Н. Ш. ТУРДИЕВ

ФИЗИКА 6

Переработанное третье издание

ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СТРОЕНИИ ВЕЩЕСТВА



ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О МЕХАНИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЯХ



РАВНОВЕСИЕ ТЕЛ. ПРОСТЫЕ МЕХАНИЗМЫ



ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕПЛОВЫХ ЯВЛЕНИЯХ



ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЯХ



ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СВЕТОВЫХ ЯВЛЕНИЯХ



ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ЗВУКОВЫХ ЯВЛЕНИЯХ



ТАШКЕНТ – 2017

УДК: 372.853-161.1(075)
ББК 22.3я72
Т–86

скачано с сайта www.idum.uz

Рецензенты

Муминов Р.	– Академик АН РУз, Главный научный сотрудник Физико-технического института, Научно-производственного объединения «Физика-Солнце», д.ф.-м.н.,
Бегматова Д.	– Заведующий кафедрой «Общая физика» НУУз., к.п.н., доцент,
Саидханов Н.	– Ученый секретарь Физико-технического института АН Уз., д.ф.-м.н.,
Тажимурадова Х.	– Преподаватель кафедры «Методика преподавания физики и астрономии» ТГПУ имени Низами, к.п.н., и.о. доцент,
Алимухаммедова У.	– Учитель школы №9 Юнусабадского района г. Ташкента,
Бердирасулов Н.	– Учитель школы №104 Сергелийского района г. Ташкента,
Камолов Б.	– Учитель школы №30 Баявутского района Сырдарьинского вилоята.

Утверждено Министерством народного образования Республики Узбекистан в качестве учебника

ОБОЗНАЧЕНИЯ:

– физические величины; основные законы;

– важнейшие формулы;



– обратите внимание, запомните;



– после изучения темы ответьте на поставленные вопросы;

* – темы предназначенные для более глубокого изучения физики;



– темы, предназначенные для повторения ранее пройденного материала;



– подумайте и ответьте;



– практическая работа, выполняемая учащимися;



– познавательные материалы.

«Отпечатано для аренды за счет средств Республиканского целевого книжного фонда».

ISBN 978-9943-4046-9-4

© Н. Ш. Турдиев, 2013, 2017
© Издательско-полиграфический творческий дом имени Чулпана, 2013
© Издательство «Niso Poligraf» (оригинал-макет), 2013, 2017

скачано с сайта www.idum.uz

ТЕМА 1

ЧТО ИЗУЧАЕТ ФИЗИКА? ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

Дорогие учащиеся!

Книга, которую вы держите в руках, является вашим первым учебником физики. Это новый для вас учебный предмет. Изучение физики вы продолжите в дальнейшем в 7–9 классах.

Для чего надо изучать физику?

Если вы посмотрите вокруг себя, то можете увидеть, например, падающий снег или дождь, плывущие по небу облака, текущий ручей или реку. Все это является природными явлениями. Окружающая нас природа и изменения в ней оказывают непосредственное влияние на нашу жизнь. Изучение закономерностей протекающих в природе явлений позволяет более полно и рационально воспользоваться ими. Изучая эти закономерности, человек создал машины, облегчающие его труд. Мы не можем представить свою повседневную жизнь без электричества, горючего, чистой воды.

Основу электрических машин, установок, работающих с использованием электричества и горючего, изучает физика. Для управления машинами и механизмами, выполнения работ по их настройке, для более продуктивного использования домашних приборов нам необходимы знания законов физики.

Различные явления, которые происходят в природе, по их признакам можно разделить на механические, тепловые, электрические, световые и звуковые явления.

Изучение этих явлений начинается с изучения строения вещества.



В 6 классе вы получите **первоначальные сведения о строении вещества, о механических, электрических, световых и звуковых явлениях** (рис. 1).

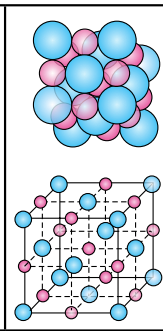
Строение вещества	   
Механические явления	    
Тепловые явления	   
Электрические явления	    
Световые явления	   
Понятия о звуке	  

Рис. 1

В учебнике даются несложные, но интересные задания, которые Вы можете выполнить сами.

Движение велосипеда, автомобиля, человека, резание бумаги ножницами и т.д. – это все является примерами механического движения.

Испарение и замерзание воды, плавление металлов, выделение тепла при сгорании природного газа и сухих дров и др. – примеры тепловых явлений.

Распространение света, его отражение от вещей и предметов, появление радуги в воздухе и др. относятся к световым явлениям.

Каким образом человек смог освещать своё жильё, увидеть происходящие в далёких странах события и долгое время сохранять пищевые продукты свежими? Этих успехов он достиг путём изучения электрических явлений.

Почему Солнце излучает свет? Почему вода может находиться в виде пара или льда? По какой причине при комнатной температуре ртуть является жидкостью, а для плавления железа требуется нагреть его до очень высокой температуры?

Чтобы ответить на такие вопросы необходимо изучать строение вещества. Изучая внутреннее строение вещества, возможно объяснить многие его свойства и создать новые вещества с нужными свойствами, т.е. с теплостойкие, износостойкие и другие.



1. *Посмотрите на рисунок 1 и приведите свои примеры, относящиеся к физическим явлениям.*
2. *Какую роль играет физика при изучении окружающего нас мира?*
3. *К какому явлению относится таяние мороженого?*
4. *Приведите примеры физических явлений из повседневной жизни.*

СВЕДЕНИЯ ИЗ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ФИЗИКИ

Слово «физика», по-гречески «phýsis» – означает «природа», физика – наука о природе. Человечество познавало окружающий его мир в жесточайшей борьбе за выживание. Первоначально сбор научных сведений начинался там, где люди вели оседлый образ жизни. Воспользовавшись благоприятными возможностями, египтяне и вавилоняне на основе накопленных знаний построили пирамиды, храмы, крепости, плотины. При их строительстве они пользовались простыми механизмами: рычагами, скатами, наклонными плоскостями.



Архимед

Сведения о физике впервые в виде книги обобщил древнегреческий мыслитель *Аристотель* (384–322 годы до нашей эры). Начальные представления о строения вещества был выдвинуты жившим в 460–370 годы до нашей эры мыслителем Демокритом, а теорию об устройстве мира разработал живший в 341–270 годах до нашей эры *Эпикур*. Поэт-философ *Лукреций Кар* в своей поэме «О природе вещей» изложил учение Эпикура. Согласно этому учению, все вещества состоят из невидимых, неделимых частиц – атомов, которые находятся в непрерывном движении.

Одним из первых ученых, широко использовавших физические законы в военных целях, был *Архимед*. Архимед родился в 287 году до нашей эры на острове Сицилия в городе Сиракузы. В это время за остров Сицилия вели борьбу два государства: Рим и Карфаген. Власти острова, чтобы сохранить независимость, строили оборонительные сооружения. Здесь пригодились инженерные способности Архимеда. Римляне атаковали Сицилию и с моря, и с суши.

Греческий историк *Плутарх* пишет так: «Сицилианцы пришли в ужас от двусторонних (с моря и с суши) атак римлян. Чем они могут ответить такому сильному и многочисленному войску? Архимед привел в действие свои механизмы. На сухопутные войска обрушились громадные камни, пущенные с большой силой, и они рассеялись... На корабли с городских стен с большой скоростью

внезапно обрушились бревна и потопили их. Железными крючьями цепляли корабли за один конец, высоко их поднимали, второй конец погружался в воду. Некоторые теряли управление, начинали вращаться на одном месте и, ударившись, тонули. Страшная картина. После этого римляне вынуждены были отступить. Город они сумели взять только после долгой осады. В этом бою погиб и Архимед». Таким образом, Архимед – первый ученый, послуживший войне и погибший на войне.

В средние века развитие науки и культуры переместилось на Восток. В это время жили великие наши предки, внесшие большой вклад в развитие физики и других наук. Это *Абу Райхан Беруни, Абу Али ибн Сина* (Авиценна), *Абу Абдаллах Мухаммад ибн Муса аль-Хорезми, Омар Хайям, Омар Чагмини* и многие другие. Беруни проводил работы во многих направлениях: плотность вещества, физика Вселенной, минералогия, свет, звук и магнитные явления. Обращает на себя внимание то, с какой точностью он определил радиус Земли (по расчетам Беруни, величина одного градуса дуги земного меридиана равняется 110245 м, соответственно радиус Земли равен 6321 км. По современным данным радиус Земли равен 6400 км). Весь мир признал работы аль-Хорезми по математике и астрономии. Отцом медицины считается Авиценна. У него также имеются работы, посвященные механическому движению, погоде, световым явлениям. Если Омар Хайям разработал наиболее совершенный по тому времени календарь, то Омар Чагмини впервые отметил, что смена времен года происходит за счет наклона оси Земли.



Дальнейшее развитие физика получила в Европе. Польский ученый *Н. Коперник* впервые правильно описал строение Солнечной системы. Но принять это учение было нелегко. Итальянский ученый *Г. Галилей* и немецкий ученый *И. Кеплер* экспериментами и расчетами подтвердили это учение. Первым ученым, наблюдавшим небесные тела в телескоп, тоже был *Галилей*. Заслуживают внимания его работы по свободному падению тел. Неоценимый вклад в развитие физики внес английский ученый *И. Ньютон*. Его

перу принадлежат работы о причинах движения Солнца и планет, о силе и ее влиянии на движение тел, о цвете.

В XVIII–XIX веках началось практическое использование достижений науки. В этот период наукой занимались очень многие ученые. Результатом этого стал запуск первых паровых машин, развитие военной техники, использование электричества и многое другое.

Наиболее известными учеными того времени являются *Дж. Уатт, М. Ломоносов, А. Эйлер, Т. Юнг, О. Френель, А. Вольт, Х. Эрстед, А. Ампер, Г. Ом, М. Фарадей, Е. Х. Ленц, В. Вебер, Дж. Джоуль, В. Томсон, А. Больцман, Д. Менделеев* и многие другие.

В XX веке в физике были сделаны великие открытия. В результате этих открытий появилась возможность использовать атомную энергию. Человек вышел в космос. Широко известны имена физиков *Д. Лоренса, А. Эйнштейна, В. Рентгена, Дж. Томсона, М. Планка, Э. Резерфорда, Н. Бора, А. Иоффе, С. Вавилова, М. Ландау, Луи де Бройля.*

Конечно, развитие физики не всегда шло гладко. В отдельные периоды было много открытий, а в другое время было затишье. Но человек, побеждая трудности, всегда стремится вперед.

ТЕМА 3

ЗНАЧЕНИЕ ФИЗИКИ В РАЗВИТИИ ОБЩЕСТВА. РАЗВИТИЕ ФИЗИКИ В УЗБЕКИСТАНЕ

В давние времена люди полностью зависели от природы, так как своими руками ничего не производили, питались тем, что их окружало. От непогоды, холода и диких зверей спасались в пещерах. Но постепенно они научились добывать огонь и изготавливать орудия для охоты. Жизнь стала улучшаться. В результате изучения природы и на основании более плодотворного использования природных богатств стало возможным избавить людей от холода, темноты, голода и множества болезней. Человек стал свободно перемещаться по земле, по воздуху и по воде.

Среди естественных наук физика занимает ведущее место. Как было уже сказано, сфера ее деятельности очень широкая. Каждый изученный закон физики оказывает большое влияние на развитие общества. Вот почему в Узбекистане для развития физики проводятся широкомасштабные работы. Этими работами ученые занимаются, в

основном, в научно-исследовательских институтах Академии наук Узбекистана и в лабораториях при высших учебных заведениях.

На сегодняшний день в системе Академии Наук Республики Узбекистан функционируют: Институт ядерной физики, Институт астрономии им. М. Улугбека, Физико-технический институт и Институт материаловедения при Научно-производственном объединении «Физика-Солнце» им. академика С. А. Азимова, Институт ион-плазмы и лазерной технологии, Институт сейсмологии им. Г. Мавланова и Каракалпакский научно-исследовательский институт по естественным наукам, в которых проводятся научные исследования по механическим, тепловым, электрическим, световым и звуковым явлениям.

ТЕМА 4

НЕКОТОРЫЕ ТЕРМИНЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ФИЗИКЕ

Физическими телами **называются все встречающиеся в природе тела.** Например: Солнце, звезды, планеты, камни и т.д.

Системой тел **называется система, в которой некоторые физические явления проявляются, как в одном теле.**

Например: автомобиль состоит из различных частей, но все части вместе двигаются как единое.

Физическими явлениями **называются явления, когда частицы, из которых состоят тела, остаются без изменения.** Например, в процессе падения камня, вращения колеса, кипения и замерзания воды, излучения света лампочкой, распространения голоса по радио остается без изменения внутреннее строение частиц, из которых они состоят.

Путем непосредственного наблюдения **физических явлений** и на **основе опытной проверки** изучаются и формулируются законы физики.

Физическим законом **называется выражение, показывающее количественную связь величин, характеризующих явление.**

Наблюдением **называется изучение свойств явления, не оказывая на него воздействия.** Например, при изучении падения тела на Землю закономерность определяется после большого числа наблюдений за предметом. Для этого проводятся опыты. Совместно с проведением опытов проводят измерительные работы.

Например, при изучении кипения воды измеряется ее температура с помощью термометра.

Таким образом, источником физических знаний являются **наблюдение** и **проведение** опытов.



1. Посмотрите на рисунок 1 и покажите физические тела и системы тел.

2. В чем разница между наблюдением и проведением опыта?

3. Приведите примеры опытов по физике.

ТЕМА 5

НАБЛЮДЕНИЯ И ОПЫТЫ

Первоначальные знания об окружающем нас мире мы получаем путем наблюдения явлений.

Наблюдением **называется такое изучение свойств явления, при котором на него не оказывается никакого воздействия.** Например, еще в древности люди наблюдали падение тел на Землю. В ходе наблюдения появились два вопроса: по какой причине при свободном падении тела двигаются вниз и от чего зависит скорость падения? На эти вопросы попытался найти ответ древнегреческий учёный Аристотель. Аристотель предложил, что чем тяжелее тело, тем быстрее оно падает. Чтобы проверить данную идею в свое время итальянский физик Галилео Галилей проводил опыты. Известна легенда об итальянском ученом Г. Галилее. Для того чтобы изучить, как происходит падение тел, Галилей ронял разные шары с наклонной башни в г. Пизе. Проделав такие опыты, ученый получил подверждение своей гипотезы и открыл закон падения тел.

Таким образом, в ходе наблюдения процесса мы постараемся определить, как он происходит и причину происходящего. В процессе мышления появляются разные предположения, так называемые ***гипотезы*** о наблюдаемом явлении. Чтобы проверить ***гипотезу*** проводятся специальные опыты. Такие опыты также можно назвать ***экспериментами.***

В ходе проведения опытов наряду с наблюдением также проводятся измерительные работы. Например, при изучении кипения воды измеряется ее температура с помощью термометра. При рассматривании той или иной гипотезы ее правильность определяется путем проведения эксперимента.

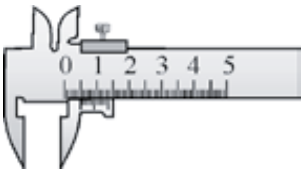
Таким образом, физические знания формируются в результате выполнения работ в нижеприведенной последовательности:

наблюдения → гипотеза → эксперимент → вывод.

В ходе проведения опытов и наблюдений для выполнения измерительных работ пользуются ***измерительными приборами*** (рис. 2). Некоторые из них очень просто устроены. Один из приведенных на рисунке 2 измерительных приборов называется штангенциркуль. Он используется для измерения толщины предметов или ширины зазоров.



Измерительная лента



Штангенциркуль



Весы



Линейка



Мензурка



Секундомер

Рис. 2.

При точных и сложных измерениях применяются сложные приборы. Например, приборы для измерения времени, скорости, давления воздуха.

