ^{14}C равен 5570 лет. Определите возраст древнего предмета.

Дано:

$$A = \frac{4}{5} A_0,$$

$$\begin{array}{l} T = 5570 \text{ лет} \\ t = ? \end{array}$$

Решение:

Активностью радиоактивного вещества называется число ядер, распавшихся в единицу времени.

$A = \frac{|\Delta N|}{\Delta t} = \lambda N$, λ – постоянная распада. По закону радиоактивного распада $N = N_0 e^{-\lambda t}$, тогда:

$$A = \lambda \cdot N_0 e^{-\lambda t}.$$

В начальный момент времени активность $A_0 = \lambda \cdot N_0$. Следовательно:

$$A = A_0 e^{-\lambda t}.$$

$\lambda = \frac{\ln 2}{T}$ – постоянная распада; T – период полураспада; e – основание натурального логарифма, $e \approx 2,7$. Тогда $\frac{A}{A_0} = e^{-\lambda T}$.

Логарифмируя, получим: $\ln \frac{A}{A_0} = -\lambda T$; $\ln \frac{A}{A_0} = \frac{\ln 2}{T} \cdot t$;

отсюда: $t = \frac{T \ln \frac{A}{A_0}}{\ln 2}$; $t = \frac{-5570 \cdot \ln \frac{4}{5}}{\ln 2} = \frac{-570 \cdot (-0,225)}{0,695} = 1808 \text{ лет.}$

Ответ. ≈ 1800 лет.

Урок 4. ФИЗИКА В СТИХАХ

Интеграция предметов: физика – литература.

Пояснительная записка:

1. Класс разбивается на две группы.
2. Каждая группа выполняет по два домашних задания, которые раскрываются в конце конкурса.
3. Интегрированный урок-конкурс проходит под руководством учителей физики и литературы.

4. Учитель литературы зачитывает отрывок из стихотворения с указанием автора и произведения, а учитель физики задает вопрос группам.

5. Какая группа первая даст правильный ответ, та и получает 5 баллов.

6. Если ответ неточный или неверный, то право заработать баллы имеет следующая группа.

7. Какая группа набрала больше очков, та и является победителем конкурса.

Эпиграф на доске: «Наука и искусство так же тесно связаны между собой, как легкие и сердце.» (Л.Н. Толстой)

Ход урока

Учитель литературы. Ребята, Лев Николаевич Толстой однажды сказал... (читает эпиграф) А у поэта Мицкевича есть такие строки:

Как наша прожила б планета,
Как люди жили бы на ней
Без теплоты, магнита, света
И электрических полей?

Учитель физики. Вы привели верный пример, как нельзя кстати подходящий к нашему сегодняшнему состязанию. Ведь это так и есть — **наука и искусство неотделимы**.

Ученые проявляют огромный интерес к литературе и искусству, а музыкантов, писателей, художников интересуют тайны мироздания.

Я приведу вам примеры того, что творчество в науке вполне совместимо с занятиями искусством.

Леонардо да Винчи, Ломоносов внесли большой вклад как в науку, так и в искусство: Ломоносов писал оды в стихах, а Леонардо да Винчи — рисовал.

Физики Эйнштейн, Планк, Гейзенберг увлекались музыкой, а Максвелл и Вавилов — поэзией.

Известны литературные переводы Винера, основателя кибернетики. Серьезно занимался живописью астроном Коперник.

Как видите, даже великие ученые находили время заниматься наукой и играть на скрипке или писать стихи.

Учитель литературы. Известны случаи, когда писатели в своих художественных произведениях опережали некоторые научные выводы. Например, римский поэт, живший в начале I в. до н.э., Лукреций Кар высказал в своем знаменитом произведении «О природе вещей» мысли, которые нашли свое подтверждение лишь в современной науке. Вот послушайте:

Плате сыреет всегда, а на солнце вися, оно сохнет;
Видеть, однако, нельзя, как влага на нем оседает;
Да и не видно того, как она исчезает от зноя.

Значит, дробится вода на такие мельчайшие части,
Что недоступны они совершенно для нашего глаза.

Или вот эти строки:

Так как есть предельная некая точка
Тела того, что уже недоступно для нашего чувства,
То, несомненно, она совсем неделима на части,
Будучи меньше всего по природе своей...

Учитель физики. Здорово! Более 2000 лет назад поэт предвосхил некоторые выводы науки об мельчайших частицах ми-роздания.

Учитель литературы. А поэт Брюсов в 1922 году поэтически представил сложную структуру электрона:

Быть может, эти электроны —
Мирь, где пять материков,
Искусство, знанья, войны, троны
И память сорока веков!
Еще быть может, каждый атом —
Вселенная, где сто планет;
Там все, что есть в объеме сжатом,
Но так же то, чего здесь нет.

Учитель физики. Вы правы. Ведь известны случаи, когда произведения искусства подсказывали исследователям новые темы. Например, инженера Ю. Денисюка рассказ Ефремова «Тень минувшего» натолкнул на мысль о получении объемного изображения предметов. Была получена голограмма. А роман Алексея Толстого «Гиперболоид инженера Гарина» подтолкнул ученых к созданию лазера.

Учитель физики. Ребята, сегодня мы поговорим о физике в стихах. Ведь во многих произведениях поэтов можно прочесть описание того или иного физического закона или явления. Интересно подметить это явление, объяснить его физическую сущность. Сегодня мы этим будем заниматься. Итак, физика в стихах!

Учитель литературы. Ю.П. Кузнецов «Отцепленный вагон»:

Усыпал нас большой перегон,
Проводник и кондуктор исчезли.
Говорят, отцепили вагон
На каком-то безвестном разъезде.
Мы, не зная, из окон глядим.
Только поезд пройдет вдоль разъезда,
Нам покажется — мы не стоим,
А безмолвно срываемся с места.
Только он промелькнет — обнажится
То же зданьице, поле окрест.

То умчится, то снова примчится
Наш вагон на пустынный разъезд.

Учитель физики. Какой физический принцип иллюстрируют эти поэтические строки?

Ученики. Принцип относительности движения.

Учитель литературы. А.Т. Прасолов «Вознесенье железного духа...»:

А под крыльями — пыльное буйство,

Травы сами прогнуться спешат.

И внезапно — просторно и пусто.

Только кровь напирает в ушах.

Учитель физики. Почему в самолете «закладывает уши»?

Ученики. Закладывает уши, так как при взлете самолета скаживается разность давлений: с высотой давление падает.

Учитель литературы. В.Я. Брюсов «В море»:

Ночью светлой, ночью белой

Любо волнам ликовать,

Извиваться влажным телом,

Касы пенные взметать;

Хороводом в плавной пляске

Парус старый обходить,

За кормой, играя в прятки,

Вить серебряную нить...

Учитель физики. Почему изменяется характер движения волн за кормой судна?

Ученики. На судно действует сила сопротивления воды, и за кормой образуется турбулентное движение.

Учитель литературы. А.А. Фет «Осень»:

Выйдешь — поневоле

Тяжело — хоть плачь!

Смотришь — через поле

Перекати-поле

Прыгает, как мяч.

Учитель физики. Почему перекати-поле «прыгает, как мяч»?

Ученики. Подъемная сила возникает вследствие несимметричности обтекания тела потоком воздуха.

Учитель литературы. А.Т. Прасолов «В тяжких волнах наружного гула»:

В тяжких волнах наружного гула

И в прозрачном дрожанье стекла

Та же боль, что на время уснула,

И опять, отдохнув, проняла.

Учитель физики. Почему стекла в окнах иногда дрожат?

Ученники. При совпадении собственной частоты колебаний оконных стекол с частотой колебаний наружного воздуха наступает резонанс. При этом амплитуда стекла возрастает.

Учитель литературы. И.В. Северянин «Идиллия»:

Разведи костер у брода,
Где ковровые поля;
Пусть потрескивает хворост,
Согревается земля.

Учитель физики. Почему потрескивает хворост?