1. *Что такое гипотеза?*
2. *Чем отличается наблюдение от эксперимента?*
3. *В каких целях применяются измерительные приборы?*
4. *Какие еще измерительные приборы вы знаете?*

Практическое задание

Используя часы с секундомером или часы на мобильном телефоне, посчитайте количество сердцебиений за 1 минуту (у себя или окружающих вас людей).

ТЕМА 6

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ И ИХ ИЗМЕРЕНИЕ

Некоторые **параметры** тел или физических явлений можно измерить при помощи экспериментов. Эти параметры называются **физическими величинами**. Например, **длина тела, объем, температура, масса** и т.д.

Одна и та же физическая величина используется для характеристики одного и того же свойства разных физических явлений и тел. Например, длина шага, длина стола, длина веревки. Эти величины имеют разные значения в вышеприведенных случаях. Для количественного определения физических величин нужно знать количественную величину и единицу измерения. Например, когда мы говорим, что в школе урок продолжается 45 минут, физическая величина «время» выражается значением, состоящим из двух частей. Первая – число 45 – его количественное значение, вторая – слово «минут» – означает его единицу измерения.

Время, кроме минут, также можно выражать в часах, секундах. Значит необходимо знать, какими единицами нужно пользоваться для измерения разных физических величин. В таком случае что понимается под измерением физической величины?

Под словом измерение понимается сравнение измеряемой величины с эталонной величиной. У каждого эталона существует своя единица измерения. Вот уже в течении двух веков во всех странах мира основные физические величины измеряются с помощью одинаковых эталонов. В различных странах длину, массу тела и другие величины измеряли в различных единицах, и это приводило к неудобствам. Поэтому в 1960 году для измерения величин была принята Международная Система Единиц (СИ). В Узбекистане введена с 1982 года (ГОСТ 8.417-81) и постоянно работает метрологическая служба для контроля различных измерительных приборов.

Например, в Международной системе единиц, по соглашению, единицей длины принят метр (1 м), для измерения времени служит

секунда (1 с) для измерения массы – килограмм (1 кг). Эталон длины изготовлен из платино-иридиевого сплава (соединение двух веществ) и хранится во Франции (рис. 3). В повседневной жизни встречаются тела, длина которых намного больше или меньше чем метр. Например, если длина обитающей в воде очень маленькой инфузории равна 0,0002 м, то длина земного экватора равна 40075696 м. Из-за неудобства выражения этих величин в метрах используются единицы в 10, 100, 1000 и т.д. раз меньшие, чем метр (дольные) и единицы в 10, 100, 1000 и т.д. раз большие, чем метр (кратные). Например, единица, которая в 1000 раз больше, чем метр, называется 1 километр. Здесь в название «километр» приставка «кило» показывает, что эта единица в 1000 раз больше другой. Чтобы выразить в сантиметрах, величину, измеренную в метрах, нужно умножить ее значение на 100. В этом случае цифра 100 называется множителем. Единица, которая в 1000 раз меньше, чем метр, называется миллиметром, единица в миллион раз меньшая, чем метр – микрометр или сокращенно – микрон, а в миллиард раз меньшая, чем метр – нанометр.



Рис. 3

Приставка и единица измерения	Множитель
микро (μ)	0,000001
милли (м)	0,001
санти (с)	0,01
деци (д)	0,1
дека (да)	10
гекто (г)	100
кило (к)	1000
мега (М)	1000000

Если две физические величины выражены в разных единицах, перед их сравнением необходимо выразить их в одинаковых единицах. Например, расстояние от школы до дома у одного ученика составляет 1 км, у второго ученика 1100 м. Какой из них проживает дальше от школы? Чтобы сравнить расстояния, приводим их в одинаковых единицах: 1 км = 1000 м и 1000 м < 1100 м.

Следует отметить, что нельзя сравнивать неоднородные величины. Например, длину и время или массу и длину. Такое сравнение не имеет смысла.

В качестве эталона времени была принята сначала $\frac{1}{86400}$ часть времени, необходимого для одного оборота Земли вокруг своей оси и названа секундой. В настоящее время в качестве эталона времени принят определенный период излучения – атома мельчайшей частицы вещества (будет приведена в старших классах). В повседневной жизни для выражения времени используют такие единицы, как минута, часы, сутки, неделя, месяц и год.



1. *Что такое физическое тело?*
2. *Тело является физическим понятием или физической величиной?*
3. *В каких случаях удобно выражать значения физических величин в кратных или дольных единицах?*
4. *Можно ли использовать деревянную линейку длиной один метр в качестве эталона?*
5. *Выразите в метрах 540 мм.*



Практическое задание

Определите толщину одной страницы учебника по физике. (Помощь: Толщина 100 страниц измеряется линейкой. Результат делится на 100).

ТЕМА 7

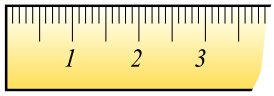
ИЗМЕРЕНИЯ И ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ

Если мы хотим измерить какую-то из физических величин, то используем соответствующие приборы. В измерительных приборах имеется шкала, показывающая измеряемую величину (линейка, секундомер, штангенциркуль, мензурка) (рис. 2). На шкале нанесены штрихи, над некоторыми написаны цифры. Между двумя соседними подписанными штрихами несколько штрихов, без обозначения цифр. Расстояние между вот этими неподписанными штрихами называется степенью шкалы. Эти самые маленькие степени в измерительном приборе называются точностью измерительного прибора.

Чтобы определить степень шкалы прибора, берется разница двух соседних физических величин на шкале прибора и делится на количество промежутков между ними. Например, на шкале линейки написаны «1 см» и «2 см». Между ними имеются 10 неподписанных линий. Значит, степень шкалы линейки

$$\frac{2\text{см} - 1\text{см}}{10} = 0{,}1 \text{ см}.$$

На линейке линии и цифры показывает *шкалу линейки*, промежутки между двумя соседними линиями показывают точность измерения. Наибольшее расстояние, которое можно измерить с помощью линейки, называется ***пределом измерения***.



Перед измерением каких либо величин изучаются возможности измерительного прибора. Например, для измерения длины карандаша или ручки достаточно возможности обычной ученической линейки, потому что ее предел измерения больше длины карандаша или ручки. Но при таком измерении тоже бывают ошибки. При измерении такие ошибки происходят в результате совпадения измеряемых величин с промежутком между соседними линиями. В физике допускаемые неточности при выполнении измерений называются ***ошибкой измерения.*** Значение ошибок в измерительных приборах бывает не больше, чем степень его шкалы. Даже в случае совпадения длины предмета со штрихом на шкале измерительного прибора допускаются ошибки. Это связано с ограниченностью возможностей человеческого глаза. Согласно этому принято, что *ошибка измерения равна половине степени шкалы измерительного прибора.*

Во многих случаях измеряемая длина больше, чем предел измерения линейки. Например, при измерении длины стола, когда нет длинной линейки, пользуются короткой линейкой, переставляя ее последовательно несколько раз. Здесь при каждом измерении будет накапливаться ошибки.

Поэтому, для уменьшения ошибок измерения, замеры проводятся несколько раз. Для этого даже пользуются несколькими разными приборами. В результате этого мы получим несколько значений физических величин, которые отличаются друг от друга. Чему равна измеряемая величина в этом случае?

Чтобы определить это, вычисляется величина, называемая ***средним значением.*** Для этого суммируются все полученные при измерениях значения и делятся на количество измерений. Например, если проведено два замера,

$$\textit{среднее значение} = \frac{\textit{величина 1-го измерения} + \textit{2-го измерения}}{2}$$

Чем больше будет проведено измерений физических величин и найдено его среднее значение, тем точнее определена величина.

В некоторых измерительных приборах величина ошибки измерения указывается в процентах. Например, надпись ±5 означает, что показатель прибора может отличаться от действительного значения на +5 или –5 процентов.

Величина с учетом ошибок измерения выражается следующим образом: $A = a \pm \Delta a$,

где A – измеряемая величина, a – результат измерения, Δa – ошибки измерения (Δ – буква «дельта» по-гречески).



1. *Что понимается под термином «предел измерения измерительного прибора»?*
2. *Как определяется ошибка измерения?*
3. *Почему измерения проводятся повторно?*
4. *Назовите точность и пределы измерения приведенных на рисунке 2 приборов.*



Практическое задание

Измерьте длину стола в классе с помощью линейки.

Упражнение 1.

1. Какие из следующих явлений относятся к световым явлениям?

a) в метро двигается поезд; b) варится пища на электрической плите; c) слышно журчание ручья; d) горит электрическая лампочка; e) наблюдаем за полетом орла; f) показ фильма по телевизору; g) тает снег у подножья гор.

2. Количество линий на измерительной ленте равно 201. Напротив первой линии имеется цифра 0, на последней надпись 100. Сколько делений имеет шкала прибора? Определите степень шкалы прибора?

3. Определите степени шкалы приборов, приведенных на рисунке 2 (линейки, термометра, секундомера, мензурки).

4. Каким образом с помощью измерительной ленты можно измерить толщину нитки?

5. Как можно измерить объем риса или гороха с помощью мензурки?

6. Выразите в метрах 497 дм.

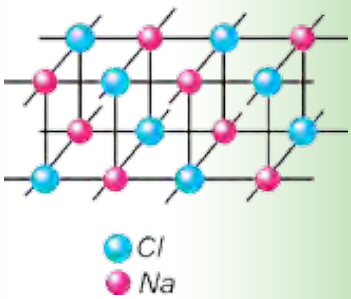
ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СТРОЕНИИ ВЕЩЕСТВА

I
ГЛАВА

В этой главе Вы ознакомитесь с понятиями:

- **учение мыслителей античного мира и наших соотечественников Рази, Беруни и Авиценны о строении вещества;**
- **беспорядочное движение молекул;**
- **молекулярное строение твердых тел, жидкостей и газов;**
- **явление диффузии;**
- **физические величины масса и плотность.**







ВВОДНАЯ БЕСЕДА

В древние века люди пользовались только тем, что их окружало, – деревья, камни, земля, вода и др. Впоследствии из полезных ископаемых они научились выплавлять железо, медь, серебро, золото. Путем их смешивания получили бронзу, латунь. В некоторых случаях нужны были твердые материалы для изготовления мечей, щитов, для украшений (корон, колец и т.д.) нужны были материалы с другими свойствами. Для их создания люди все больше изучали строение существующих материалов. В дальнейшем, используя полученные знания, люди создали искусственные материалы, обладающие новыми свойствами (пластмассы, полимеры и т.д.).

Чтобы получить такие знания и применить их на практике, великие умы человечества веками работали не покладая рук, проводили научные исследования.

ТЕМА 8

УЧЕНИЕ ДЕМОКРИТА, РАЗИ, БЕРУНИ И АВИЦЕННЫ О СТРОЕНИИ ВЕЩЕСТВА

В повседневной жизни, чтобы вскипятить воду, вы наливаете ее в сосуд, нагреваете его и видите, что появляется пар. Через некоторое время вода начинает кипеть, и, если сосуд оставить без внимания, вода вся выкипит. В холодные зимние дни вода на улице замерзает. Почему вода испаряется? Какая разница в строении воды и льда? Подобные вопросы издревле интересовали людей. Первоначальное представление о строении вещества принадлежит греческому ученому *Демокриту* (460–370 годы до н.э.). По Демокриту все тела состоят из очень маленьких частиц – атомов. Самая маленькая частица вещества – атом – считалась неделимой. Слово «атом» по-гречески означает «неделимый». Труд Демокрита об атомах не дошел до нас. Его взгляды приведены в трудах других ученых.

Учение Демокрита впоследствии развили многие ученые. В частности, это нашло отражение в трудах наших соотечественников – великих мыслителей *Ар-Рази, Беруни* и *Авиценны*.

Абу Бакр ар-Рази (865–925) написал более 184 трудов, работал во многих областях науки. Он развил учение греческих ученых об атоме и высказал мысль, что атом тоже может делиться. Внутри атома, согласно теории ар-Рази, имеются пустоты и отдельные частицы, которые находятся в движении. Кроме того, он считал, что между этими частицами имеется сила взаимодействия. Эти теоретические взгляды Рази в дальнейшем получили развитие в трудах Абу Райхана Беруни и Авиценны.

* Речь об этом идет в переписке между ними. Беруни писал Авиценне: «Некоторые ученые утверждают, что частиц меньше атома не существует, – это глупость. Вторые утверждают, что атом делится бесконечно, это еще большая глупость. Если атом делится бесконечно, то в конце концов материя может исчезнуть. Этого не может быть, так как материя бесконечна. Что Вы думаете по этому поводу?»

Авиценна в своем ответе Беруни писал, что утверждения Аристотеля и Рази надо понимать так, что атом делится не бесконечно, и это деление имеет границу.

В настоящее время сложное строение атома полностью подтверждено. Атом состоит из ядра и электронной оболочки. Ядро, в свою очередь, состоит из еще меньших частиц – протонов и нейтронов. Есть сведения о том, что протон и нейтрон тоже состоят из еще более мелких частиц, называемых кварками. Ответ на вопрос, имеется ли граница этого деления, надеемся получить в будущем у вас, уважаемые ученики.



1. *Какие вы имеете представления о строении вещества?*
2. *Какие имеются недостатки в учении Демокрита об атоме?*
3. *В каких еще направлениях проводил исследования ар-Рази? Узнайте об этом из книг в вашей библиотеке.*
4. *Как вы думаете, могут ли частицы делиться бесконечно?*
5. *Как бы Вы ответили на вопрос Абу Райхана Беруни?*

МОЛЕКУЛЫ И ИХ РАЗМЕРЫ

Вам известно, что каждое вещество имеет присущие ему свойства. Например: сахар – сладкий, соль – соленая и т.д. Возьмем сахар и измельчим его в ступке. Если мы теперь попробуем его на вкус, то он останется сладким, т.е. сохранился вкус сахара. До какой степени измельчения сохранит он свой сладкий вкус? Опыты показывают, что вещество сохраняет свои свойства до определенного размера составляющих его частиц.

Наименьший размер, при котором еще сохраняются свойства вещества, называется *молекулой*.

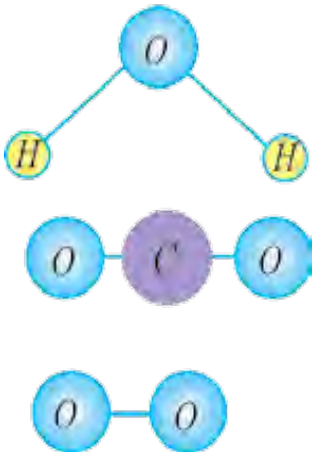


Рис. 4

Молекула (*moles* – масса по латыни) может состоять из одного или из нескольких атомов. Например, молекула воды состоит из трех атомов. Она содержит 1 атом кислорода и 2 атома водорода (рис. 4).

Молекула кислорода, которым мы дышим, состоит из двух одинаковых атомов кислорода. А углекислый газ, который мы выдыхаем, состоит из одного атома углерода и двух атомов кислорода. Для обозначения атомов и молекул используются латинские буквы и цифровые индексы. Например, атом кислорода обозначается буквой O, молекула, так как она состоит из двух атомов, обозначается O_2. Молекула углекислого газа обозначается как CO_2, а воды – H_2O.

Если разделить молекулу воды, то две молекулы водорода и молекула кислорода по отдельности не дадут свойств воды. В многоатомных молекулах свойства молекул будут зависеть от взаимного расположения атомов. Даже свойства молекулы, состоящей из одинаковых атомов, зависят от взаимного расположения этих атомов.

В природе нет абсолютно одинаковых предметов. Даже близнецы тоже чем-то отличаются. По этим отличиям их и распознают родители. Однако молекулы одного и того же вещества не отличаются друг от друга. Например: молекула воды, полученная в результате испарения арбузного сока или морской воды, не отличается от молекулы родниковой воды.