Ученники. Воздух и волевые пары, содержащиеся в дереве, при нагревании расширяются и разрывают волокна дерева, поэтому слышен треск.

Учитель литературы. И.А. Бунин «Бушует талая вода...»:

Дымятся черные бугры
И утром в воздухе нагретом
Густые белые пары
Наполнены теплом и светом.

Учитель физики. Почему весной «дымятся черные бугры»?

Ученники. Черные бугры солнцем нагреваются сильнее, чем окружающая почва, и начинается интенсивное испарение. В утреннем, еще холодном воздухе пары конденсируются.

Учитель литературы. Ю.П. Кузнецов «Родство»:

Ребенок соломинку взял,
Увлекся простым подражаньем.
И радужный шар воссиял,
Наполненный чистым дыханьем.

Учитель физики. Почему «радужный шар воссиял»?

Ученники. Наблюдается интерференция света в тонких пленках.

Учитель литературы. Ф.И. Тютчев «Успокоение»:

Гроза прошла — еще курясь, лежал
Высокий дуб, перунами сраженный,
И сизый дым с ветвей его бежал
По зелени, грозою освеженный.

Учитель физики. Почему дуб чаще многих деревьев поражается молнией?

Ученники. Дуб имеет корни, глубоко уходящие в почву.

Учитель литературы. Н.С. Гумилев «Капитаны»:

Там волны с блестками и всплесками
Непрекращаемого танца,
И там летит скачками редкими
Корабль Летучего Голландца.
Ни риф, ни мель ему не встретятся,
Но, знак печали и несчастий,

Огни святого Эльма светятся,
Усеяя борт его и снасти.

Учитель физики. Как объяснить возникновение огней святого Эльма на кораблях?

Ученики. Огни святого Эльма — коронный разряд, возникающий в неоднородном электростатическом поле острия, провода и т. д. В этих зонах происходит ионизация, в результате вокруг острия возникает свечение.

Учитель литературы. И.А. Бунин «Компас»:

Но откуда б, в ветре и тумане,
Ни швыряло пеной через борт,
Верю — он опять поймает Nord,
Крепко сплю, мотаясь на диване.
Не собьет с пути меня никто,
Некий Nord моей душою правит,
Он меня в скитаньях не оставит,
Он мне скажет, если что: не то!

Учитель физики. Почему стрелка компаса все время показывает на север?

Ученики. Стрелка компаса направлена вдоль силовой линии магнитного поля Земли, и северный полюс стрелки направлен на север географический, так как вблизи него южный магнитный полюс.

Учитель литературы. Ф.И. Тютчев «День вечереет, ночь близка...»:

День вечереет, ночь близка,
Длинней с горы ложится тень,
На небе гаснут облака...
Уж поздно, вечереет день.

Учитель физики. Почему вечером тени удлиняются?

Ученики. Так как Солнце низко над горизонтом и угол падения световых лучей увеличивается, то тени удлиняются.

Учитель литературы. Ф.И. Тютчев «В небе тают облака...»:

В небе тают облака,
И лучистая на зное
В искрах катится река,
Словно зеркало стальное.

Учитель физики. Почему поверхность воды искрится?

Ученики. На поверхности воды всегда есть рябь. Водную поверхность можно представить как совокупность вогнутых и выпуклых зеркал. Вогнутые поверхности фокусируют солнечные лучи.

Учитель литературы. Л.Н. Мартынов «Гиперболы»:

И нефть, попав из бака в водоем,
Павлиний хвост внезапно распустила.

Она об органическом своем
Происхожденьи снова загрустила.

Учитель физики. Почему нефть на поверхности воды окрашивается в радужные цвета?

Ученики. Наблюдается интерференция света. От обеих поверхностей пленки происходит отражение света. В результате возникают когерентные волны, вследствие их наложения происходит гашение одних цветов спектра и усиление других, поэтому места пленки, обладающие разной толщиной, будут иметь различные цвета.

Учитель литературы. И.В. Гете «Фауст»:

А светящиеся мушки
Вьются на его опушке
Кучами, несметным скопом,
Огненным калейдоскопом.

Учитель физики. Какой вид излучения у насекомых наблюдается?

Ученики. Хемилюминесценция. Светящееся пятно на спинке насекомого имеет температуру почти ту же, что и окружающая среда. Химические реакции, идущие в биоклетках этих насекомых, проходят с выделением энергии в виде света.

Учитель литературы. Ф.И. Тютчев «Да, вы сдержали ваше слово...»:

Счастлив в наш век, кому победа
Далась не кровью, а умом,
Счастлив, кто точку Архимеда
Умел сыскать в себе самом.

Учитель физики. Что поэт подразумевает под «точкой Архимеда»?

Учитель литературы. Ребята, наука и искусство — веление сегодняшнего дня. Сегодня мы вместе сделали попытку «навести мосты» между физикой и художественным словом. Искусство будет фантазию, питает воображение человека. Сбываются слова Флобера, великого французского романиста XIX века, который предсказывал: «Чем дальше, тем Искусство становится более научным, а наука более художественной; расставшись у основания, они встречаются когда-нибудь на вершине».

В заключение хочу сказать: тот, кто по-настоящему увлечен физикой, должен развиваться эстетически, дружить с литературой и искусством.

Домашнее задание

1. Сочинить стихотворение о физическом приборе (камертон).
2. Найти в литературных произведениях описание физического явления (радуги).

1 группа

1) Молоточком взмах, и — стук,
 Тут же в нем проснулся звук.
 «Ля» мы слышим чистый тон
 Так звучит наш камертон.
 Он звучит, звучит, звучит,
 Но когда же замолчит?
 Смело взял его рукой
 Тишина вокруг, покой.

2) Ф.И. Тютчев «Как неожиданно и ярко...»

Как неожиданно и ярко,
 На влажном неба синеве,
 Воздушная воздвиглась арка
 В своем минутном торжестве!
 Один конец в леса вонзила,
 Другим за облака ушла —
 Она полнеба обхватила
 И в высоте изнемогла.

2 группа

1) Два рожка и коробок,
 Вот стучу я смело в бок.
 Вдруг прибор мой зазвучал,
 А до этого молчал.
 Что усиливает звук
 Взмах руки и сильный стук?
 Вопрос простой, не надо быть оратором,
 Коробку называют резонатором.

2) А. Береснев «Семицветное чудо»

Ах, надо же было
 Такому случиться:
 Семь перьев в пути
 Обронила Жар-птица.
 А ветер нашел их,
 Присвистнул: «Откуда?
 И кто потерял
 Семицветное чудо?»
 Собрал, разложил
 В вышине полукругом,
 И радуга вспыхнула
 Ярко над лугом.

(Подведение итогов конкурса и награждение команды тортом.)

Урок 5. ТЕРМОЯДЕРНЫЙ СИНТЕЗ

Интеграция предметов: физика — химия.

Пояснительная записка: на уроке понадобятся плакат реакции термоядерного синтеза; рисунок водородной бомбы на листе ватмана.

Ход урока

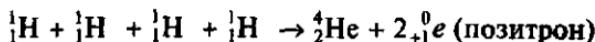
Учитель. Сегодня на уроке мы познакомимся с термоядерными реакциями, выясним условия, при которых они могут протекать, рассчитаем энергетический выход одной из термоядерных реакций, выясним, почему термоядерные реакции неуправляемы и какие исследования ведутся для создания управляемого термоядерного синтеза.

Мы уже рассмотрели получение энергии при делении ядер атомов тяжелых элементов. Но ядерную энергию можно получить и путем соединения ядер легких элементов.

При каком условии возможно слияние ядер и почему выделяется громадная энергия?

Дело в том, что масса покоя ядра гелия значительно меньше суммы масс покоя четырех ядер атома водорода. Это означает, что при слиянии легких ядер масса покоя уменьшается, а следовательно, должна выделяться значительная энергия. Запишем эту реакцию.