Размеры атомов и молекул очень малы, их нельзя увидеть невооруженным глазом. Их невозможно увидеть не только в обычный микроскоп, но и в самый лучший оптический микроскоп (самый маленький предел измерения 0,000002 мм). В таком случае как можно определить их размеры? На первый взгляд кажется, что это неразрешимая задача. Проведем такой опыт. Возьмем широкий сосуд с водой и капнем в него одну каплю масла из пипетки. Капля масла растекается по поверхности воды. Это происходит из-за того, что молекулы, находящиеся наверху, как бы «соскальзывают» вниз и т.д. Внизу остается только один слой.

Масло принимает форму круга. Штангенциркулем можно измерить его диаметр и вычислить площадь S (рис. 5). Чтобы определить объем одной капли, в специальную посуду капают масло в объеме 1 куб.см и считают количество капель. Объем капли находят путем деления 1 куб.см на их количество.

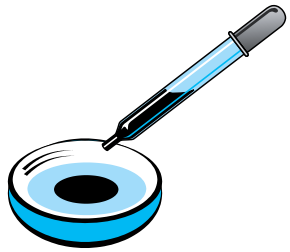


Рис. 5

Так как объем капли также равен $V = d \cdot S$, то толщина слоя масла равна $d = \frac{V}{S}$. Если вычислить, то толщина слоя, то есть диаметр молекулы масла, будет равен $d = 0{,}0000002$ мм. Диаметр молекулы, измеренный современными методами, дает тот же порядок.

Следующий пример показывает, насколько маленьким является это число. Если увеличить молекулу водорода до размеров яблока, то размер яблока соответственно будет равен размеру Земли.

В настоящее время с помощью специальных электронных микроскопов можно получить рисунки сравнительно больших молекул и некоторых атомов. Размер атома водорода равен 0,0000002 мм, а молекулы равен 0,00000023 мм. Размер молекулы белка составляет примерно 0,0043 мм.



1. *Чем отличается атом от молекулы?*
2. *Как можно узнать, сколько атомов содержит данная молекула?*
3. *Что больше, молекула или бактерия? Сравните размеры бактерии и молекулы, размеры бактерии узнайте из учебников «Ботаника» или «Зоология».*

ДВИЖЕНИЕ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МОЛЕКУЛ. БРОУНОВСКОЕ ДВИЖЕНИЕ

Откроем в комнате флакончик духов и капнем их себе на руку или на одежду. Через некоторое время запах духов почувствуют и другие. Если откроем чашку с сухим нафталином и поставим ее на стол, то все почувствуют запах нафталина. Чтобы мы почувствовали запах, молекулы нафталина или духов должны достичь наших ноздрей. Значит духи или сухой нафталин состоят из частиц, которые двигаются. Если в комнате холодно, то затапливаем печь. Хотя дверца печи и закрыта, но помещение все равно нагревается. Каким образом тепло от печи распространяется в помещении? В данном случае теплопередача тоже происходит за счет движения частиц воздуха. Если бы молекулы, из которых состоит вода, не двигались, то вода не текла бы в реках и арыках. Значит, мы удостоверились, что молекулы газа и воды двигаются. А двигаются ли частицы в твердых телах? Чтобы узнать это, проведем следующий опыт (рис. 6). Возьмем шар, изготовленный из металла. Из проволоки сделаем кольцо, через которое стальной шар проходит свободно. Через кольцо попробуем несколько раз пропустить металлический шар. Нагреем шар. После нагревания шар застрянет в кольце. За счет движения молекул нагретый шар расширяется. Возникает такой вопрос: как двигаются частицы, из которых состоит вещество?

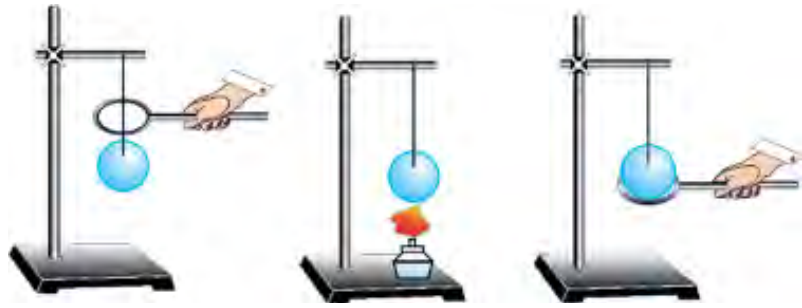


Рис. 6

Движение молекул впервые наблюдал английский ботаник *Роберт Броун*. В 1827 году он рассматривал в микроскоп взвешенные в воде мелкие семена, споры плауна. Наблюдения показали, что эти споры совершают непрерывное движение.

Движение не прекращалось ни днем, ни ночью, для молекул было безразлично – лето это или зима. Представим себе, что дети играют разноцветными воздушными шарами. Сможем ли мы сказать, где окажется красный шар через 2 секунды? Конечно, нет, так как движение шаров случайное и беспорядочное. Точно также движение молекул является беспорядочным за счет взаимных столкновений.

Непрерывное и беспорядочное движение молекул вошло в науку под названием *броуновского движения*.

Если молекулы совершают непрерывное и беспорядочное движение, тогда почему твердые тела и жидкости не распадаются? Между молекулами существуют силы притяжения. Эти силы удерживают молекулы друг около друга. Как далеко простираются эти силы? Возьмем палочку и сломаем ее. Теперь, сколько бы мы не пытались восстановить целостность палки, мы не сможем, так как невозможно достаточно сблизить молекулы в месте поломки. Значит, силы взаимодействия молекул проявляются на очень маленьких расстояниях. Эти расстояния соизмеримы с расстояниями между молекулами. Тогда почему прилипают друг к другу пластилин, тесто, жевательная резинка? Потому что их молекулы можно сблизить на достаточно маленькое расстояние. Склеивание сломанного стекла объясняется тем, что пустоты между двумя частями заполняются клеем, молекулы сближаются на достаточное расстояние и начинают действовать молекулярные силы. Электрическая и газовая сварка металлов объясняется также действием молекулярных сил.



Практическое занятие

1. Попросите у родителей или старших братьев вырезать десять штук прямоугольников из стекла. Размер одного пусть будет больше размера других. Протрите каждый мокрой матерчатой салфеткой и положите друг на друга. На самый верх положите самый большой прямоугольник. Возьмитесь за большой стеклянный прямоугольник и поднимите. Остальные стекла тоже поднимутся. Объясните причину.

2. Налейте воду в тарелку и ополосните ее. Поверхность тарелки станет мокрой. Возьмите кусок мыла, положите на тарелку и несколько раз сильно надавите. Если теперь поднять мыло, то и тарелка поднимется вместе с мылом. Объясните причину.

1. *Почему твердые тела не распадаются сами собой на отдельные молекулы?*
2. *Какие явления показывают, что между молекулами существуют не только силы притяжения, но и силы отталкивания?*
3. *Имеются ли силы взаимодействия между молекулами воздуха?*

ТЕМА 11

ЯВЛЕНИЕ ДИФФУЗИИ В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

Мы уже знаем, что в газах, жидкостях и твердых телах молекулы совершают непрерывное и беспорядочное движение. Одно из явлений, которое подтверждает это, – явление **диффузии** (на латыни *diffuziya* означает распространение).

Взаимное проникновение молекул соприкасающихся веществ друг в друга называется *диффузией.*

В качестве примера диффузии можно привести распространение запаха духов в помещении, растворение сахара или соли в воде.

Разольем немного духов, отметим время, отойдем от этого места на несколько метров и будем ждать. Запах духов почувствуем не сразу, а спустя некоторое время. Почему так происходит? Потому что при испарении молекулы духов смешиваются с молекулами воздуха. Хотя скорость молекулы большая (несколько сот метров в секунду), на своем пути она претерпевает множество соударений и меняет направление своего движения.

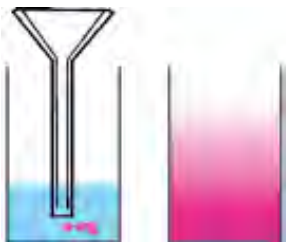


Рис. 7

Чтобы наблюдать диффузию в жидкостях, проделаем следующий опыт. Возьмем стакан, насыплем в него одну чайную ложку сахара. Затем очень осторожно нальем воду, чтобы она не смешалась с сахаром. Через некоторое время увидим, что жидкость на дне стакана помутнела. Сахар растворился и получился сахарный сироп. Не взбалтывая воду в стакане, попробуйте сделать глоток. Через 15–20 мин еще попробуйте сделать глоток. Как и почему меняется вкус воды? Теперь проведем опыт с водой и марганцово-кислым калием. И в этом случае наблюдаем процесс диффузии: цвет воды меняется, постепенно окрашивая воду со дна стакана вверх (рис. 7).

Наблюдается ли явление диффузии в твердых телах?

Провели такой опыт. Взяли золотую и свинцовую пластины, гладко отшлифовали и положили одну на другую. Сверху придавили грузом и при комнатной температуре оставили на 5 лет. После этого увидели, что золото и свинец взаимно проникли друг в друга на расстояние порядка 1 мм.

Египетские пирамиды сложены из отшлифованных камней. В местах стыковки вода не проникает внутрь, так как в течение тысячелетий камни соприкасались, и места стыковки за счет диффузии срослись между собой.

Значит, диффузия происходит в газах быстро, в жидкостях – медленнее, а в твердых телах – очень медленно. Скорость прохождения диффузии также зависит от температуры. При возрастании температуры скорость диффузии возрастает.

Диффузия имеет большое значение в природе.

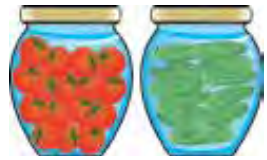


Рис. 8

Например, за счет диффузии вредные газы промышленных предприятий рассеиваются в воздухе. Выдыхаемый углекислый газ за счет диффузии не скапливается у ноздрей. Соление овощей тоже основано на явлении диффузии (рис. 8). Объясните, почему. Диффузия имеет большое значение в жизнедеятельности людей и животных. Например, кислород, содержащийся в воздухе, благодаря диффузии через кожу проникает в организм человека. Благодаря диффузии питательные вещества из желудка животных переходят в кровь.

Практическое задание

1. Налейте в стакан воды и осторожно опустите в нее кусок сахара. Не мешая попробуйте воду на вкус. Определите изменение вкуса у воды со временем.

2. В пиалу налейте горячий чай, возьмите чайную ложку сахара. Медленно опускайте ложку в чай и наблюдайте за растворением сахара. После определенного количества он перестанет растворяться. Подумайте, почему.

1. В чем причина явления диффузии?

2. Почему с повышением температуры диффузия протекает быстрее?

3. Приведите примеры диффузии в газах, жидкостях и твердых телах.

4. Знаете ли вы жидкости, которые не смешиваются?

МОЛЕКУЛЯРНОЕ СТРОЕНИЕ ТВЕРДЫХ ТЕЛ, ГАЗОВ И ЖИДКОСТЕЙ

Зимой вода в прудах, озерах и реках замерзает. Летом – наоборот, пруды высыхают, потому что вода из них испаряется. В природе вода встречается в трех состояниях. В твердом состоянии – лед, в жидком состоянии – вода и газообразном состоянии – пар. Значит, пар, вода и лед состоят из молекул одного типа. Они отличаются только взаимным расположением молекул и движением. Пар состоит из отдельных молекул, которые совершают непрерывное и беспорядочное движение. По этой причине пар, поднимающийся над поверхностью воды, быстро смешивается с воздухом. Поэтому в воздухе постоянно присутствует водяной пар. В состав воздуха входят также кислород, углекислый газ и другие газы. Их молекулы тоже находятся в непрерывном и беспорядочном движении. Если посмотреть сбоку на луч света, падающий из окна, то можно увидеть частицы пыли, которые тоже совершают непрерывное и беспорядочное движение. Это происходит за счет того, что частицы пыли постоянно сталкиваются с молекулами воздуха. Возьмем воздушный шарик, слегка надуем его и завяжем. И если теперь мы сожмем шар руками, то увидим, что он уменьшился в объеме. Значит, газ можно сжимать. Возьмем два шарика, один из них надуем через трубочку и завяжем, а затем второй конец трубочки соединим со вторым шаром и закрепим шар. Теперь, если мы развяжем первый шар, то воздух через трубочку перейдет во второй шар (рис. 9). Значит, газ может свободно переходить из одного объема в другой. В какой бы сосуд мы ни поместили газ, он займет весь объем сосуда. Расстояние между молекулами газов в среднем в 100–1000 раз больше, чем размеры молекул. На таких расстояних сила взаимодействия между молекулами очень маленькая.

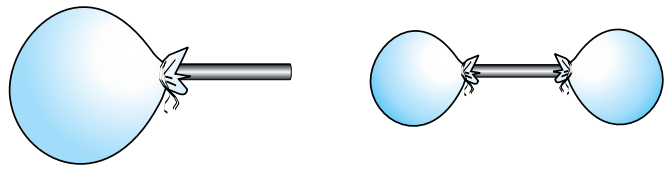


Рис. 9

Газ не имеет собственной формы и объема.

Если жидкость налить в сосуд, она займет объем этого сосуда, но сохранит свой объем. Вы хорошо знаете, что прохладительные напитки продаются в сосудах объемом 1,5 л, 1 л и 0,5 л. Горючее для автомобилей тоже измеряется в литрах. В жидкостях молекулы располагаются близко, и поэтому они обладают заметной силой притяжения, но под собственной тяжестью растекаются и занимают объем сосуда.

Сила протяжения молекул жидкости недостаточно велика для того, чтобы жидкость могла сохранять определенную форму. Несмотря на это сжимать жидкость очень трудно. В одном эксперименте, чтобы сжать воду, ее налили в свинцовый шар и запаяли крышку. Затем шар ударили тяжелым молотом, при этом вода не сжалась, но под воздействием воды шар лопнул и вода вытекла.

Жидкость обладает собственным объемом, но не обладает формой.

Многие окружающие нас предметы состоят из твердых тел: ручка, парта, машина, дома и т.д. Они все имеют собственную форму. Чтобы изменить их форму, надо приложить большие усилия. Молекулы (атомы) в твердых телах располагаются ближе, чем в жидкостях. Кроме этого, они располагаются упорядоченно и совершают колебательные движения в местах расположения.

Например, молекула пищевой соли имеет формулу NaCl, то есть состоит из атомов Na – натрия и Cl– хлора. Взаимное расположение атомов приведено на рис. 10. Если их соединить прямыми линиями, то получим решетку.

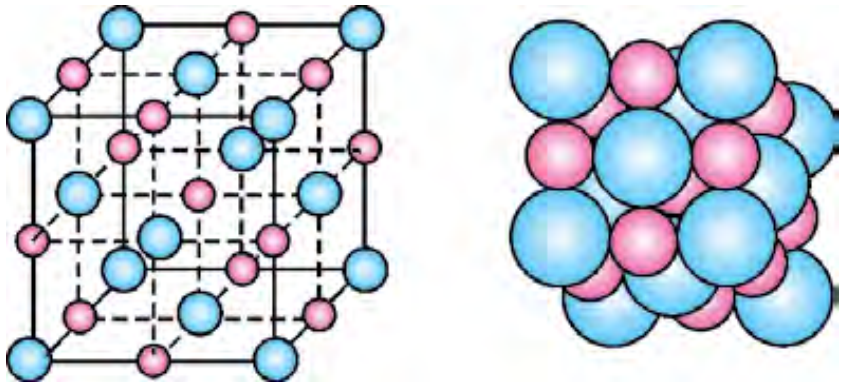


Рис. 10

Изменение расположения атомов может изменить степень твердости тела. Например, грифель карандаша, которым вы пользуетесь, и алмаз (бриллиант) состоят из атомов углерода (C). Но расположение атомов в них различно.

Твердые тела сохраняют собственный объем и форму.