Ученик у доски:



Учитель: Определим массу ядер до реакции и после реакции.

Ученик у доски. Масса до реакции:

$$\begin{array}{r} 1,007825 ({}^1\text{H}) \\ + 1,007825 ({}^1\text{H}) \\ + 1,007825 ({}^1\text{H}) \\ + 1,007825 ({}^1\text{H}) \\ \hline m = 4,031300 \text{ а.е.м} \end{array}$$

$$m = 4,031300 \text{ а.е.м}$$

Масса после реакции:

$$\begin{array}{r} 4,031300 ({}^4\text{He}) \\ + 0,001098 (2 {}_{+1}^0 e) \\ \hline m = 4,003701 \text{ а.е.м} \end{array}$$

Учитель. Как видно из расчетов, масса ядер до реакции больше, чем после реакции, значит, реакция синтеза идет с выделением энергии.

Подобного рода реакции слияния легких ядер могут протекать только при очень высоких температурах. Поэтому они называются термоядерными.

Так что же такое термоядерная реакция?

Ученик. Реакция слияния легких ядер при очень высокой температуре, сопровождающаяся выделением энергии, называется термоядерной.

Учитель. Почему же для протекания реакции необходима высокая, даже очень высокая температура?

Ученик. Для слияния ядер необходимо, чтобы они сблизились на расстояние около 10^{-12} см, то есть чтобы они попали в сферу действия ядерных сил.

Учитель. Ну и что же мешает им сблизиться?

Ученик. Этому сближению препятствует кулоновское отталкивание ядер, так как ядра заряжены положительно.

Учитель. Ну и как же преодолеть кулоновское отталкивание?

Ученик. Отталкивание может быть преодолено лишь за счет большой кинетической энергии теплового движения ядер, вот поэтому реакция синтеза может протекать только при очень высокой температуре.

Учитель. Энергия, которая выделяется при термоядерных реакциях в расчете на один кулон, превышает удельную энергию, выделяющуюся при цепной реакции деления ядер тяжелых элементов.

Вот давайте рассчитаем энергетический выход уже написанной реакции.

Ученик у доски. Определим разность масс до реакции и после:

$$\Delta m = m_1 - m_2;$$

$$\Delta m = 4,031300 - 4,003701 = 0,027599 \text{ а.е.м.}$$

Чтобы рассчитать энергетический выход этой реакции, надо:

$$E = \Delta m \cdot c^2 \text{ или } E = \Delta m \text{ (а.е.м.)} \cdot 931 \text{ МэВ/а.е.м.};$$

$$E = 0,027599 \cdot 931 \approx 26 \text{ МэВ.}$$

Учитель. Определим энергию, приходящуюся на один нуклон.

Ученик.

$$E_{\text{уд}} = \frac{E}{A} = \frac{26 \text{ МэВ}}{4} = 6,5 \text{ МэВ!}$$

Учитель. Теперь сравним полученную энергию с энергией, которая выделяется при делении ядер урана.

Ученик. Реакция деления ядер урана-235 сопровождается выделением энергии 208 МэВ.

Учитель. А чему равна энергия, приходящаяся на 1 нуклон при цепной реакции деления урана-235?

$$\text{Ученик. } E_{\text{уд}} = \frac{E}{N} = \frac{208 \text{ МэВ}}{235} \approx 0,89 \text{ МэВ!}$$

Учитель. Ну а теперь сделаем сравнение

$E_{\text{уд.}} = 6,5 \text{ МэВ}$ — при термоядерном синтезе гелия.

$E_{\text{уд.}} = 0,89 \text{ МэВ}$ — при цепной ядерной реакции урана.

Ученик. Реакция синтеза ядер в энергетическом отношении более выгодна, чем реакция деления тяжелых ядер.

Учитель. Осуществить термоядерную реакцию сложно, так как необходима очень высокая температура. Но энергия излучения Солнца и звезд имеет термоядерное происхождение. Послушаем небольшое сообщение.

Докладчик 1.

В 1939 году американский физик Бете выдвинул гипотезу, согласно которой одним из источников звездной энергии является синтез гелия из водорода, входящих в состав звезд и Солнца. Эту реакцию мы уже рассматривали.

По современным представлениям, на ранней стадии развития звезда в основном состоит из водорода. Наше Солнце тоже состоит из водорода и около 10 % гелия, а на другие более тяжелые элементы приходится ~2 % массы Солнца.

История существования любой звезды — это борьба между силой гравитации, стремящейся ее неограниченно сжать, и силой газового давления, стремящейся ее «распылить», рассеять в окружающем межзвездном пространстве. При сжатии звезды недра ее нагревались до чудовищной температуры, при которой и стал возможен термоядерный синтез. В центре Солнца температура около 15 000 000 К. При такой температуре идет термоядерный синтез.

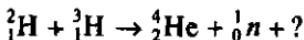
На Солнце и звездах силы тяготения не позволяют раскаленной плазме расшириться, и термоядерные реакции протекают в центральной зоне на неизменном уровне в течение миллионов лет.

В течение чудовищно больших сроков сила гравитации и сила газового давления уравновешивают друг друга.

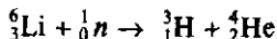
Но запасы водорода уменьшаются, поэтому дальнейшая судьба звезды определяется величиной ее массы.

Учитель. Как видите, термоядерные реакции играют решающую роль в эволюции Вселенной. Все эти реакции сопровождаются выделением энергии, обеспечивающей излучение света звездами на протяжении миллиардов лет.

Осуществление управляемых термоядерных реакций на Земле сулит человечеству новый, практически неисчерпаемый источник энергии. Наиболее перспективной в этом отношении является реакция слияниядейтерия и трития.



Дейтерий стабилен и входит в качестве небольшой примеси в обычный водород. Тритий в природе нет, он получается из лития в результате ядерной реакции.



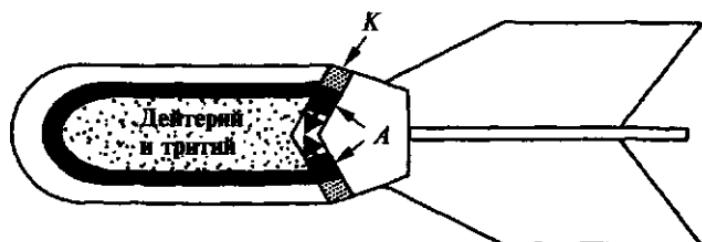
Первые термоядерные реакции осуществлены почти одновременно в СССР и в США при взрыве водородной бомбы. Как осуществляется эта термоядерная реакция в водородной бомбе?

Докладчик 2. В водородной бомбе осуществляется синтез ядер гелия из ядер изотопов водорода (дейтерия и трития). Сближаясь, ядра дейтерия и трития попадают в сферу действия мощных ядерных сил. Эти силы связывают два нейтрона и два протона в устойчивую систему, представляющую собой ядро атома гелия.

При этом лишний нейтрон выбрасывается с огромной скоростью.



Термоядерные реакции, которые осуществляются в водородной бомбе, неуправляемы, носят взрывной характер.



Водородная бомба имеет прочную металлическую оболочку, размеры которой больше размеров атомной бомбы. В этой оболочке помещается запас водородного горючего, содержащего дейтерий и тритий. Вблизи него находятся два удаленных друг от друга куска вещества *A* (урана или плутония — заряд атомной бомбы). Для сближения частей урана или плутония используются заряды обычного взрывчатого вещества *K* (тротила). При взрыве тротила атомные заряды сближаются, давая критическую массу. В момент их соеди-

нения происходит атомный взрыв, развивается сверхвысокая температура как следствие — синтез водородного горючего.

Взрыв водородной бомбы, так же как и атомной, сопровождается высокой температурой, ударной волной и выделением радиоактивных продуктов распада.

Так как для водородных бомб не существует критической массы, то мощность их не имеет ограничения.

Учитель. Оценим энергетический выход данного термоядерного синтеза на примере задачи.