1. *Можно ли перевести твердые тела в газообразное состояние?*
2. *Видели ли вы воздух в твердом состоянии? Если не видели, может, слышали об этом?*
3. *Жевательная резинка является твердым телом, но легко меняет форму. Как вы думаете, в чем причина этого явления?*
4. *Приведите примеры использования свойств твердых тел, жидкостей и газов в быту.*

ТЕМА 13

ИЗУЧЕНИЕ ЯВЛЕНИЯ ДИФФУЗИИ В ЖИДКОСТЯХ
(ВЫПОЛНЯЕТСЯ ДОМА)

Необходимые принадлежности. Два стакана, кристаллы марганцово кислого калия.

Выполнение работы.

1. Налейте в первый стакан воду и поместите стакан в холодильник, во второй стакан тоже налейте воду и поставьте его в теплое место.
2. Не взбалтывая воду в стаканах, положите в них кристаллы марганцово кислого калия.
3. Два раза в день наблюдайте за изменением цвета воды в стаканах (на сколько миллиметров поднялась верхняя кромка).
4. По результатам наблюдений рассчитайте скорость диффузии по формуле $D \sim \frac{h}{t}$. (h – высота жидкости, окрасившейся в красный цвет в результате диффузии, t – время).
5. Запишите свои выводы.

МАССА ТЕЛА. ЕДИНИЦЫ МАССЫ

В повседневной жизни вы сами или с родителями ходите на рынок. Вы знаете, что многие пищевые продукты при продаже взвешиваются на весах. Как сравниваются тела и предметы при взвешивании на весах? Чтобы понять это, обратим внимание на следующее. Что легче сдвинуть с места, игрушечную детскую машину, наполненную песком, или настоящую машину, наполненную песком? Что легче остановить, равномерно двигающуюся детскую машину или настоящую машину? Конечно, каждый из вас ответит, что игрушечную машину. Приведем другой пример. Что легче поднять, целлофановый пакетик, наполненный сахаром, или мешок с сахаром? В этом случае правильный ответ: легче поднять целлофановый пакет. Из этого можно сделать следующий вывод: если тела находятся в состоянии покоя, то для выведения их из этого состояния необходимо на них подействовать. Значит тела и предметы стараются сохранить состояние покоя, а также состояние движения, и это называется *инертностью*. Но это свойство различно у разных тел. Для измерения инертности тел используется физическая величина под названием **«масса».** Как было сказано выше, единицей массы является 1 килограмм. Международный образец (эталон) хранится в г. Севре, близ Парижа (рис. 11).

Изготовленный из платиново-иридиевого сплава образец имеет форму цилиндра высотой и диаметром 39 мм. С этого образца изготовлены 40 копий и распространены в разные страны.

Способов измерения массы тела много. Один из самых известных – это взвешивание на весах. Используемые на практике весы бывают разного типа: учебные, аналитические, электронные и др. На рисунке 12 показаны учебные (рычажные) и электронные весы.

Величина массы тела зависит от количества имеющегося в нем вещества или предметов. Например, масса одного мешка орехов больше массы одного пакета орехов, масса одного ведра воды больше массы одного стакана воды.

Массу тел и предметов можно измерять единицами большими или меньшими, чем килограмм.

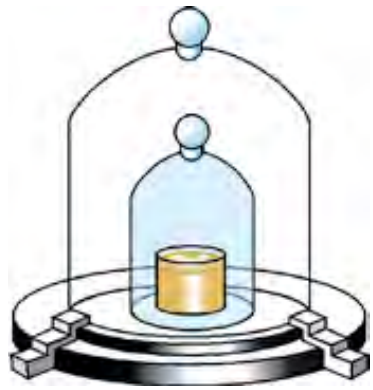
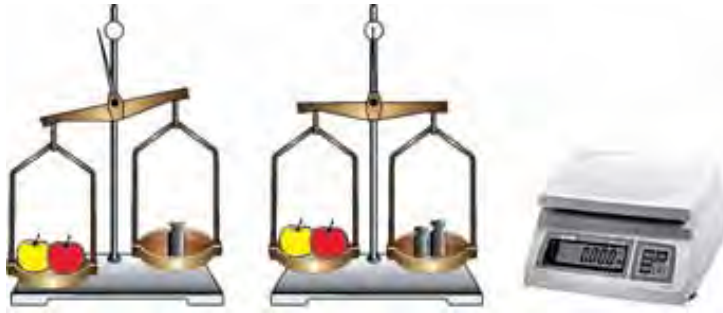


Рис. 11

1 тонна (т) = 10 центнеров (ц) = 1000 кг.

1 кг = 1000 граммов = 1 000 000 миллиграммов.

Масса тела измеряется при помощи рычажных весов. Для этого на левую чашку весов помещают тело, массу которого нужно определить, а на правую – гири. Гири подбирают так, чтобы установилось равновесие (рис. 12 *а*, *б*).



а) *б)*

Рис. 12

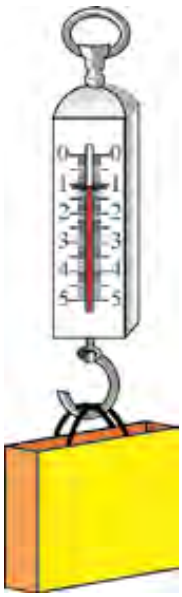


Рис.13

Потом подсчитывают общую массу гирь, уравновешивающих тело.

Масса тела, взвешенного на рычажных весах, не зависит от того, нагрето или охлаждено тело, а также от места и времени измерений. По этой причине в опытах и при расчетах масса данного тела считается постоянной ($m = \text{const}$).

Иногда на рынке можно встретить продавцов, взвешивающих овощи на пружинных весах (рис. 13). Внутри этих весов имеется пружина, которая растягивается под действием груза. Показания весов зависят от жесткости пружины, от температуры воздуха, от того, вернулась ли пружина в свое прежнее состояние после перегруза. Также показания весов зависят от места взвешивания: около северного полюса Земли или около экватора. Поэтому они бывают не очень точными. Массу тела лучше измерять на рычажных весах. Невозможно непосредственно измерить массу очень маленьких частиц и очень больших тел (Луна, Солнце). Их массы определяются косвенными вычислениями. Разговор об этом пойдет в старших классах.

Практическое задание

Дома сделайте весы, воспользовавшись палочкой, нитками, крышкой от баночки, куском проволоки для стрелки. В качестве гирь используйте монеты.

1. *Как вы объясните понятие «масса тела»?*
2. *На каких весах масса тела измеряется точнее: рычажных или пружинных? Дайте обоснованный ответ.*
3. *Из трех монет одна легкая. Можно ли, взвесив монеты один раз на весах без гирь, узнать, какая из них легче, если форма и вид монет одинаковые?*

ТЕМА 15

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА. ИЗМЕРЕНИЕ МАССЫ ТЕЛА НА РЫЧАЖНЫХ ВЕСАХ

Необходимые принадлежности. Рычажные весы с гирями, стакан, вода, куб, массу которого необходимо определить, тело в форме цилиндра.

Выполнение работы.

1. Ознакомьтесь со строением рычажных весов и гирями, имеющими разную массу (рис. 14).

2. Перед взвешиванием весы необходимо привести в уравновешенное состояние. При необходимости на чашки нужно положить полоски бумаги.

3. Взвешиваемое тело кладут на левую чашку весов, а гири – на правую.

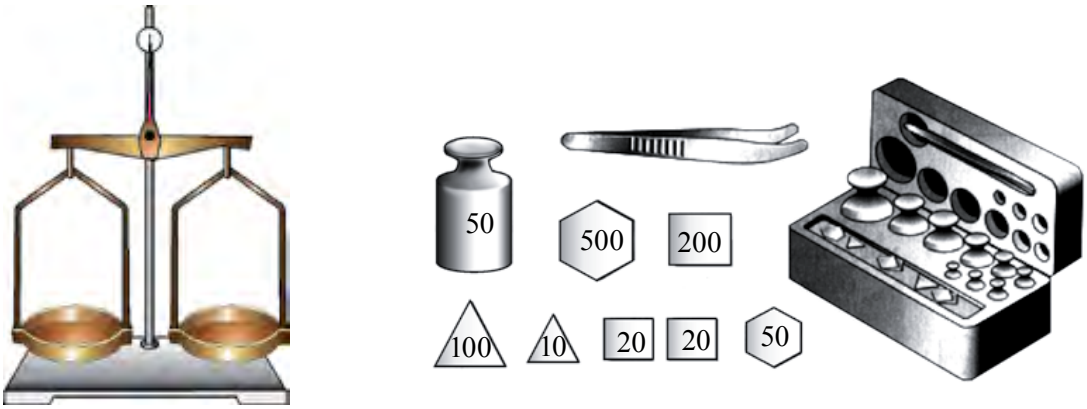


Рис. 14

4. Во избежание порчи весов берут гирю с массой, близкой к массе взвешиваемого тела. При большой разнице масс весы могут зашкалить.

5. На чашки весов нельзя класть мокрые, грязные, горячие тела, наливать жидкости, насыпать без использования подкладки сыпучие вещества (сахар, песок, соль).

6. Нельзя взвешивать тела тяжелее, чем указано в паспорте весов.

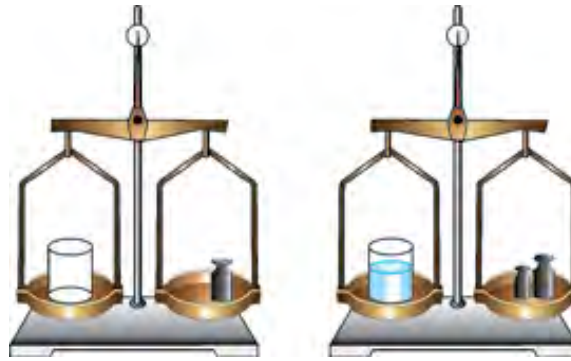


Рис. 15

7. Мелкие гири нужно брать из коробки только пинцетом. Если брать их руками, то влага и жир с рук перейдут на гири и изменят их массу.

8. Если гиря окажется легче взвешиваемого тела, то в чашку надо подкладывать гири.

9. Если весы уравновесятся, стрелка покажет 0 или же чашки расположатся на одной линии, затем подсчитывают общую массу гирь, лежащих на чашке весов.

10. На весах взвешивают массу пустого стакана ($m_{ст}$) (рис. 15).

11. Снимают стакан с чашки и наливают в него определенное количество воды.

12. Ставят стакан с водой на чашку весов и взвешивают массу стакана с водой $m_{ст.\ вод}$.

13. Определяют массу воды в стакане по формуле $m_{вод} = m_{ст.вод} - m_{ст}$.

Примечание: *Если масса измеряемого тела будет больше или меньше, даже когда вы положите самую маленькую гирю (20 мг), то общую массу можно округлить.* Например, если при 100 г + 20 г + 1 г + 500 мг + 20 мг тяжелее, а при 100 г + 20 г + + 1 г + 500 мг легче, то $m \approx 121{,}5$ г.

1. *Как изменяется масса тел при нагревании?*
2. *Почему измерения на рычажных весах точнее, чем на пружинных?*
3. *Подумайте, как можно измерить массу газа.*
4. *Что понимается под инертностью тел?*

- Масса мухи ≈0,001 г.
- Масса новорожденного слоненка составляет около 100 кг.
- Масса автомобиля «NEXIA» равна приблизительно 1400 кг.
- Масса одного зерна пшеницы≈0,01 г.
- Масса Земли $\underbrace{1000.....000}_{24}$ кг.
- Масса Солнца $\underbrace{2000.....000}_{30}$ кг.

ТЕМА 16

ПЛОТНОСТЬ И ЕДИНИЦЫ ПЛОТНОСТИ. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ПО БЕРУНИ И ХАЗИНУ

В мензурку нальем определенное количество теплой воды. Определив объем, растворим в ней ложку сахара. Заметим, что в этом случае объем воды не изменился. Куда делся сахар? Частицы сахара распределились между частицами воды. Значит, составляющие вещество частицы расположены на определенном расстоянии друг от друга. Некоторые частицы в веществе располагаются близко, а другие – далеко. Кроме этого, массы частиц различных веществ бывают разными. Такое свойство вещества определяется физической величиной, называемой плотностью.

Плотностью вещества **называется масса, приходящаяся на единицу объема.**

Плотность обозначается буквой ρ.

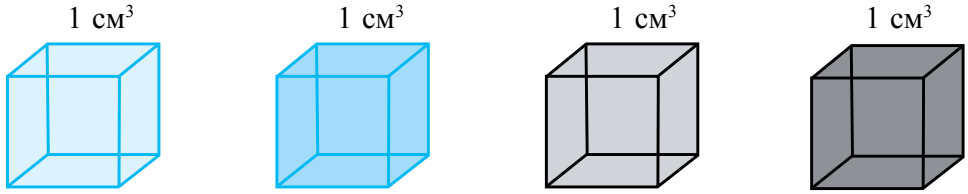
$$\textbf{плотность} = \frac{\text{масса}}{\text{объем}}, \quad \rho = \frac{m}{V}$$

ρ – плотность, m – масса, V – объем.

Единицей плотности вещества является $1\frac{кг}{м^3}$.

$\rho_{железо} = 7800\frac{кг}{м^3}$. Масса железного куба со сторонами, равными 1 м, равна 7800 кг. Масса точно такого же медного куба равна 8900 кг. Плотность газов маленькая, а плотность жидкостей – побольше. Плотность твердых тел больше, чем у газов и жидкостей (рис. 16).

Плотность вещества можно выражать в $\frac{кг}{м^3}$ или $\frac{г}{см^3}$. Если плотность дается в $\frac{кг}{м^3}$, то к $\frac{г}{см^3}$ можно перейти следующим образом: $\rho = 1\frac{кг}{м^3} = \frac{1000\ г}{1000\ 000\ см^3} = \frac{1}{1000}\frac{г}{см^3} = 0{,}001\frac{г}{см^3}$.



Воздух	Вода	Свинец	Ртуть
$m = 0{,}00129$ г	1 г	11,3 г	13,6 г

Рис. 16

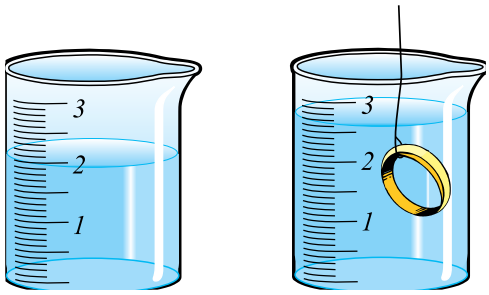


Рис. 17

Значит, для определения плотности какого-либо тела или вещества измеряют его массу и объем. Массу можно измерить на весах. Но объем тел различной формы не всегда можно определить при помощи линейки. Например, серьги, медальоны. Объем тел, нерастворимых в воде, определяют следующим образом (рис. 17). Наливается в мензурку вода, отмечается ее объем V_1. Затем в мензурку опускают кольцо и записывают уровень воды V_2. Отсюда объем кольца находят как: $V = V_2 - V_1$. Объем кольца равен $2{,}8\ см^3 - 2\ см^3 = 0{,}8\ см^3$.



Практическое задание

Способом, приведенным выше, определите плотность пуговицы, чайной ложки и похожих предметов. Помните, зная способ определения плотности, можно проверить подлинность золотых изделий!

таблица 1

Твердые тела	г/см³	Жидкости	г/см³	Газы	г/см³
Лед	0,9	Бензин	0,71	Водород	0,00009
Оконное стекло	2,5	Спирт	0,79	Природный газ	0,0008
Алюминий	2,7	Керосин	0,8	Азот	0,00125
Сталь	7,8	Растительное масло	0,9	Угарный газ	0,00125
Медь	8,9	Молоко	1,03	Кислород	0,00143
Серебро	10,5	Морская вода	1,03	Углекислый	
Золото	19,3	Мед	1,35	газ	0,00198
Платина	21,5	Серная кислота	1,8		
Иридий	22,4				

* Если объем жидкости дается в литрах, то объем 1 литр = 1 дм³ = 0,001 м.

Примеры решения задач.

1. Чему равна масса золотого браслета объемом 2 см³?

Дано:	Формула:	Решение:
$V = 2$ см³ $\rho = 19{,}3$ г/см³	$\rho = \frac{m}{V}$, отсюда $m = \rho \cdot V$.	$m = 19{,}3 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 2 \text{ см}^3 = 38{,}6$ г.
Требуется найти: $m = ?$		*Ответ:* $m = 38{,}6$ г.

2. Чему равен объем алюминиевого тела массой 100 г?

Дано:	Формула:	Решение:
$m = 100$ г $\rho_{al} = 2{,}7$ г/см³	$\rho = \frac{m}{V}$, отсюда	$V = \frac{100 \text{ г}}{2{,}7 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} = 37{,}037$ см³.
Требуется найти: $V = ?$	$V = \frac{m}{\rho}$.	*Ответ:* $V = 37{,}037$ см³.

Наши соотечественники *Беруни и Абдуррахман Хазин* с большой точностью определяли плотности различных веществ. Для измерения плотности веществ различной конфигурации Беруни изготовил специальный прибор (рис. 18). Тело, объем которого необходимо было измерить, погружалось в сосуд *1* с водой. Тогда количество жидкости, равное объему измеряемого тела, через горлышко *2* вытекало в чашку *3*. Беруни также определил плотность веществ, которые легче воды, такие как воск, парафин, дерево. Определив плотность пресной и соленой воды, он нашел способ использовать это явление.

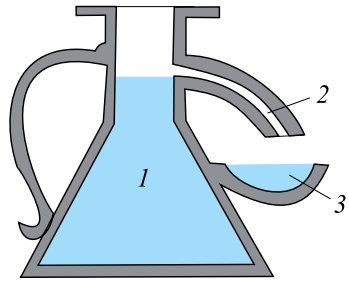


Рис. 18

Ученик Омара Хайяма *Абу Фатх Абдурахман аль-Мансур аль-Хазин* родился в г. Мерве. Известностью пользуется его книга под названием «Весы мудрости» и астрономическая таблица (1120 г.).

Беруни в своем труде «Индия» утверждал: «Опасность, которую представляют для судов эти места (места впадения рек в моря), заключается в том, что пресная вода в отличие от соленой воды хуже поднимает тяжелые тела».

Абдуррахман Хазин для более точного измерения плотности тел предложил измерять их в вакууме. Для этого он изготовил специальные весы (рис. 19).

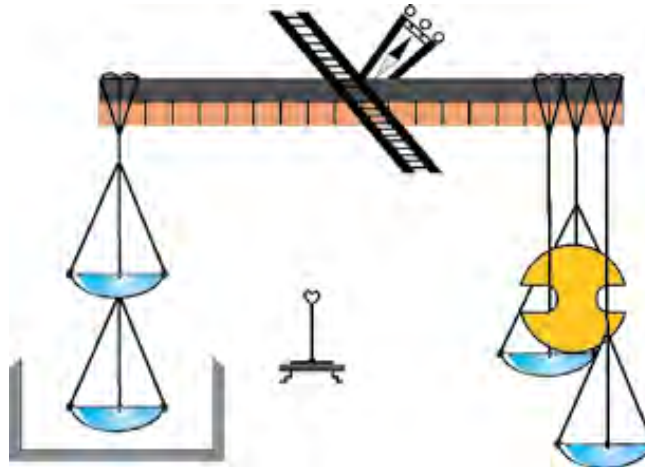


Рис. 19



1. *Сравните объемы 100 г сахарного песка и изготовленного из него рафинада.*
2. *Сравните плотность сладкого и несладкого чая (проведите опыт).*
3. *Выразите плотность в г/см³, если она дана в кг/м³.*
4. *Сколько кг будет в 1 литре растительного масла?*

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ТВЕРДОГО ТЕЛА

Необходимые принадлежности. Рычажные весы с гирями, измерительная линейка, предметы в форме прямоугольного параллелепипеда, изготовленные из дерева, пластмассы, металла. Предметы, имеющие неправильную геометрическую форму (маленькие ножницы, перочинный ножичек), мензурка.

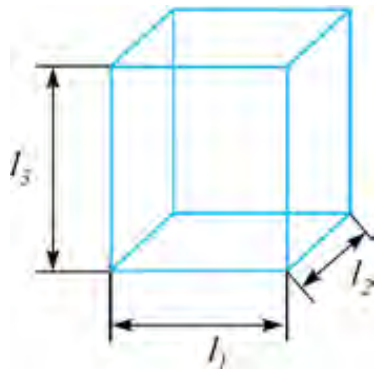


Рис. 20

Выполнение работы. 1. Берется один из предметов в форме прямоугольного параллелепипеда и измеряется при помощи линейки его длина (l_1), ширина (l_2) и высота (l_3) (рис. 20). Вычисляется объем $V = l_1 \cdot l_2 \cdot l_3$.

2. На одну чашку весов кладется прямоугольный параллелепипед, на вторую чашку – гири и устанавливается равновесие весов. Подсчитав массу m гирь, определяют массу тела.

3. Рассчитывается плотность тела по формуле: $\rho = \frac{m_{\text{тела}}}{V}$.

4. Как было указано выше, определяются плотности остальных прямоугольных параллелепипедов.

5. Результаты измерений и расчетов заносятся в таблицу.

Тело	Длина, см	Ширина, см	Высота, см	Объем, $см^3$	Масса, г	Плотность, $г/см^3$
Деревянный параллелепипед						
Пластмассовый параллелепипед						
Металлический параллелепипед						

6. На весах взвешивается масса m одного из тел неправильной формы.

7. В мензурку наливают воду так, чтобы при опускании тела в воду верхний уровень не превышал шкалу мензурки. В начале записывается уровень воды V_1.

8. Тело с определенной массой опускают в мензурку, удерживая его за нитку (рис. 17). Измеряется объем жидкости с погруженным в нее телом V_2.

9. Рассчитываем объем тела по формуле: $V_{\text{тела}} = V_2 - V_1$ (объем тела).

10. По формуле $\rho = \frac{m_{\text{тела}}}{V_{\text{тела}}}$ рассчитывается плотность тела.

11. Опыт повторяется с другим телом, результаты заносятся в таблицу.

Тело	V_1, см^3	V_2, см^3	$V_{\text{тела}}$, см^3	m, г	ρ, г/см^3
1. 2.					



Домашние задание

Зная плотность тел, попытайтесь определить, из какого материала они изготовлены.



1. *Объем каких еще тел, кроме параллелепипеда, можно определить с помощью линейки?*
2. *Дайте свои предложения по определению плотности жидкости.*
3. *Плотность какого тела можно изменить внешним воздействием?*



- Знаете ли вы, что существует жидкость намного тяжелее твердого тела? Если эту жидкость налить в трехлитровый баллон, вы не сможете его унести, так как его масса будет больше 40 кг. Эта жидкость – ртуть.
- Плотность в центре Солнца равна 16000 кг/м^3. Из таблицы видно, что самая большая плотность (для иридия) равна $\rho = 22\,400$ кг/м^3). На поверхности же Солнца плотность равна 0,0001÷0,00001 кг/м^3. Это меньше плотности воздуха в атмосфере почти в 10 000÷100 000 тысяч раз.
- Средняя плотность Земли равна 5 520 кг/м^3.

Упражнение 2

1. Рассчитайте массу 3 литров молока? (*Ответ:* 3,09 кг.)
2. Какой объем занимает лед массой 18 кг? (*Ответ:* 20 литров).
3. Сколько килограммов растительного масла можно налить в 0,5 – литровую бутылку? (*Ответ:* 450 г).

4. В каком случае сахар быстрее растворится? Сначала в пиалу кладут сахар, потом наливают чай или сначала наливают чай, а потом кладут сахар. Обоснуйте Ваш ответ.

5. Одну из двух банок с молоком поместили в холодильник, а другую оставили в комнате. В какой банке на поверхности молока быстрее образуются сливки?

6. Чтобы стереть запись на классной доске нужно намочить тряпку. Почему?

7. Зимой при сушке белья оно становится твердым. В чем причина?

8. Если приготовленная пища оказалась пересоленной, чтобы соль нормализовалась нужно добавить несколько свежеочищенных картофелин и кипятить несколько минут. Почему?

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ I

1. «Внутри атома имеются пустоты и отдельные части, и атомы все находятся в движении». Кому принадлежат эти слова?

A) Авиценна. B) Абу Райхан Беруни.
C) Абу Бакр ар-Рази. D) Демокрит.

2. Сколько атомов содержит молекула углекислого газа – CO_2?

A) 2. B) 3. C) 4. D) 5.

3. Какова наименьшая часть вещества, сохраняющая его свойства?

A) Объем 1 $мм^3$. B) Молекула.
C) Атом. D) Любая малая часть.

4. Почему молекулы жидкости в процессе движения не разбегаются во все стороны?

A) Из-за атмосферного давления.
B) Из-за сил взаимного притяжения.
C) Из-за диффузии.
D) Из-за причин, приведенных в пунктах *A, B, C* и *D.*

5. Как движутся молекулы (атомы) твердого тела?

A) Совершают беспорядочное поступательное движение.
B) Двигаются по окружности.
C) Совершают колебательное движение.
D) Они не участвуют в движении.

6. Какая жидкость при переходе в твердое состояние получает новое название?

A) Молоко. B) Вода. C) Масло. D) Спирт.

7. Одинаково ли расстояние между молекулами жидкости и газа, находящимися при одинаковой температуре?

A) Не одинаково. В жидкостях расстояние больше, чем в газах.
B) Одинаково, так как они находятся при одинаковой температуре.
C) Не одинаково. В жидкостях расстояние меньше, чем в газах.
D) Не одинаково, если молекулы жидкости и газа не являются молекулами одного вещества.

8. В каком случае сахар быстрее растворяется: в горячей или холодной воде?

A) В горячей воде, так как скорость молекул воды большая.
B) В холодной воде, так как молекулы воды оказывают меньшее сопротивление движению молекул сахара.
C) В горячей воде, так как скорость движения молекул воды и сахара большая.
D) В холодной воде, так как скорость движения молекул воды маленькая.

9. Молекула какого вещества состоит из трех атомов?

1. Азот. 2. Кислород. 3. Водород. 4. Углекислый газ.
A) 1. B) 2. C) 3. D) 4.

10. В каком состоянии находится вещество, если при сжатии его объем уменьшается?

1. Газ. 2. Жидкость. 3. Твердое тело.
A) 1. B) 2. C) 3. D) 1 и 2.

11. Чем отличается молекула холодной воды от молекулы горячей воды?

A) Массой. B) Размерами.
C) Скоростью. D) Не отличаются.

12. Сколько атомов кислорода содержится в молекуле углекислого газа?

A) 1. B) 2. C) 3. D) В составе молекулы нет атома кислорода.

13. На каком явлении основана сварка металлов?

A) Диффузия. C) Сила притяжения между молекулами
B) Броуновское движение. D) Молекулы состоят из атомов.

14. Чему приблизительно равен диаметр молекулы масла?

A) 0,0002 мм. B) 0,00002 мм.
C) 0,000002 мм. D) 0,0000002 м.

15. Скольким $см^3$ равен объем одного литра воды?

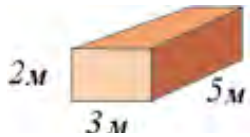
A) 500. B) 100. C) 1000. D) 2000.

16. Закончите предложение «Для определения плотности вещества необходимо ….».

A) ... разделить массу на объем...
B) ... умножить массу на объем...
C) ... сложить массу и объем...
D) ... вычесть массу из объема...

17. Чему равны масса и объем тела, показаного на рисунке? Плотность 1500 кг/м³.

A) 75000 кг; 50 м³.
B) 75000 кг; 100 м³.
C) 75000 кг; 30 м³.
D) 45000 кг; 30 м³.



ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ БЕСЕДА

В нижеприведенной таблице вы ознакомитесь с кратким содержанием тем, изложенных во введении и главе I.

Физические тела	Все встречающиеся в природе тела.
Физические процессы	Процессы, при которых частицы, из которых состоят вещества, остаются без изменения.
Физические величины	Параметры, позволяющие измерить тела или физические процессы.
Международная система единиц (СИ)	Введена в 1960 году. В ней основными приняты 7 единиц: длина (метр), масса (килограмм), время (секунда), сила тока (ампер), температура (кельвин), сила света (кандела), количество вещества (моль). Остальные физические величины получаются из основных. Например, 1 Н = 1 кг · 1 м/с².
Метр (м)	Единица длины. Основная единица системы СИ. Численно равна пути, проходимому светом за 1/299792458 секунды. Эталон изготовлен из платино-иридиевого сплава. Хранится во Франции.
Секунда (с)	Основная единица системы СИ. Приблизительно равна 1/86400 части солнечных суток (1 сутки = 24 часа = 86400 с).
Атом	По-гречески – *неделимый*. Наименьшая частица, сохраняющая свойства химического элемента. По сведениям на декабрь месяц 2016 года известно 94 естественных элемента, 24 элемента получены в лабораториях.

Молекула	Наименьшая частица, сохраняющая свойства вещества. Молекулы в веществе состоят из одинаковых или неодинаковых атомов.
Диффузия	Взаимное проникновение одного вещества в другое. Это происходит в газах быстро, в жидкостях медленно, в твердых телах очень медленно. Скорость диффузии увеличивается с повышением температуры. *Diffuzio* – по латински означает: распространение, рассеяние.
Броуновское движение	Беспорядочное и непрекращающееся движение мельчайших частиц в газе или жидкости. Скорость движения возрастает с ростом температуры. Процесс был изучен в 1827 году английским ботаником Р. Броуном.
Молекулярные силы	Силы отталкивания и притяжения между молекулами. Проявляются на очень маленьком расстоянии.
Масса	Физическая величина, определяющая меру инертности и свойство тел притягиваться. Понятие массы впервые вел И. Ньютон (1687 г.). Единица измерения килограмм является основной единицей Международной системы единиц (СИ). Эталон в форме цилиндра, высота и диаметр которого равны 39 см, изготовлен из платиново-иридиевого сплава в 1799 г.
Плотность	Физическая величина, численно равная отношению массы тела к его объему. $\rho = \frac{m}{V}$. Единица плотности – кг/м^3.

ПЕРВИЧНЫЕ СВЕДЕНИЯ О МЕХАНИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЯХ

II
ГЛАВА

В этой главе Вы ознакомитесь с понятиями:

- **механическое движение тел;**
- **представление о равномерном и неравномерном движении;**
- **величины: путь, время и скорость, и их определение на практике;**
- **давление в газах и жидкостях;**
- **законы Паскаля и Архимеда;**
- **работа, энергия и мощность.**





ВВОДНАЯ БЕСЕДА

В повседневной жизни нам встречается множество движущихся тел, машин и механизмов: автомобили, вентиляторы, настенные и ручные механические часы и др. Если смотреть на движение автомобиля, то видно, что различные его части совершают различные движения. Если корпус автомобиля с грузом и с водителем двигается вперед или назад, то колеса и пропеллер для охлаждения двигателя совершают вращательное движение. Движение вперед, назад, вверх, вниз, направо и налево называют **поступательным движением.** Так как маятник стенных часов совершает повторяющиеся движения, то его движение называют **колебательным движением**.

Таким образом, движение всех тел, окружающих нас, можно разделить на три вида.



1. Поступательное движение.
2. Вращательное движение.
3. Колебательное движение.

Не все тела могут находиться постоянно в движении. Например, подвешенный груз, опора в здании, веревка для белья и т.д. С первого взгляда кажется, что для них нет никакой закономерности. На самом деле, чтоб они оставались в состоянии равновесия, нужны определенные условия.

Механическое движение тел, а также их состояние покоя вместе называются *механическим явлением.*

Термин механика происходит от греческого слова *«mexanike»* и означает «наука о машинах».



Сможете ли вы на примере едущего велосипедиста показать части, совершающие:
1) поступательное движение;
2) вращательное движение;
3) колебательное движение?