Задача

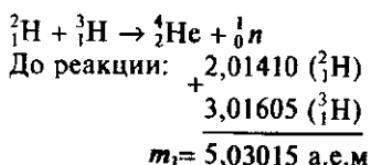
При осуществлении термоядерной реакции синтеза ядер гелия из изотопов водорода —дейтерия и трития определите, какая энергия освободится при синтезе 1 г гелия. Сколько каменного угля надо сжечь для получения такой же энергии?

Ученик у доски.

Дано:

$$\begin{aligned}m &= 1 \text{ г} = 10^{-3} \text{ кг} (\text{He}_4), \\M &= 4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}, \\q &= 2,7 \cdot 10^7 \text{ Дж/кг}, \\m_{\text{уг}} - ?\end{aligned}$$

Решение:



$$\begin{array}{c}\text{После реакции: } + 4,00260 ({}^4\text{He}) \\ \qquad \qquad \qquad + 1,00866 ({}^1n) \\ \hline m_2 = 5,01126 \text{ а.е.м.}\end{array}$$

$$\Delta m = m_1 - m_2; \Delta m = 5,03015 - 5,01126 = 0,01889 \text{ а.е.м.}$$

$$\Delta E = \Delta m \text{ а.е.м.} \cdot 931 \text{ МэВ/а.е.м.} = 0,01889 \cdot 931 \approx 17,6 \text{ МэВ.}$$

$\Delta E = 17,6 \text{ МэВ}$ — выделяется при синтезе ядра.

$E = \Delta E \cdot N$ — выделяется при синтезе всех ядер в 1 г гелия.

$$N = \frac{m}{M} N_A; N = \frac{10^{-3} \cdot 6 \cdot 10^{23}}{4 \cdot 10^{-3}} = 1,5 \cdot 10^{23} \text{ (атомов гелия в 1 г).}$$

$$E = 17,6 \cdot 1,5 \cdot 10^{23} = 26,4 \cdot 10^{23} \text{ МэВ} — \text{выделяется при синтезе 1 г гелия.}$$

Превратим в джоули: 1 эВ — $1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж, тогда

$$E = 26,4 \cdot 10^{23} \cdot 10^6 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 42,24 \cdot 10^{10} \text{ Дж.}$$

Так как по условию задачи $Q = E$, тогда $Q = q m_{\text{уг}} \Rightarrow$

$$m_{\text{уг}} = \frac{Q}{q} = \frac{E}{q} = \frac{42,24 \cdot 10^{10}}{2,7 \cdot 10^7} = \frac{42,24 \cdot 10^3}{2,7} = \frac{42240}{2,7} \approx 15,6 \text{ т.}$$

Ответ: $\approx 15,6$ т.

Учитель. Как мы видим из расчетов, энергетический выход данного синтеза эквивалентен сгоранию ≈ 16 тонн каменного угля.

Запасы водорода на Земле практически неисчерпаемы, поэтому использование энергии термоядерного синтеза в мирных целях является одной из важнейших задач современной науки и техники.

На Солнце и звездах силы тяготения не позволяют раскаленной плазме термоядерного синтеза расширяться.

Чем же заменить силы тяготения в земных условиях? Как же удержать плазму? Одна из идей, связанных с решением этого вопроса, была высказана Сахаровым и Таммом в 1950 году. Она состоит в применении магнитных сил.

Докладчик 3. В водородной бомбе термоядерная реакция носит неконтрольный характер. Для осуществления управляемой термоядерной реакции необходимо создать и поддерживать температуру порядка 10^8 К. Такие температуры могут быть достигнуты путем создания в плазме мощных электрических разрядов. Основная трудность на этом пути состоит в том, чтобы удержать плазму столь высокой температуры внутри установки. Никакие стенки из вещества здесь не годятся, так как при столь высокой температуре они сразу же превратятся в пар. Удержать высокотемпературную плазму в ограниченном объеме можно с помощью сильных магнитных полей.

Усилия физиков направлены на создание управляемой термоядерной реакции. Эти работы были начаты под руководством академиков Арцимовича и Леонтьевича и продолжаются их учениками.

В установке типа «Токамак» плазма создается в тороидальной камере, заполненной дейтерием при низком давлении. Тороидальная камера является вторичной обмоткой импульсного трансформатора, первичная обмотка которого присоединяется к батарее конденсаторов очень большой электроемкости. При разрядке конденсаторов через первичную обмотку трансформатора в тороидальной камере возникает вихревое электрическое поле, которое вызывает мощный импульс тока. В камере образуется плазма с температурой до нескольких десятков миллионов кельвина. Кроме того, электрический ток (разряд) возбуждает в тороидальной камере сильное магнитное поле, которое удерживает электроны в плазменном шнуре.

На «Токамаке-10» высокотемпературная плазма удерживалась до 0,06 с и примерно это же время в тороидальной камере происходила термоядерная реакция синтеза гелия.

Сейчас в России создана новая установка «Токамак-20».

Учитель. Для создания и удержания высокотемпературной плазмы, в которой протекает термоядерный синтез, можно, как выяснили ученые, использовать лазер. Рассмотрим принцип устройства и работы лазерной установки.

Докладчик 4. Первые исследования по лазерному термоядерному синтезу были проделаны в период 1961–1968 годов. Шарик из замороженной смеси дейтерия и трития очень малого размера облучают равномерно со всех сторон светом лазера. Излучение лазера вызывает нагрев и испарение вещества с поверхности шарика, при этом увеличивается давление.

Под действием этого давления происходит сжатие и нагрев центральной части шарика, что приводит к началу термоядерной реакции.

В 1970 году была запущена первая установка. Она включала предназначенный для сферического облучения девятиканальный лазер.

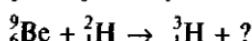
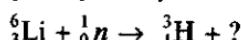
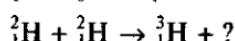
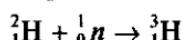
В настоящее время лазерный термоядерный синтез еще не вышел за рамки научно-исследовательских лабораторий.

Учитель. Сегодня на уроке мы изучили термоядерный синтез и вычислили энергетический выход термоядерных реакций. Осуществление управляемого термоядерного синтеза даст человечеству неисчерпаемый источник энергии, так как запасы дейтерия в океанской воде огромны, а добыча его проста и дешева.

Третий этап ядерной энергетики, вероятно, будет связан с использованием энергии, высвобождающейся в процессе синтеза легких ядер.

Дополнительное задание классу

Образование трития происходит следующим образом:



Написать недостающие обозначения в этих ядерных реакциях.

Подведение итогов

Ученик.

Наверно, вам приятно жить в тепле?
 А между тем на маленькой Земле
 Накоплено так много разных бомб,
 Что сколько их — не знает даже Бог!
 Пока что эти бомбы мирно спят.
 И может, было б незачем опять
 О бомбах вспоминать и говорить...
 Но если только взять и разделить
 Взрывчатку, запрессованную в них...

На всех без исключения людей,
 В их первый день и в их последний день...
 На всех людей! — и посчитать потом,
 На каждом будет по пятнадцать тонн!
 Живем мы, и несет любой из нас
 Пятнадцать тонн взрывчатки
 Про запас...

P. Рождественский

Урок 6. ФИЗИКА В РАССКАЗАХ

Тип урока: конкурс эрудитов.

Интеграция предметов: физика — литература.

Пояснительная записка:

1. В течение 45 мин из учащихся класса надо выбрать самого умного, самого быстрого, самого интересного, самого эрудированного ученика.
2. Работа ведется фронтально, вопросы задаются учителем, отвечать может любой ученик класса.
3. Самый точный ответ засчитывается учителем, и ученику в качестве награды дается фрагмент открытки.
4. Открытка режется на 7 неправильных фигур.
5. Ученик, собравший раньше всех из полученных фрагментов полную открытку, считается самым эрудированным.

Ход урока

Рассказ 1

Робинзон Крузо (Дефо) внимательно исследовал свою одежду и обнаружил в карманах несколько монет. Некоторые были золотые, некоторые серебряные.