ТЕМА 18

МЕХАНИЧЕСКОЕ ДВИЖЕНИЕ ТЕЛ. ТРАЕКТОРИЯ

Вы, сидя в классе, слушаете урок физики, который ведет учитель. До этого, выйдя из дома, вы пришли в школу. Стол, за которым вы сидите, здание школы – все это стоит на месте. Из окна видно проходящих людей, автомобили. Глядя на них, вы делаете вывод о том, что некоторые предметы находятся в движении, а некоторые – неподвижны. На что мы обращаем внимание, делая такие выводы? Каждая вещь или предмет в данный момент находится в определенном месте. Например, парта за которой вы сидите, находится в трех метрах от двери. Учитель сидит в двух метрах от вас. Учитель, встав с места, подошел к доске. Теперь он находится в 2,5 метрах от вас. Значит, положение учителя в классе изменилось с течением времени. Точно также изменение положения автомобилей с течением времени по отношению к вам приводит вас к мысли о том, что они движутся. Местоположение стены класса не меняется. Все это является примером **механического движения.**

Механическим движением **называется изменение с течением времени положения тела относительно других тел.**

Под словами «других тел» мы понимаем деревья, здания, сиденья в вагонах поезда и др. Из-за того, что мы рассматриваем изменение положения тел со временем относительно выбранных нами тел, эти тела называются **телами отсчета.** Тела отсчета относительно одних тел могут быть неподвижны, а относительно других – перемещаться. Например, если за тело отсчета взять поезд Ташкент–Самарканд, то пассажир относительно вагона поезда будет неподвижен. Но сам вагон движется относительно земли. Поэтому при изучении движения обязательно нужно выбрать тело отсчета

При своем движении тела иногда оставляют след в пространстве. Эти следы могут быть видимыми или невидимыми. Независимо от того, видны или не видны этих следы, их называют *траекторией* движения. Примерами этому могут быть следы, оставленные автомобилем, трактором в поле или самолетом, летящим в небе. **В зависимости от траектории, движение может быть *прямолинейным* или *криволинейным*.**

Ось *B* колеса автомобиля относительно земли движется прямолинейно, а точка *A* на ободе колеса относительно оси *B* движется криволинейно (рис. 21). Траектория спортсмена, бегущего по стадиону, между точками *1* и *2* – криволинейная, а между точками *3* и *4* – прямолинейная (рис. 22).

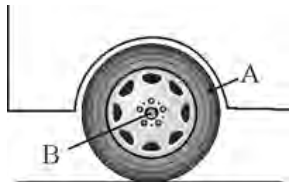


Рис. 21

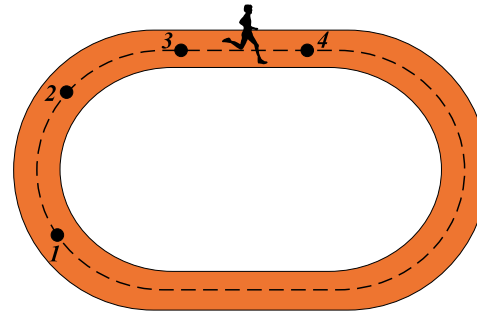


Рис. 22

Форма траектории относительно рассматриваемого тела отсчета может быть различной. Например, если движение Луны относительно Земли происходит по кругу, то относительно Солнца оно имеет сложную форму, так как Земля вместе с Луной вращаются вокруг Солнца. Точно также траектория движения кончика пропеллера, охлаждающего двигатель, относительно двигателя имеет форму круга, а относительно земли будет винтообразной.

Не всегда удается изобразить движущееся тело на рисунке. **Поэтому в случаях, когда длина траектории намного больше размеров тела, тело можно рассматривать как материальную точку.** Например, самолет, летящий из Ташкента в Бухару, можно рассматривать как материальную точку. Но поезд, проезжающий по мосту, нельзя рассматривать как материальную точку. Слово «материальный» означает, что тело сохраняет массу, скорость и другие физические величины.

1. *Что называется механическим движением?*
2. *Что вы понимаете под словами «тела отсчета»?*
3. *В каком движении участвует кончик ручки, когда вы пишете?*
4. *Приведите примеры случая, когда движущееся тело можно рассматривать как материальную точку.*

ПУТЬ, ПРОЙДЕННЫЙ ТЕЛОМ, И ВРЕМЯ, ЗАТРАЧЕННОЕ НА ЭТО. ЕДИНИЦЫ ПРОЙДЕННОГО ПУТИ И ВРЕМЕНИ

Вы узнали, что с течением времени положение тела изменяется. Для определения этого изменения вводятся понятия **путь (расстояние)** и **время.**

Путь (расстояние) **– это длина траектории движения тела.**

Для измерения расстояния используют единицу длины – **метр.** Для обозначения расстояния берут первые буквы *s* и *l* английских слов *space* – расстояние, *length* – длина[1].

Движение тела происходит в течение определенного времени. Понятие времени – очень сложное, поэтому ему невозможно дать простое определение. Ограничимся знакомыми понятиями.

Например, автобус преодолел расстояние от Гулистана до Ташкента за 2 часа. Время обозначим буквой *t* от первой буквы английского слова ***time*** – время. Значит $t = 2$ часа.

В зависимости от длины пройденный путь для удобства измеряется также в километрах **(км)**, дециметрах **(дм)**, сантиметрах **(см)** и миллиметрах **(мм)**.

Например, среднее расстояние от Земли до Солнца равно 150 000 000 км, среднее расстояние от Земли до Луны 384 000 км, радиус Земли ~ 6400 км, расстояние от Ургенча до Нукуса ~ 170 км, длина школьной беговой дорожки 100 м, длина пройденного улиткой пути 15 см и т.д.

1 км = 1000 м; 1 м = 10 дм; 1 дм = 10 см; 1 см = 10 мм.

Время движения тел измеряется в **секундах.** При необходимости время можно измерять в миллисекундах, минутах, часах, сутках и т.д.
1 сутки = 24 часа; 1 час = 60 минут; 1 минута = 60 секунд.

Для сравнения времени движения тел и пройденного пути измеренные величины надо привести к одной системе.

[1] В последующем физические величины будем обозначать первыми буквами английских слов.



Практическое задание

Посчитайте, сколько шагов от дома до школы. При помощи линейки или измерительной ленты определите длину одного шага. Умножьте длину одного шага на количество шагов и определите расстояние в метрах.



1. *Приведите примеры, когда длину удобно измерять в мм и см.*
2. *Какими еще измерительными приборами, кроме линейки и измерительной ленты, вы пользуетесь в повседневной жизни для измерения длины?*
3. *Сколько часов в одной неделе?*



- Размер самого маленького атома (атом водорода) – 0,00000001 см.
- Размер самого маленького ядра – 0,000000000001 см.
- Расстояние от Земли до ближайшей звезды ≈ 10 000 000 000 000 000 км.
- Расстояние от Солнца до Земли свет проходит приблизительно за ≈ 8 мин.
- Время одного полного оборота Земли вокруг Солнца – 1 год.
- Время одного полного оборота самого далекого небесного тела – Плутона вокруг Солнца – 246 лет (в земных годах).
- Возраст Солнца и планет считается равным ≈ 4 700 000 000 лет.

До принятия Международной системы единиц в различных странах существовали свои единицы измерения. Например, в Англии и Соединенных Штатах Америки для измерения длины использовали следующие единицы: 1 дюйм = 2,54 см; 1 фут = 12 дюймов = 30,48 см; 1 миля = 1609 м; 1 морская миля = 1852 м. В России единицами длины служили: 1 вершок = 4,445 см; 1 верста = 1066,8 м; 1 аршин = 71 см; 1 миля = 7 верст = 7467,6 м; 1 сажень = 3 аршина = 2,13 м. В Средней Азии: 1 шаг ≈ 63–71 см; 1 пядь ≈ 19–21 см; 1 верста ≈ 1066 м; 1 пучок ≈ 9 см; 1 палец ≈ 2,18–2,28 см; 1 фарсах = 1200 шаг = 8500 м; 1 фарсанг ≈ 9000 шагов ≈ 6000 м.

ПОНЯТИЕ О РАВНОМЕРНОМ И НЕРАВНОМЕРНОМ ДВИЖЕНИИ. СКОРОСТЬ И ЕДИНИЦА ЕЕ ИЗМЕРЕНИЯ

В древности наши предки из одной страны в другую или из одного города в другой перемещались на лошадях и верблюдах. На дорогу уходили недели, а иногда и месяцы. Сейчас в любой конец мира можно попасть в течение дня, так как средства доставки из одного места в другое стали быстроходными. Значит, тела относительно друг друга перемещаются: некоторые – быстро, некоторые – медленно. Для учета этого вводят физическую величину – скорость.

Скорость тела **– это величина, равная пройденному пути за единицу времени.**

Скорость по английски – *velocity,* поэтому она обозначается буквой v.

$$\text{Скорость} = \frac{\text{Пройденный путь}}{\text{Время, в течение которого этот путь был пройден}}. \quad v = \frac{s}{t},$$

v – скорость, s – пройденный путь, t – время, затраченное на прохождение пути.

Единица скорости $[v] = 1\frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Пусть скорость велосипедиста $v = 10\frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Это значит, что за 1 секунду велосипедист проезжает расстояние, равное 10 м. Обычно скорость автомобилей измеряют в $\frac{\text{км}}{\text{час}}$. Если скорость автомобиля равна $80\frac{\text{км}}{\text{час}}$, то тогда автомобиль проезжает за 1 час 80 км.

Если учесть, что 1 км = 1000 м и 1 час = 3600 с, то

$$1\frac{\text{км}}{\text{час}} = \frac{1000\ \text{м}}{3600\ \text{с}} = \frac{10}{36}\ \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Пусть скорость автомобиля будет $72\frac{\text{км}}{\text{час}}$, в $\frac{\text{м}}{\text{с}}$ она выразится следующим образом:

$$72\frac{\text{км}}{\text{час}} = 72 \cdot \frac{1000\ \text{м}}{3600\ \text{с}} = 20\ \text{м/с}.$$

Если какое-либо тело продолжительное время движется с одинаковой скоростью или за любые равные промежутки времени проходит одинаковое расстояние, то такое движение называется *равномерным*.

Примером может служить распространение звуковых волн в воздухе и распространение радиоволн. Концы часовых стрелок также движутся равномерно.

Автомобили также могут двигаться равномерно в течение короткого промежутка времени. В повседневной жизни равномерное движение тел встречается крайне редко. Например, автомобиль, отходя от остановки, проходит за равные промежутки времени все большее и большее расстояние. Приближаясь к остановке, он уменьшает скорость и останавливается.

Движение, при котором скорость на разных участках пути разная, называется *неравномерным*.

В этом случае используют понятие средней скорости.

Средней скоростью **называется физическая величина, численно равная отношению пройденного пути ко времени, за которое этот путь был пройден.**

$$\text{Средняя скорость} = \frac{\text{Пройденный путь}}{\text{Время, в течение которого этот путь был пройден}}. \quad \upsilon_{ср} = \frac{s}{t}.$$



Практическое задание

При измерении расстояния от дома до школы заметьте время, в течение которого этот путь был вами пройден. Используя полученные показатели, найдите среднюю скорость движения.

Примеры решения задач.

1. Электропоезд из Янгиера в Ташкент прибыл за 3 часа. Найдите среднюю скорость электропоезда, если расстояние между городами в среднем равно 150 км.

Дано:	Формула:	Решение
$s = 150$ км $t = 3$ часа Требуется найти: $\upsilon_{ср} = ?$	$\upsilon_{ср} = \frac{s}{t}.$	$\upsilon_{ср} = \frac{150 \text{ м}}{3 \text{ часа}} = 50 \frac{\text{км}}{\text{час}}.$ *Ответ:* $50 \frac{\text{км}}{\text{час}}.$

2. Вода в новом канале течет равномерно. Скорость течения воды 1,5 $\frac{м}{с}$. Какое расстояние преодолеет тело, брошенное в воду, за 20 секунд?

Дано:	Формула:	Решение:
$v = 1{,}5\,\frac{м}{с}$ $t = 20$ с Требуется найти: $s = ?$	$v = \frac{s}{t}$, отсюда $s = v \cdot t$.	$s = 1{,}5\,\frac{м}{с} \cdot 20$ с $= 30$ м. *Ответ:* 30 метров.



1. Что понимают под равномерным движением?
2. Как определяется расстояние в равномерном движении, если известно время и скорость движения?
3. Какое движение называется неравномерным?
4. Как определяется средняя скорость тела?

Упражнение 3

1. В каком случае двигающееся тело можно расматривать как материальную точку? а) Автомобиль едет из Самарканда в Ташкент; в) поезд проезжает мост; с) Земля вращается вокруг своей оси.

2. Нарисуйте траекторию движения ниппеля колеса велосипеда? какому движению это относится?

3. Какое расстояние пройдет поезд за 30 минут, если его средняя скорость равна 80 $\frac{м}{час}$? (*Ответ:* 40 км.)

4. Что больше, 1 $\frac{м}{час}$ или 1 $\frac{м}{с}$? Дайте аргументированный ответ.

5. Автобус из города Нурата до города Кошрабат доехал за 90 минут. Найдите среднюю скорость автобуса, если среднее расстояние между городами равно 90 км. (*Ответ*: 60 км/час.)

6. Выразите 54 $\frac{км}{час}$ в $\frac{м}{с}$?

7. За какое время улитка, имеющая скорость 1,5 $\frac{см}{с}$, преодолеет расстояние 30 см? (*Ответ:* 20 с.)

8. В прогнозе погоды сообщили, что скорость ветра будет равной 10 $\frac{м}{с}$. Чему будет равна скорость ветра, выраженная в $\frac{км}{час}$?

9. За 2,5 часа автомобиль проехал расстояние 225 км. Чему равна средняя скорость? (*Ответ:* 90 км/час.)

10. Пчела, собирая мед, за 2 часа пролетела растояние 30 км. Найдите среднюю скорость полета? (*Ответ:* 4,17 м/с.)

11*. Всадник, передвигающийся со скоростью 46 км/ч, добрался из одного кишлака до другого за 2 часа. Какое время понадобится черепахе, двигающейся со средней скоростью 0,5 км/ч, чтобы преодолеть это же расстояние? (*Ответ:* 184 часа).

ТЕМА 21

СВЕДЕНИЯ О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ТЕЛ. СИЛА

Глядя на окружающий нас мир мы видим, что все тела оказывают воздействие друг на друга.

Камень, брошенный вверх, падает, так как Земля притягивает его. Если к магниту приблизить кусочек железа, то магнит притянет его. Мяч, брошенный в сетку, отскакивает от нее. Если выключить мотор движущегося автомобиля, то тот через некоторое время остановится. В этом случае скорость меняется за счет взаимодействия колес с дорогой.

За счет взаимодействия скорость тела изменяется.

Если пластилин или жвачку сдавить между пальцами, изменяется их форма. Точно также, если ударить молотком по медной монете, изменяется ее форма.

Величина, являющаяся причиной изменения скорости или формы при взаимодействии одного тела с другим, называется *силой.*

В природе сила проявляется в различных формах (рис. 23). Из-за того, что Земля притягивает тела, появляется сила тяжести. При движении одного тела по другому из-за неровностей поверхности возникает сила трения. В растянутой или сжатой пружине или резине возникает сила упругости. В детском пистолете используется сжатая пружина.

Если первое тело воздействует на второе, то и второе воздействует на первое. Если с силой ударить рукой по столу, то поверхность стола слегка изгибается, ручки и карандаши на столе подскакивают, а ваша рука заболит. Значит, между двумя телами существует взаимодействие.

Из начального курса географии вы знаете, что Земля вращается вокруг Солнца, а Луна вращается вокруг Земли. Причиной этого движения является то, что между небесными телами существуют силы притяжения.

После расчесывания волос расческа начинает притягивать мелкие кусочки бумаги. Это вызывается электрическими силами. Подковообразные и прямые магниты притягивают железные предметы. Это действуют магнитные силы.

Между частицами, из которых состоят вещества, и мельчайшими частицами, из которых состоят сами частицы, действуют силы. Об этих силах вы узнаете в старших классах.

За единицу силы принят **1 Ньютон (1Н)**. Эта единица названа в честь знаменитого английского ученого *Исаака Ньютона*.

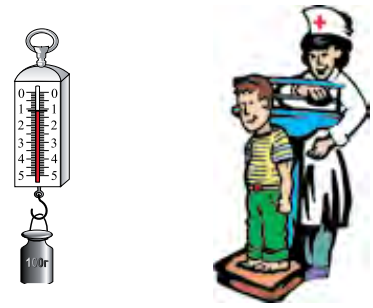
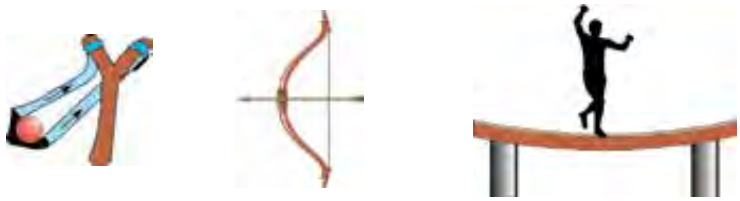
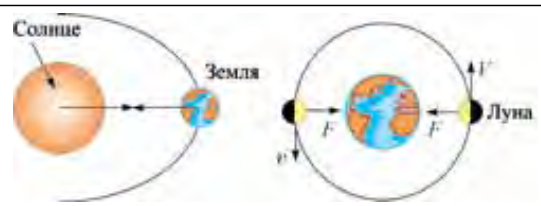
Сила тяжести	
Сила трения	
Сила упругости	
Сила притяжения	
Электрическая и магнитная силы	

Рис. 23

Измерение силы. Для измерения силы используют прибор, который называется ***динамометр*** (по-гречески: *dinamis* – сила, *metreo* – измеряю).

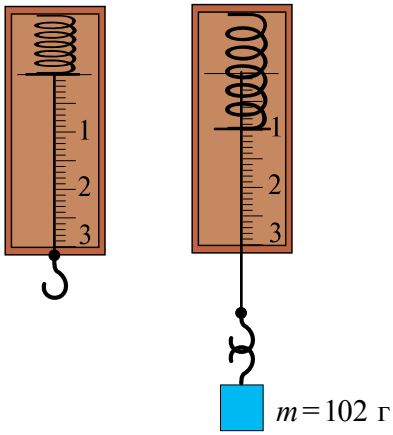


Рис. 24

Прибор состоит из дощечки, на которой укреплена пружина, пружина заканчивается внизу стержнем с крючком, к верхней части стержня крепят указатель. На крючок в конце стержня вешают груз. К крючку подвешивают груз массой 102 г, и пружина растягивается. Указатель на конце пружины остановится у отметки 1 (рис. 24). Здесь сила упругости пружины будет равна силе тяжести. Стрелка динамометра покажет силу 1 Н. Затем подвешивают еще груз весом 1 Н, пружина динамометра растянется, указатель опустится вниз. На этом месте ставят отметку 2. Увеличивая таким образом груз на динамометре, можно проставить цифры 3, 4, 5 и т.д. Вообще, если известна масса тела, то можно по формуле

$$F_{\text{сила тяж.}} = m \cdot g$$

вычислить силу тяжести, действующую на тело.

Здесь $g = 9{,}81 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$ и остается постоянной на поверхности Земли.

1. *Приведите примеры взаимодействия тел в окружающем вас пространстве.*
2. *Где можно использовать силу упругости?*
3. *Где сила трения полезна, а где вредна?*

Домашнее задание

Используя пружину, крючок из проволоки и миллиметровую бумагу сделайте сами динамометр и измерьте вес книги, тетради и других ученических принадлежностей.

Упражнение 4.

1. При взвешивании ученика его масса равнялась 32 кг. Чему равна сила тяжести, действующая на его тело? (*Ответ:* 314 Н).

2. Показание динамометра при подвешивании груза равно 24,5 Н. Определите массу подвешенного к динамометру груза. (*Ответ:* 2,5 кг).

3. На плече у крестьянина находится мешок с морковью весом 50 кг. Масса крестьянина 70 кг. С какой силой крестьянин давит на Землю? (*Ответ:* 1176 Н).

4. Масса одного тела в два раза больше чем второго. Сравните силу тяжести, действующую на них.

5. Выразите в ньютонах силу, равную 480 мН.

ТЕМА 22

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА. ИЗМЕРЕНИЕ СИЛЫ ПРИ ПОМОЩИ ДИНАМОМЕТРА

Необходимые принадлежности. Динамометр, тела различной массы, резина, гладкая доска с крючком на конце, стол.

Выполнение работы.

1. Измерение силы тяжести. Изучите шкалу динамометра. Запишите пределы измерения и степень точности динамометра. Укрепите динамометр на штативе, подвесьте к крючку грузы различной массы (рис. 24). Каждый раз записывайте показания динамометра..

2. Измерение силы трения.

Опыт 1. Поставьте на стол гладкую дощечку с крючком на конце. Пропустите крючок динамометра через крючок на дощечке (рис. 25).

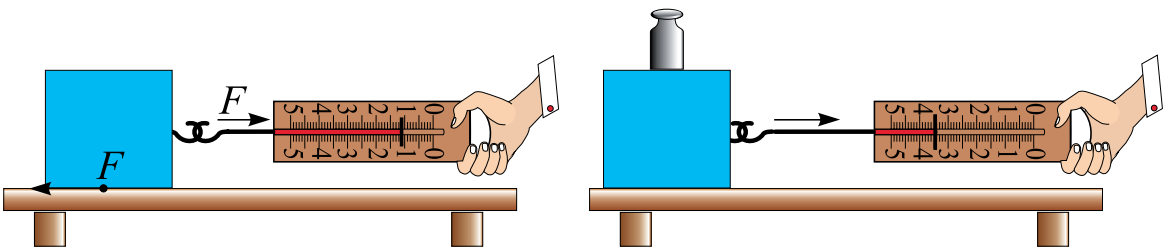


Рис. 25

Взяв за конец динамометра, медленно потяните его. С момента, как тело начало движение, постарайтесь, чтобы это движение было равномерным. В этом состоянии запишите показание динамометра.

Примечание: *При равномерном движении тела сила тяги F будет равна силе трения* $F_{тр}$. $F = F_{тр.}$

Опыт 2. Поставьте на дощечку груз массой 1 кг (или 0,5 кг). Повторите опыт. Используя показания динамометра, найдите силу трения. Изменяя величину груза на дощечке, определите силу трения.

3.* Измерение силы упругости.

Опыт 1. Так как основным узлом динамометра является пружина, то вес груза, подвешенного на динамометре, будет равен силе упругости пружины.

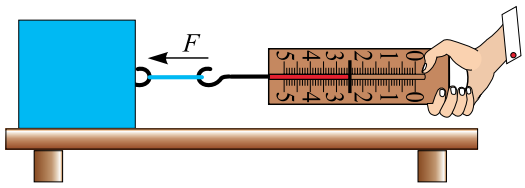


Рис. 26

Опыт 2. Для измерения силы упругости резины последнюю крепят концами к динамометру и дощечке (резина длиной $l_0 = 15–20$ см). Взяв за конец динамометра, медленно его потяните и добейтесь, чтобы движение груза было равномерным (рис. 26). Резина растянется, и силу упругости ее можно определить по показанию динамометра.

Опыт 3. Динамометр укрепляют на штативе в вертикальном положении. К крючку динамометра привязывают резину длиной 10–15 см. На конце резины при помощи нитки образовывается петля. На петлю вешают грузы с известной массой. По показанию динамометра определяют силу упругости резины.

Таблица измерения силы трения

Показания динамометра без груза, (Н)	Масса груза на дощечке, (кг)	Показания динамометра с грузом, (Н)

Таблица измерения силы упругости

Показания динамометра с подвешенным грузом, (Н)	Показания динамометра при движении груза, (Н)	Показания динамометра с резиной, (Н)

1. *Почему сила трения возрастает, когда на дощечку кладут груз?*
2. *Как изменится показание динамометра, если резину сложить вдвое?*
3. *Можно ли измерить силу тяжести при помощи весов?*

ТЕМА 23

ДАВЛЕНИЕ. ЕДИНИЦЫ ДАВЛЕНИЯ

Если острый конец гвоздя направить на доску и по шляпке ударить молотком, гвоздь легко войдет в доску. Если направить на доску шляпку и ударить молотком по острию, то гвоздь не войдет в доску. Сила удара молотка в обоих случаях одинакова. Тогда почему результат оказался различным? Причина в том, что хотя сила удара одинакова, но приложена она к разным площадям.

Физическая величина, равная отношению силы, действующей перпендикулярно поверхности, к площади этой поверхности, называется *давлением*.

$$\text{Давление} = \frac{\text{сила давления}}{\text{площадь поверхности}}. \quad p = \frac{F}{S},$$

***p* – давление, *F* – сила давления, *S* – площадь поверхности.**

$[p] = \frac{1\ \text{Н}}{1\ \text{м}^2} = 1$ **Паскаль.** Сокращенно **1 Па.** Эта единица названа в честь знаменитого французского ученого Б. Паскаля (1623–1662).

Давление имеет большое значение в природе и технике. Для увеличения силы давления ножи и ножницы затачиваются.

Для увеличения давления площадь острия иглы или кнопки уменьшается (рис. 27).

Для уменьшения давления, наоборот, площадь нужно увеличивать. Шины для большегрузных автомобилей делаются шире, чем для легкового автомобиля. Когда ходишь по толстому слою снега, нужно надеть на ноги лыжи, чтобы не провалиться в снег. Фундаменты высотных зданий делают широкими.

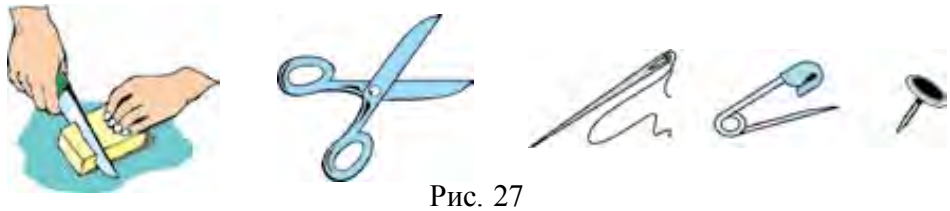


Рис. 27

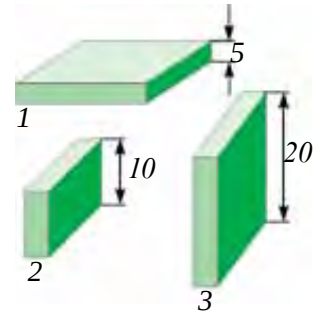
Примеры решения задач.

1. Сила давления веса мальчика равна 500 Н. Площадь подошв его обуви равна 300 см^2. Какое давление на пол оказывает мальчик?

Дано:	Формула:	Решение:
$F=500$ Н $S=300$ см^2 $p=?$	$p=\frac{F}{S}$	$S=300$ см^2 переведем в м^2: $S=300\ \text{см}^2=300\cdot\frac{1}{100}\ \text{м}\cdot\frac{1}{100}\ \text{м}=\frac{3}{100}\ \text{м}^2.$ $p=\frac{500\text{Н}}{\frac{3}{100}\text{м}^2}=500\cdot\frac{100}{3}\frac{\text{Н}}{\text{м}^2}=16666,(6)\ \text{Па}.$ *Ответ:* $p=16666,(6)$ Па.

2. Вес кирпича равен 10 Н, размеры соответственно 20, 10 и 5 см. Определите давление, оказываемое кирпичем на опору в различных положениях.

Дано:	Формула:
$F=10$ Н $l_1=20$ см $l_2=10$ см $l_3=5$ см $p=?$	$p=\frac{F}{S}$



Решение:

В 1 положении площадь кирпича равна $S_1=l_1\cdot l_2$,
$S_1=20\,\text{см}\cdot 10\ \text{см}=20\cdot\frac{1}{100}\text{м}\times$
$\times 10\ \text{см}=20\cdot\frac{1}{100}\ \text{м}\cdot 10\times$
$\times\frac{1}{100}\ \text{м}=\frac{2}{100}\ \text{м}^2$
$p_1=\frac{F}{S_1};\ p_1=\frac{10\text{Н}}{\frac{2}{100}\text{м}^2}=$
$=\frac{1000}{2}\frac{\text{Н}}{\text{м}^2}=500\ \text{Па}.$
Ответ $p_1=500$ Па.

В 2 положении площадь кирпича равна $S_2=l_1\cdot l_3$.
$S_2=20\,\text{см}\cdot 5\,\text{см}=$
$=20\cdot\frac{1}{100}\ \text{м}\cdot 5\cdot\frac{1}{100}\ \text{м}=$
$=\frac{1}{100}\ \text{м}^2;\ p_2=\frac{F}{S_2};$
$p_2=\frac{10\text{Н}}{\frac{1}{100}\text{м}^2}=1000\frac{\text{Н}}{\text{м}^2}=$
$=1000\ \text{Па}.$
Ответ: $p_2=1000$ Па.

В 3 положении площадь кирпича равна
$S_3=l_2\cdot l_3,\ S_3=10\,\text{см}\cdot 5\,\text{см}=$
$=10\cdot\frac{1}{100}\ \text{м}\cdot 5\cdot\frac{1}{100}\ \text{м}=$
$=\frac{5}{1000}\ \text{м}^2.\ p_3=\frac{F}{S_3};$
$p_3=\frac{10\text{Н}}{\frac{5}{1000}\text{м}^2}=$
$=\frac{10\cdot 1000}{5}\frac{\text{Н}}{\text{м}^2}=2000\ \text{Па}.$
Ответ: $p_3=2000$ Па.

Практическая работа

Зная свою массу и площадь ботинка, вычислите, какое давление вы производите, стоя на месте. Массу можно определить в медицинском кабинете или в спортзале. Площадь опоры ботинка определите следующим образом. Поставьте ногу на лист клетчатой бумаги и обведите контур подошвы. Сосчитайте число полных квадратиков. Прибавьте к нему половину числа неполных квадратиков. Полученное число умножьте на 0,25 $см^2$.

1. *Расскажите о явлениях в повседневной жизни, связанных с давлением.*
2. *Почему легковой автомобиль вязнет на пашне, а тяжелый трактор нет?*
3. *Знаете ли вы предназначение наперстка при шитье?*
4. *Когда человек оказывает на землю большее давление: когда стоит на месте или когда бежит?*

Упражнение 5

1. Как можно рассчитать площадь, если известны вес тела и давление, оказываемое им на опору?

2. Скольким паскалям равны $0{,}02\ \frac{Н}{см^2}$?

3*. Веранда дома имеет 8 опор. Поперечное сечение каждой опоры равно 400 $см^2$. Если масса перекрытия веранды составляет 1500 кг, какое давление оказывает на землю каждая опора? (*Ответ:* 45937,5 Па).

4. Чему равно давление, если на гвоздь с площадью 0,1 $см^2$ оказывается воздействие с силой 20 Н?

5. Сколько $\frac{Н}{см^2}$ равен 5 Па?

6. Вес Эйфелевой башни в Париже равен 5000 кН, площадь основания равна 450 $м^2$. Вычислите давление, которое она оказывает на землю?

ЗАКОН ПАСКАЛЯ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ



Рис. 28

Проведите следующий опыт. Возьмите шприц и надувной шарик. Надуйте шар. Проткните шприцем шар. Закройте отверстие пальцем, снова надуйте шар и снова проткните шприцем. Это повторите несколько раз. Наполните шарик водой и наденьте на шприц, предварительно удалив иглу. Медленно начинайте давить на поршень шприца. В этом случае давление внутри шара будет расти, и вода польется из всех отверстий шара. Если повторить опыт, наполнив шар дымом, можно наблюдать похожее явление (рис. 28).