— Жалкий, ни на что не годный здесь хлам, — подумал он.

Долго и задумчиво смотрел на монеты, а затем вдруг стал раскладывать их по кучкам, приговаривая:

— Эти монеты для разжигания костра, эти монеты — врачи.

Вопрос. Какого металла монету Робинзон выбрал для разжигания костра? Как он собирался с ее помощью разжечь костер?

Ответ. Из серебряной монеты можно изготовить вогнутое зеркало, так как серебро имеет большую отражательную способность, и этим зеркалом можно собрать в «точке» солнечные лучи и ими зажечь сухой мох.

Рассказ 2

Жили дед и баба; и была у них курочка Ряба, снесла курочка яичко: не простое — золотое. Дед бил-бил — не разбил; баба била-

била — не разбила. Мышка бежала, хвостиком задела — яичко упало и разбилось. Дед плачет, баба — плачет; курочка кудахчет:

— Не плачь, дед, не плачь, баба, я снесу вам еще яичко: не золотое — простое.

Вопрос. Кто разбил яйцо?

Ответ. Яйцо разбил тот, кто поднял его над полом: дед, бабка. В этом положении яйцо обладает потенциальной энергией, которая при падении переходит в кинетическую. При ударе о пол кинетическая энергия затрачивается на деформацию, то есть на разрушение.

Рассказ 3

Жил старик с тремя сыновьями. На краю света жил. Кругом тишина гладь, места забытые, непроходимые. Выросли сыновья и просят отца:

— Отпусти нас, батюшка, на мир поглядеть. Хочется по белу свету побродить, уму-разуму поучиться.

Отпустил их отец. Решили братья путешествовать вместе. Сначала старший вел всех на юг. Прошли братья 10 верст, затем повел средний. Еще 10 верст прошли братья, теперь уже на запад. Настала очередь младшего. Он прошел со своими братьями 10 верст на север. И оказались братья, к своему удивлению, у родного дома.

Вопрос. Где жил старик со своими сыновьями?

Ответ. Старик жил на Северном полюсе. В этом случае векторная сумма трех указанных перемещений равна нулю.

Рассказ 4

— То было во время войны с турками, — рассказывает барон Мюнхгаузен, — однажды, спасаясь от турок, попробовал я перепрыгнуть болото верхом на коне. Конь не допрыгнул до берега и мы с разбегу шлепнулись в жидкую грязь. Нужно было выбрать одно из двух: погибнуть или как-то спастись. Ни веревки, ни шеста — ничего под рукой не было. Но голова-то у нас всегда на месте. Я рванул себя за волосы и таким образом вытащил из болота себя вместе с конем, которого скжали обеими ногами, как щипцами.

Вопрос. Может ли человек поднять себя за волосы?

Ответ. Нет, барон не мог себя поднять, то есть не мог сам поднять центр тяжести системы тел всадник — лошадь, так как никакие внутренние силы не могут сообщить телу движение. Движение может быть только при взаимодействии тел (человек — опора). А силы взаимодействия между телами изолированной системы не могут изменить положения центра тяжести системы.

Рассказ 5

Отто Хайл только вчера вернулся с очередного путешествия в Новую Зеландию, а сегодня, сидя в удобном кресле своей виллы, премило вел беседу со своим другом Карлом Саганом. Бутылка боржоми явно была не охлажденной. Хайл отставил стакан.

— Карл, я вспоминаю свою поездку в Египет. Там подают воду в гоулах. Это сосуды из необожженной глины, обладающие той любопытной особенностью, что налитая в них вода становится прохладнее, чем окружающие предметы.

— Мне не доводилось видеть таких кувшинов, — поддержал разговор Саган, — но я читал о них. В Испании их называют — алькараца. А секрет охлаждающего действия этих кувшинов прост.

Вопрос. В чем заключается секрет охлаждающего действия этих кувшинов?

Ответ. Жидкость просачивается через глиняные стенки наружу и там медленно испаряется, отнимая при этом теплоту от сосуда и заключенной в нем жидкости. Чем знонее воздух, тем скорее и обильнее испаряется жидкость, увлажняющая сосуд снаружи, и, следовательно, тем более охлаждается вода внутри кувшина, так как при испарении происходит поглощение энергии.

Рассказ 6

Алеха, скрутив провода, начал тщательно обматывать соединенный разрыв изолентой. Захар Иванович, старый электромонтер, поглядывая на работу молодого напарника, проворчал:

— Горячая пайка всегда холодная, а холодная пайка всегда горячая.

Вопрос. Как следует понимать эту профессиональную поговорку?

Ответ. Холодной пайкой называют простую скрутку проводников. Сопротивление холодной пайки велико, так как контакт получается плохим и обладает большим сопротивлением. При прохождении тока холодная пайка нагревается сильнее, чем остальная часть проводника. Горячая пайка, выполненная паяльником, обеспечивает надежный контакт с небольшим сопротивлением и поэтому мало греется проходящим по ней током.

Рассказ 7

Артем на все летние каникулы приехал к деду Филиппу. Дед был лесником. Артему в лесу нравилось. Однажды, гуляя с дедом по лесу, Артем обратил внимание на большое бревно, подвешенное у дупла большого дуба.

— Дед, а зачем здесь бревно? — спросил Артем, указывая на дуб.

— Видишь ли, внучок, медведь большой любитель меда. Чтобы уберечь от посягательств медведя дупло, в котором поселились дикие пчелы, я над дуплом подвесил на веревке бревно.

— Когда медведь, — продолжал дед Филипп, — подбирается к дуплу, он наталкивается на бревно и отталкивает его в сторону, а бревно, как маятник, возвращаясь к положению равновесия, удараляет медведя. Все сильнее толкает медведь бревно и все больше

ощущает ответный удар. И так до тех пор, пока обессиленный не упадет с дерева.

Артема развеселила выдумка деда.

Вопрос. Кто свалил медведя?

Ответ. Медведь сам свалил себя с дерева. Эта работа была произведена за счет энергии самого медведя. Отброшенное медведем бревно поднимается на некоторую высоту. При движении к положению равновесия потенциальная энергия бревна превращается в кинетическую. Кинетическая энергия затрачивается на деформацию тела медведя. Он обессиливает и падает с дерева.

Рассказ 8

Хотя солнце стояло еще высоко и светило ярко, тепла не давало, было холодно. Козырев со своим другом Костей рано утром, едва перекусив, отправились в путь. И теперь, дойдя до ночлежки, изрядно устали, хотелось есть и согреться. Ни в ночлежке, ни в рюкзаках спичек не оказалось, а зажигалка была утеряна во время привала в горах. Подойдя к реке, Козырев отковырнул большой кусок льда и, повернувшись к другу, сказал:

— Собирай сухие ветки и мох, сейчас согреемся.

Вопрос. Можно ли добить огонь с помощью льда?

Ответ. Добыть огонь с помощью льда можно в солнечный день. Для этого надо сделать изо льда двояковыпуклую линзу, которая может собрать падающие на нее параллельные лучи в одну точку. В этой точке можно получить высокую температуру и зажечь горючий материал.

Рассказ 9

Капитан Джон Уильямс покинул борт горящего танкера «Куин» последним. Во время судебного процесса капитан сказал:

— До шлюпки предстояло проплыть около ста метров. Горящая нефть покрыла водную поверхность и поэтому пришлось плыть под водой. У самой шлюпки я услышал взрыв. А когда, схватившись за борт шлюпки, я вынырнул из воды, то услышал второй взрыв. Я оглянулся — от танкера на поверхности океана осталось одно масляное пятно.

Все так. Но в одном пункте его показания расходились с показаниями команды.

Вопрос. Как вы думаете, в каком?

Ответ. Капитан услышал два взрыва, так как сначала до него дошел звук по воде, а затем по воздуху, так как скорость звука в воде больше, чем в воздухе. А команда в лодке слышала только один взрыв, так как звук пришел к ним по воздуху.

Рассказ 10

Серано де Бержерак рассказывает:

— Однажды, занимаясь физическими опытами, я непостижимым образом был поднят вместе со своими склянками высоко в воздух. Когда же через несколько часов мне удалось спуститься вновь на землю, то, к изумлению, я очутился не в родной Франции, и даже не в Европе, а в Канаде.

— И как этому найти объяснение? — был задан вопрос.

— По-моему, это объяснить весьма просто. Пока я был отделен от земной поверхности, планета наша продолжала по-прежнему вращаться на восток. Вот потому, когда я опустился, под ногами вместо Франции был материк Америки.

Вопрос. Почему подобный способ путешествия — не более чем фантазия?

Ответ. Поднявшись в воздух, человек в сущности остается связанным с газообразной оболочкой Земли, которая участвует во вращении Земли вокруг оси. Воздух вращается вместе с Землей, увлекая с собой все, что в нем находится. Если бы воздух не участвовал во вращении земного шара, то стоя на Земле мы постоянно чувствовали бы сильнейший ветер.

Рассказ 11

Капитан Врунгель, вернувшись с очередного кругосветного путешествия, рассказывает:

— У нас в кают-компании на стене висит ружье. Старинное охотничье ружье. Так вот, это самое ружье непременно раз в год стреляет. И в этом году тоже — как бабахнет. Мы как раз стояли у острова Борнео. Я врываюсь в кают-компанию, и что же вижу? Ружье раскачивается на стене, как маятник в шторм, а пуля пробила насквозь аквариум с моими золотыми рыбками... Вода выливается через дыры, как сквозь кингстоны, а бедные рыбки подпрыгивают, бьются о дно... Пришлось мне заткнуть пробоину и вызвать своих помощников.

Вопрос. Какая деталь в рассказе капитана Врунгеля противоречит закону физики?

Ответ.: Пуля, попавшая в сосуд с водой, разбивает его вдребезги, так как давление передается водой одинаково по всем направлениям по закону Паскаля. А если бы пуля попала в пустой аквариум, то она бы не разбила его вдребезги.

Рассказ 12

— Друзья мои, ведь мы еще не завтракали, — объявил Мишель Ардан своим спутникам по межпланетному путешествию. — Из того, что мы потеряли вес, не следует, что потеряли аппетит.

Не долго думая, Ардан хлопнул ладонью по дну опрокинутой бутылки. У горлышка тут же образовался водяной шар, величиной с кулак.

Вопрос. Почему вода приняла форму шара?

Ответ. В состоянии невесомости любая жидкость принимает форму шара, так как жидкость предоставлена своим внутренним молекулярным силам и поэтому принимает минимальную поверхность, а минимальная площадь поверхности у сферы.

Учитель. Вот и закончился наш турнир эрудитов. Интересна физика в рассказах. И вообще много интересного в окружающем нас мире. Но нам нужна истина, и только истина. Не стесняйтесь ошибаться и спорить. Но не рассчитывайте на легкую победу, на открытие с налета, на осенившую вас идею. Неустанно наблюдайте, читайте, думайте.

В заключение мне хочется пожелать вам больших успехов в учебе.

Урок 7. АСТРОФИЗИКА ПЛАНЕТ

Интеграция предметов: физика — астрономия.

Пояснительная записка:

1. Класс делится на 7 творческих групп по 4 человека в каждой.
2. Каждой группе предлагается карточка, в которой 2 задания с одной творческой задачей.
3. Ребята в течение 10 минут коллективно (группой) решают задачу, а затем идет устный зачет данной задачи.
4. Группа получает зачет, если задача будет правильно разрешена.
5. При выступлении одной группы другие группы являются оппонентами и могут задать любой вопрос, касающийся этой задачи.
6. На дом группам предлагается второе задание карточки.

Ход урока

Карточка № 1

- 1) Во сколько раз продолжительность года на Венере меньше, чем продолжительность года на Нептуне?
- 2) Выписать физические данные Нептуна и определить его синодический период обращения в сутках.

Ответ. Год — это период обращения планеты вокруг Солнца относительно звезд. Период обращения Венеры вокруг Солнца = 225 суток, а Нептуна ≈ 164,8 лет.

164,8 лет — это 60152 суток, тогда

$\frac{T_H}{T_B} = \frac{60152}{225} \approx 267$ раз. На Венере продолжительность года меньше, чем на Нептуне в ≈ 267 раз.

Карточка № 2

- 1) За какое время свет проходит расстояние между Юпитером и Ураном в противостоянии?
- 2) Выписать физические данные об Уране и определить его синодический период обращения в сутках.

Ответ. Расстояние от Солнца до Юпитера 778 млн км, а от Солнца до Урана 2869 млн км. Тогда расстояние между этими планетами будет:

$$l = l_y - l_{Ю} \quad l = 2869 \cdot 10^6 \text{ км} - 778 \cdot 10^6 \text{ км} = 2091 \cdot 10^6 \text{ км}.$$

Скорость света в вакууме равна 300 000 км/с, тогда:

$$t = \frac{l}{V}; \quad t = \frac{2091 \cdot 10^6 \text{ км}}{3 \cdot 10^5 \frac{\text{км}}{\text{с}}} = \frac{20910}{3} = 6970 \text{ с} \approx 2 \text{ часа.}$$

Свет между Юпитером и Ураном проходит 2 часа.

Карточка № 3

- 1) Во сколько раз длина экватора Земли больше длины экватора Плутона?
- 2) Выпишите физические данные Плутона и определите его синодический период обращения в сутках.

Ответ. Диаметр Земли равен 12 740 км, тогда длина экватора будет $L = 2\pi R_3 = \pi D_3$. Диаметр Плутона 2800 км, а длина экватора будет: $L = 2\pi R_{\Pi} = \pi D_{\Pi}$. Тогда:

$$\frac{L_3}{L_{\Pi}} = \frac{\pi D_3}{\pi D_{\Pi}} = \frac{D_3}{D_{\Pi}} = \frac{12740}{2800} \approx 4,6 \text{ раз.}$$

Длина экватора земного шара больше длины экватора Плутона в 4,6 раза.

Карточка № 4

- 1) Во сколько раз отличаются линейные скорости точек, лежащих на экваторах Сатурна и Марса?
- 2) Выписать физические данные о Сатурне и определить его синодический период обращения в сутках.

Ответ. Линейная скорость экваториальных точек планеты равна:

$V = \frac{2\pi R}{T}$. Период обращения Сатурна 10 ч 14 мин, а Марса 23 ч 37 мин, а диаметры этих планет соответственно 120 800 км и 6 772 км, тогда:

$$\frac{V_C}{V_M} = \frac{2\pi R_C}{T_C} : \frac{2\pi R_M}{T_M} = \frac{D_C \cdot T_M}{T_C \cdot D_M}; \quad \frac{V_C}{V_M} = \frac{120800 \cdot 1417 \text{ мин}}{6772 \cdot 614 \text{ мин}} \approx 41 \text{ раз.}$$

Сатурн вращается вокруг своей оси в 41 раз быстрее Марса.

Карточка № 5

- 1) Какова средняя плотность Меркурия? Сравнить полученный результат с таблицей.
- 2) Выписать физические данные Меркурия и определить его синодический период в сутках.

Ответ. Плотность равна: $\rho = \frac{m}{V}$. $V = \frac{4}{3} \pi R^3$; $V = \frac{4}{3} \pi (2437 \text{ км})^3 = \frac{12,56}{3} \cdot (2,437 \cdot 10^3)^3 = 60,6 \cdot 10^9 \text{ км}^3 = 60,6 \cdot 10^{18} \text{ м}^3$.

Масса Меркурия: $3,26 \cdot 10^{23}$ кг, тогда $\rho = \frac{3,26 \cdot 10^{23} \text{ кг}}{60,6 \cdot 10^{18} \text{ м}^3} = \frac{3,26 \cdot 10^5}{60,6} \approx 0,0537 \cdot 10^5 \approx 0,054 \cdot 10^5 = 5,4 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

Плотность Меркурия примерно $5,4 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.

Карточка № 6

- 1) Каково ускорение свободного падения на поверхности Юпитера?
- 2) Выписать физические данные Юпитера и определить синодический период обращения данной планеты в сутках.

Ответ. Ускорение свободного падения на поверхности планеты определим по формуле:

$$g = G \frac{M}{R^2},$$

где G — гравитационная постоянная. $G = 6,67 \cdot 10^{11}$ Нм²/кг².

Масса Юпитера составляет $318 M_{\oplus}$ или $\approx 1,9 \cdot 10^{27}$ кг, а радиус Юпитера 71400 км $= 71,4 \cdot 10^6$ м. Тогда

$$g = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{1,9 \cdot 10^{27}}{(71,4 \cdot 10^6)^2} = \frac{6,67 \cdot 1,9 \cdot 10^{16}}{5098 \cdot 10^{12}} = \frac{12,673 \cdot 10^4}{5098} \approx 24,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

Ускорение свободного падения на Юпитере примерно 25 м/с^2 .

Карточка № 7

- 1) Какова первая космическая скорость на Марсе?
- 2) Выписать физические данные Марса и рассчитать его синодический период в сутках.

Ответ. Формула первой космической скорости из физики равна:

$$V = \sqrt{gR}.$$

Масса Марса составляет $\approx 0,11 M_{\oplus}$ или $6,43 \cdot 10^{23}$ кг, а радиус Марса ≈ 3400 км $= 34 \cdot 10^5$ м. Тогда ускорение свободного падения на Марсе будет:

$$\begin{aligned} g &= G \frac{M}{R^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{6,43 \cdot 10^{23}}{(34 \cdot 10^5)^2} = \frac{6,67 \cdot 6,43 \cdot 10^{12}}{1156 \cdot 10^{10}} = \\ &= \frac{4288,81}{1156} \approx 3,7 \frac{\text{м}}{\text{с}}. \end{aligned}$$

Тогда первая космическая скорость на Марсе составляет:

$$V = \sqrt{gR} = \sqrt{3,7 \cdot 34 \cdot 10^5} = 10^3 \cdot \sqrt{3,7, 4} =$$

$$= 10^3 \cdot \sqrt{12,58} \approx 3,5 \cdot 10^3 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 3,5 \frac{\text{км}}{\text{с}}$$

Первая космическая скорость на Марсе $3,5 \text{ км/с}$.

Учитель. Ребята, сегодня на уроке вы, используя физические формулы и таблицы астрономии, сумели рассчитать некоторые характеристики для планет нашей Солнечной системы. Интегрируя знания физики и астрономии, вы творчески подошли к разрешению тех задач, которые стояли перед вами.

Урок 8. ОЗОНОВЫЙ ЭКРАН ЗЕМЛИ

Тип урока: деловая игра.

Интеграция предметов: физика — астрономия — экология.

Пояснительная записка:

1. Заранее определяется круг вопросов, которые будут обсуждаться.
2. Из учащихся класса назначаются специалисты, журналисты и commentator.
3. Специалисты разрабатывают ответы на вопросы темы.
4. Журналисты являются представителями различных СМИ.
5. В начале урока commentatorом формулируется основная экологическая проблема, и на протяжении урока эта проблема разрешается.

Ход урока

Комментатор. Земля — уникальная планета нашей Солнечной системы. Это третья планета от Солнца. Уникальная она потому, что только на ней существует жизнь. Почти без преувеличения можно сказать, что жизнь на нашей планете существует благодаря излучению Солнца. Но без атмосферы это излучение было бы губительно для живого организма. При взаимодействии солнечного излучения с атмосферой происходит его частичное отражение и частичное рассеивание: Рассеянному излучению мы обязаны освещением при закрытом облаками небе.

Озоновый же слой атмосферы, о котором сегодня пойдет речь, является своеобразным защитным щитом Земли. Но этот слой постепенно разрушается и утоньшается. Для биосфера наступают грозные времена.

На нашей деловой встрече представителей средств массовой информации и ведущих ученых страны мы обсудим некоторые вопросы этой глобальной проблемы человечества.

Пожалуйста, вопросы к специалистам.

Корреспондент журнала «Природа». Мой вопрос к химику: что представляет собой озон? Каковы его химические свойства?

Химик. Озон — это аллотропная модификация кислорода O_2 . Аллотропия — это существование химического элемента в виде двух простых веществ. Химическая формула озона O_3 . Это газ синего цвета с резким запахом.

Корреспондент журнала «Природа». Скажите, а много ли его содержится в земной атмосфере?

Химик. В разное время года его содержание в атмосфере различное. Обычно в атмосфере его содержится летом $7 \cdot 10^{-6}$ % объема, а зимой — до $2 \cdot 10^{-6}$ %.

Таблица для контроля

	Меркурий	Венера	Марс	Юпитер	Сатурн	Уран	Нептун	Плутон
Среднее расстояние от Солнца	58 млн км	108 млн км	228 млн км	778 млн км	1427 млн км	2869 млн км	4498 млн км	5900 млн км
Звездный период обращения	88 суток	225 суток	365 суток	12 лет	29 лет	84 года	164,8 лет	248 лет
Масса	$3,26 \cdot 10^{21}$ кг	$4,88 \cdot 10^{24}$ кг	$6,43 \cdot 10^{23}$ кг	$1,9 \cdot 10^{27}$ кг	$5,69 \cdot 10^{25}$ кг	$8,69 \cdot 10^{25}$ кг	$1,04 \cdot 10^{26}$ кг	
Средняя плотность	5490 кг/ m^3	5258 кг/ m^3	3940 кг/ m^3	1350 кг/ m^3	720 кг/ m^3	1090 кг/ m^3	1630 кг/ m^3	
Экваториальный диаметр	4874 км	12 112 км	6772 км	142 800 км	120 800 км	49 600 км	49 000 км	2800 км
Средняя скорость движения по орбите	48 км/с	35 км/с	24 км/с	13 км/с	10 км/с	7 км/с	6 км/с	4,8 км/с
Период осевого вращения	58,65 суток	243 суток	23 ч 37 мин.	9 ч. 50 мин.	10 ч 14 мин.	10 ч 40 мин.	15,8 ч	6,4 суток
Синодический период обращения	116 суток	584 суток	780 суток	399 суток	378 суток	370 суток	368 суток	

Представитель журнала «Земля и Вселенная». Меня интересует вопрос: как возникает этот газ в атмосфере Земли?

Физик. Причины его возникновения в атмосфере Земли в основном две:

1) Столкновение фотонов ультрафиолетового диапазона частот с молекулами атмосферного кислорода.

2) Озон появляется при воздействии электрических разрядов. Вспомните, характерный «свежий» запах озона ощущается после грозы.

Внештатный корреспондент журнала «Биология в школе». Мой вопрос я адресую биологу: каково биологическое воздействие озона на человека и среду?

Биолог. Этому газу присущи бактерицидные свойства, поэтому он широко применяется в настоящее время для обеззараживания воды и воздуха.

Представитель журнала «Физика в школе». Свой вопрос я адресую физику: почему именно ультрафиолетовое излучение Солнца способствует образованию озона в атмосфере? Вообще, каковы физические свойства солнечного излучения?

Физик. Академик Вернадский писал: «Кругом нас, в нас самих, всюду и везде, вечно сменяясь, совпадая и сталкиваясь, идут излучения разной длины волны... Лик земли ими меняется, ими в значительной мере лепится».

На каждый квадратный метр верхней границы атмосферы поступает ежесекундно около 1370 Дж энергии, приносимой электромагнитными излучениями всевозможных частот. В составе солнечного излучения содержатся все частоты. Диапазон длин волн излучения солнца, пропускаемого на землю атмосферой, — от 290 нм до 24 мкм, и от 8 мм до 20 м. На ультрафиолетовую часть приходится около 6,7 %, на видимую — около 46,8 %, на инфракрасную примерно 46,5 %. При прохождении солнечного излучения через атмосферу возникают разнообразные фотохимические реакции. Одна из них имеет жизненно важное значение — это образование озона. Проще будет сказать, что образование озона требует затрат энергии. Эта энергия «отбирается» у солнечного излучения по пути его следования к земной поверхности, причем отбирается у его ультрафиолетовой компоненты. Поток ультрафиолетовой компоненты солнечного излучения производит из атмосферного кислорода гигантское количество озона. Поэтому поверхности Земли достигает ультрафиолетовое излучение уже безопасной интенсивности.

Журналист научно-популярного журнала «Квант». Что такое озоновый слой и где он находится?

Географ. Основная масса озона находится, как выяснилось в результате многолетних исследований, высоко в атмосфере в виде

слоя, называемого озоновым. Плотность озона в этом слое неравномерна, она распределена по высоте следующим образом: незначительная концентрация озона наблюдается на высоте около 10 км, то есть в верхних слоях тропосферы. Далее плотность возрастает, достигая максимума на высоте 20—25 км, а затем убывает до незначительной концентрации к высоте 50 км.

Вопрос к биологу: какова роль озонового слоя в существовании жизни на Земле?

Биолог. Важная особенность озонового слоя — он не пропускает на Землю ультрафиолетовое излучение. Поэтому существование озонового слоя имеет жизненно важное значение, ведь ультрафиолетовые лучи при большой интенсивности губят все живое.

Если бы не было заслона, то есть озонового слоя, на пути солнечного излучения, то оно выжгло бы флору и фауну на поверхности Земли.

Я представитель газеты «Аргументы и факты». Мой вопрос к химику и географу: что представляют собой «озоновые дыры»? И какова причина их возникновения?

Химик. Озоновый слой — система хрупкая. Дело в том, что молекулы O_3 , химически активны: они вступают в реакцию с рядом химических соединений, выбрасываемых в атмосферу производствами, двигателями внутреннего сгорания и другими источниками. На первом месте здесь стоят фреоны. «Разъедают» озоновый слой и некоторые другие химические соединения.

Биолог. Каковы возможные последствия разрушения озонового слоя, об этом уже говорилось. Толщина озонового слоя с каждым годом уменьшается. Чем больше «грязи», разъедающей озоновый слой, тем ближе глобальная катастрофа биосфера Земли.

Вопрос к химику: существуют ли международные соглашения, предусматривающие меры предупреждения отрицательных последствий?

Химик. Конечно, имеются. Сохранение озонового щита — это одна из главных экологических задач всех стран мира.

Я представитель журнала «Природа». Мой вопрос к химику и физику: что делается в нашей стране по сокращению производства озоноразрушающих веществ?

Физик. Одна из основных мер по охране атмосферного воздуха — это строительство очистительных сооружений, введение на всех промышленных предприятиях замкнутых технологических циклов, исключающих загрязнение атмосферы.

Химик. Уголь, нефть и другие виды топлива подвергаются на обогатительных фабриках специальной обработке, в результате которой они освобождаются от серы и некоторых других вредных веществ, действующих на озоновый слой.

А вообще, охрана атмосферы — составная часть охраны природы — предусматривает систему мероприятий местных, государственных и международных по воспроизводству, рациональному использованию, очистке воздуха и контролю за его состоянием.

Охрана атмосферы включает:

- 1) уменьшение и полное прекращение загрязнений механических, физических, химических, биологических;
- 2) сохранение и увеличение биомассы производителей кислорода и поглотителей углекислого газа;
- 3) сохранение и восстановление оптимальной циркуляции атмосферы в региональном масштабе, а в будущем — и в планетарном.

Комментатор. Как известно, возникновение жизни ознаменовало начало особого этапа в развитии нашей планеты. Ученые-естественноиспытатели доказали, что эволюционируя и усложняясь, жизнь стала оказывать возрастающее влияние на процессы, происходящие в природе. В биосфере как целостной системе сформировался и действует сложный процесс саморегулирования, самовосстановления, саморазвития, благодаря чему установилось равновесие природных процессов, которое, однако, в условиях современного научно-технического прогресса иногда резко нарушается, вызывая неблагоприятные последствия.

Для создания атмосферы природе потребовались миллионы лет. Человеку же достаточно несколько десятилетий, чтобы катастрофически изменить ее. Биосфера Земли теперь уже не в состоянии самостоятельно справиться, нейтрализовать ее отрицательное воздействие при помощи самоочищения. Увеличивающееся загрязнение, приведшее к образованию озоновых дыр, приобрело глобальный характер, угрожающий здоровью человека и среде его обитания необратимыми изменениями.

Средства массовой информации должны довести до человечества важность всего, о чем говорилось на нашей деловой встрече.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аветисов Э.С., Розенблум Ю.З. Об очках. — М.: Медицина, 1979.
2. Аккерман Ю. Биофизика. — М.: Мир, 1964.
3. Балашов М.М. О природе. — М.: Просвещение, 1991.
4. Блудов М.И. Беседы по физике. — М.: Просвещение, 1972.
5. Кац И.Б. Биофизика на уроках физики. — М.: Просвещение, 1974.
6. Луппов Г.Д. Опорные конспекты и тестовые задания. — М.: Просвещение, 1996.
7. Перельман Я.И. Занимательная физика. — М.: Наука, 1971.
8. Перышкин А.В., Родина Н.А. Физика. — М.: Просвещение, 1993.
9. Турдиколов Э.А. Экологическое образование и воспитание учащихся в процессе обучения физике. — М.: Просвещение, 1988.
10. Физика в школе. 2001. № 2.
11. Юфанова И.Л. Необычные материалы по физике. — М.: Прогресс, 1990.
12. Яворский Б.М., Селезнев Ю.А. Справочное руководство по физике для поступающих в вузы и самообразования. — М.: Наука, 1984.

СОДЕРЖАНИЕ

От автора	3
7 класс	
Урок 1. Простые механизмы. Рычаг, равновесие сил на рычаге	5
Урок 2. Сколько воды нужно человеку?	10
8 класс	
Урок 1. Глаз и зрение. Близорукость и дальнозоркость	13
Урок 2. Геометрия сферических зеркал	21
Урок 3. Испарение и конденсация. Роль испарения в природе, в жизни животных и человека	29
9 класс	
Урок 1. Сила трения	37
Урок 2. Физика + математика = логика	43
Урок 3. Графики равноускоренного движения	47
Урок 4. Что такое работа?	52
Урок 5. Закон всемирного тяготения	57
10 класс	
Урок 1. Ток в электролитах	63
Урок 2. Продаем воду	76
Урок 3. Основы принципа работы двигателей внутреннего сгорания и охрана окружающей среды	79
11 класс	
Урок 1. Законы физики и организм человека	88
Урок 2. Человек, атмосфера и ее охрана	96
Урок 3. Получение и применение радиоактивных изотопов	108
Урок 4. Физика в стихах	114
Урок 5. Термоядерный синтез	122
Урок 6. Физика в рассказах	129
Урок 7. Астрофизика планет	134
Урок 8. Озоновый экран Земли	139
Литература	143



Данное пособие содержит подробные разработки интегрированных уроков физики, материал которых наглядно показывает связь этого предмета с другими дисциплинами как естественного, так и гуманитарного цикла. Предлагаются уроки-конкурсы, уроки-игры, уроки-соревнования, уроки – конференции и семинары, уроки – деловые игры. Проведение интегрированных уроков позволяет устраниТЬ дублирование в изучении материала, создает благоприятные условия для формирования общеучебных умений и навыков учащихся.

Книга адресована учителям-предметникам, студентам педагогических вузов.

интернет-магазин

OZON.RU



26530190

ISBN 978-5-94665-900-0



9 785946 659000