Таким образом, давление поршня в жидкости или в газе передается не только по направлению поршня, а во все стороны. Это явление изучил французский ученый *Блез Паскаль* в 1653 году. Он обнаружил, что:

давление, производимое на *жидкость* или *газ*, передается без изменения в каждую точку объема жидкости или газа.

Жидкость или газ передают оказываемое на них давление через частицы, из которых они состоят. Для того, чтобы передавать давление, частицы должны быть в движении. Действительно, многие явления (распространение запаха в воздухе, растворение чернил в воде) доказывают, что частицы воды и газа находятся в движении.

Из-за движения частицы сталкиваются со стенками сосуда и создают внутреннее давление. Для внутреннего давления закон Паскаля формулируется следующим образом.

Без учета силы тяжести давление, оказываемое частицами *жидкости* или *газа* на стенки сосуда, во всех направлениях одинаково.

Закон Паскаля широко используется в технике. Так называемый принцип **гидравлического пресса** используется в тормозных системах автомобилей, поездов, на экскаваторах и подъемных кранах.

Гидравлический пресс. Гидравлический пресс состоит из двух цилиндров разного диаметра, снабженных поршнями и соединенных трубкой. Цилиндры заполняются жидкостью (рис. 29). Площади поршней различные (S_1 и S_2).

Если на поршень с маленькой поверхностью подействовать силой F_1, то в жидкость передается давление $p_1 = \frac{F_1}{S_1}$. По закону Паскаля это давление передается во все стороны без изменения. В частности, и на второй поршень площадью S_2.

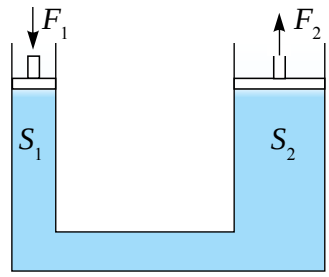


Рис. 29

На поршне создается давление $p_2 = \frac{F_2}{S_2}$. Из равенства $p_1 = p_2$ вытекает $\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$, отсюда:

$$\boldsymbol{F_2 = \frac{S_2}{S_1} F_1}.$$

Следовательно, сила F_2 во столько раз больше силы F_1, во сколько раз площадь второго поршня больше площади малого первого поршня.

Пример решения задач.

В гидравлическом прессе площадь малого поршня 5 см^2, площадь большого – 50 см^2, какой выигрыш в силе дает такой пресс?

Дано:	Формула:	Решение:
$S_1 = 5$ см^2 $S_2 = 50$ см^2	$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2}$, отсюда $\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$	$\frac{F_2}{F_1} = \frac{50 \text{ см}^2}{5 \text{ см}^2} = 10$ раз.
Требуется найти $\frac{F_2}{F_1} = ?$		*Ответ:* 10 раз.

Практическое задание

Проверьте закон Паскаля, налив воду в целлофановый пакет.

1. *Какие еще устройства вы знаете, где используется закон Паскаля?*
2. *Какой опыт доказывает существование внутреннего давления?*
3. *За счет чего гидравлический пресс дает выигрыш в силе?*
4. *Если гидравлический пресс дает выигрыш в силе, то в чем проигрывает? Подумайте об этом.*
5. *Можно ли в гидравлическом прессе вместо жидкости использовать воздух?*

ДАВЛЕНИЕ В ЖИДКОСТИ И ГАЗЕ В СОСТОЯНИИ ПОКОЯ

Ранее мы говорили о существовании внутреннего давления в жидкостях и газах. Это давление также называется давлением в состоянии покоя. Частицы, образующие жидкости и газы, обладают собственным весом, поэтому каждый слой своим весом создает давление на другие слои. Складываясь, это давление передается на дно сосуда. Это давление также называется ***гидростатическим.*** Давайте подсчитаем это давление.

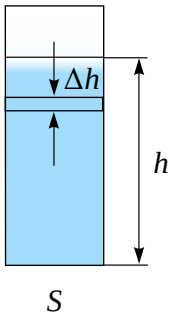


Рис.30

Выделим в жидкости слой толщиной Δh (рис. 30). Этот слой своей тяжестью оказывает давление на нижние слои. Поверхность сосуда S по всей высоте сосуда остается постоянной. Тогда давление, оказываемое слоем, будет равно $\Delta p = \frac{\Delta F}{S}$ (ΔF – вес слоя Δh). $\Delta F = \Delta m \cdot g = \rho \cdot \Delta V \cdot g = \rho \cdot S \cdot \Delta h \cdot g$, отсюда $\Delta p = \frac{\rho \cdot S \cdot \Delta h \cdot g}{S} = \rho \cdot g \cdot \Delta h$

Давление жидкости на дно сосуда равно сумме давления слоев:

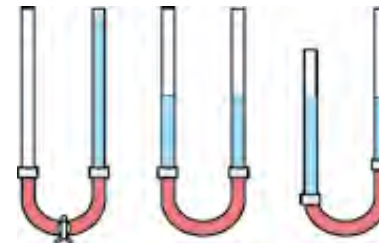
$$\boldsymbol{p = \rho g h.}$$

Из этой формулы видно, что давление жидкости на дно сосуда не зависит от площади, а зависит только от плотности и высоты столба жидкости. Доказательством этому служит следующий опыт. На рис. 31 показаны стеклянные сосуды, имеющие различные площади основания. Если в первый сосуд налить воду до определенного уровня, то уровень воды в других сосудах установится такой же, как и в первом.

Примером сообщающихся сосудов может быть чайник (рис. 32), водопроводная система. Проведем следующий опыт.


Рис. 31


Рис. 32


Рис. 33

Возьмем два стеклянных сосуда и соединим их между собой резиновой трубкой (рис. 33). В одну из трубок нальем воду. Затем откроем зажим и увидим, что вода будет перетекать в другую трубку до тех пор, пока поверхность воды в обеих трубках не установится на одном уровне. Закрепим одну из трубок, а другую будем поднимать и опускать, уровень воды в обеих трубках останется одинаковым.

Отсюда вытекает **закон сообщающихся сосудов**. ***В сообщающихся сосудах любой формы и сечения поверхности однородной жидкости устанавливаются на одном уровне.***

Что произойдет, если в сообщающиеся сосуды залить разные жидкости? Например, если в одну трубку нальем масло, а в другую воду, будут ли одинаковы уровни жидкостей? Здесь отношение высоты жидкостей связано с отношениями плотностей следующим выражением:

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}.$$

Значит, высота столба жидкости с большей плотностью будет меньше высоты столба жидкости с меньшей плотностью. Отсюда следует, что уровень растительного масла будет выше, чем уровень воды.



Выполняется самостоятельно

Возьмите сосуд из-под прохладительных напитков и в боковой поверхности его на разной высоте от дна сделайте отверстия. Закройте отверстия спичками и наполните сосуд водой. Откройте отверстия и определите дальность струйки. Объясните причину.



1. *От чего зависит гидростатическое давление?*
2. *Приведите примеры сообщающихся сосудов.*
3. *Почему высота различных жидкостей в сообщающихся сосудах бывает разной?*

Упражнение 6.

1. Если на малый поршень гидравлического пресса действует сила 10 Н, то на большом поршне получаем 180 Н. Чему равна площадь малого поршня, если площадь большого поршня 90 см^2? (*Ответ:* 5 см^2).

2. В одно колено сообщающихся сосудов (рис. 33) наливают растительное масло, в другое – воду. Чему равна высота столба масла, если высота столба воды равна 30 см? (*Ответ:* $\approx$33,3 см.)

3*. Рассчитайте давление воды на дно аквариума с размерами: длина 50 см, ширина 40 см и высота 50 см. (*Ответ:* 4900 Па).

4. Почему невозможно надуть футбольный мяч ртом?

5. Воду из узкой мензурки перелили в широкую чашу. Как изменится давление воды, оказываемое на дно посуды?

ТЕМА 26

АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ. ОПЫТ ТОРРИЧЕЛЛИ

Вы узнали, что жидкость оказывает давление на дно сосуда. А оказывают ли такое же давление газы? Чтобы оказать давление, они должны иметь массу, т.е. вес. Чтобы проверить это, проведем следующий опыт.

Возьмем хорошо накачанный мяч, положим на электронные весы, они покажут определенные цифры. Затем из мяча полностью выпустим воздух. Положим мяч опять на весы. Здесь мы увидим, что весы показывают нам другие цифры (рис. 34).



Рис. 34

Значит воздух тоже имеет вес.

Вам известно, что Землю окружает воздушная оболочка. Ее называют **атмосферой.** Воздух своей тяжестью оказывает давление на поверхность Земли. Это давление называется **атмосферным давлением**. Для определения атмосферного давления нельзя воспользоваться формулой $p = \rho gh$, так как в состав атмосферы входят различные газы, и высота ее точно не определена. В состав атмосферном воздухе 78% азота, 21% кислорода и 1% других газов. При температуре 0°C на поверхности Земли плотность воздуха равна 1,29 $\frac{кг}{м^3}$. Плотность воздуха с высотой уменьшается. Например, на высоте 5,4 км от поверхности Земли плотность воздуха в 2 раза меньше, а

на высоте 11 км в 4 раза меньше, чем его плотность у поверхности Земли. С повышением высоты плотность воздуха уменьшается, и постепенно атмосфера переходит в безвоздушное пространство. Определенной границы у атмосферы нет. Если частицы воздуха имеют вес, то почему они все не падают на Землю? Причина в том, что они находятся в непрерывном движении. Тогда почему же они, как ракеты, не улетают в космос? Дело в том, что скорость частиц воздуха недостаточна для преодоления силы притяжения Земли. Для этого их скорость должна быть не меньше 11,2 $\frac{\text{км}}{\text{с}}$.

В существовании атмосферного давления можно удостовериться, проведя следующие опыты.

Возьмем одноразовый шприц, приведем поршень в самое нижнее положение и опустим иглу в воду. Начнем поднимать поршень, тогда и вода тоже будет подниматься за поршнем (рис. 35). Почему вода поднимается? Если пипетку опустить в воду и один раз надавить на резинку, то в пипетку наберется вода. И если затем вынуть пипетку из воды, то вода из нее не будет выливаться. Почему вода не выливается, даже если она имеет вес?

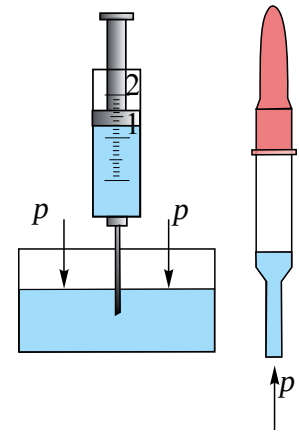


Рис. 35

Причиной этому – действие атмосферного давления. Если бы вода при подъеме поршня шприца не поднималась, то между поршнем и водой образовалась бы пустота. Пустота никакого действия на воду не оказывает. На воду в сосуде оказывает действие атмосферное давление, оно заставляет воду подниматься за поршнем. Вода из пипетки тоже не выливается из-за действия атмосферного давления.


Рис. 36

Атмосферное давление впервые измерил итальянский ученый *Торричелли* (1608–1647). Стеклянную трубку длиной 1 м, запаянную с одного конца, он наполнил ртутью. Затем, плотно закрыв другой конец трубки рукой, перевернул ее и опустил в чашку со ртутью. Под ртутью он открыл конец трубки, часть ртути при этом вылилась в чашку (рис. 36).

Над ртутью в трубке образовалось безвоздушное пространство, высота столба ртути, оставшейся в трубке, равна примерно 760 мм (измерение проводилось от уровня ртути в чашке). Ртуть из трубки не выливается потому, что давление, оказываемое столбом ртути, уравновешивается атмосферным давлением. Значит, атмосферное давление можно измерить давлением, оказываемым столбом ртути в трубке. В настоящее время за **нормальное атмосферное давление** берут давление столба ртути высотой 760 мм при температуре 0°С. Его значение равно 1 атм = 101325 Па. При объявлении прогноза погоды по радио и телевидению атмосферное давление указывается в миллиметрах ртутного столба. 1 Па = 0,0075 мм рт. ст. или 1 мм рт. ст. = 133,3 Па.

Торричелли обратил внимание на то, что высота столба ртути в трубке меняется при изменении погоды. Помимо этого, атмосферное давление уменьшается с увеличением высоты. Было определено, что при небольших подъемах на каждые 12 м подъема давление уменьшается на 1 мм рт. ст.

Прибор, измеряющий атмосферное давление, называется **барометром.** Что будет, если вместо ртути в опыте Торричелли взять другую жидкость? Так как плотность других жидкостей намного меньше плотности ртути, высота столба жидкости будет большей. В водяном барометре высота столба жидкости будет больше 10 м.



Рис. 37



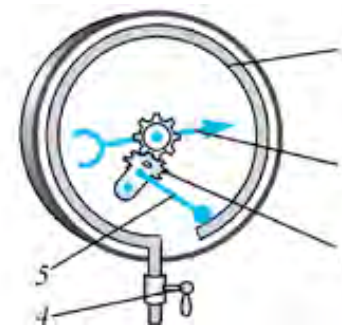


Рис. 38

Для измерения давлений, больших или меньших атмосферного, используют **манометры**. Манометры бывают жидкостные и металлические.

Простой жидкостный манометр состоит из U-образной трубки, наполовину заполненной жидкостью (рис. 37). Одна сторона трубки открыта, а вторая соединена резиновым шлангом с емкостью,

где измеряется давление. Конец шланга имеет цилиндрическое основание, покрытое пленкой. Если слегка надавить на него, то уровень жидкости в коленах манометра изменится.

Основным элементом металлического манометра является согнутая в дугу металлическая трубка *1*, один конец которой закрыт (рис. 38). Второй конец трубки посредством крана *4* сообщается с сосудом, в котором измеряется давление. Когда открывают кран, давление в трубке увеличивается, и она разгибается. Движение через рычаг (5) и зубчатое колесо *3* передается стрелке *2*.

Практическое задание

Наберите полстакана воды. Закройте стакан бумагой и, поддерживая бумагу рукой, переверните вверх дном. Вода из стакана не будет выливаться.

1. *Какие еще опыты доказывают существование атмосферного давления?*
2. *Почему изменяется атмосферное давление?*
3. *Как изменяется атмосферное давление с увеличением высоты?*

ТЕМА 27

ЗАКОН АРХИМЕДА И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Если в воду бросить гвоздь или небольшой камень, они утонут. Но большое бревно, лодка и большой корабль держатся на воде. Что является причиной этому? Проведем следующий опыт.

При помощи динамометра взвесим предмет, который тонет в воде. Затем опустим предмет в сосуд с водой (рис. 39). Увидим, что показание динамометра уменьшилось. Если предмет опустить в жидкость, плотность которой больше плотности воды, то показание динамометра еще больше уменьшится.

Проведенный опыт доказывает, что на погруженное в жидкость тело действует выталкивающая сила. Тело будет держаться на плаву, если выталкивающая сила превышает его вес, или утонет, если выталкивающая сила меньше веса тела. Как определяется эта сила? Проведем следующий опыт. При помощи динамометра в воздухе определим вес тела в форме куба, плотность которого больше плотности воды. В сосуд нальем воду до сливного носика (рис. 40).

Затем груз, подвешенный к динамометру, опустим в сосуд с водой. При этом излишек воды выльется в мензурку, которая находится на весах. Перед этим определяется вес мензурки. Взвесив мензурку с водой, определяют массу воды. Также определяется и объем воды в мензурке. Если теперь при помощи линейки определить объем тела, то он будет равен объему вытесненной жидкости. Вес воды будет равен разности веса тела в воздухе $P_{\text{возд.}}$ и веса тела в воде $P_{\text{вода}}$. $F = P_{\text{возд.}} - P_{\text{вода}}$.

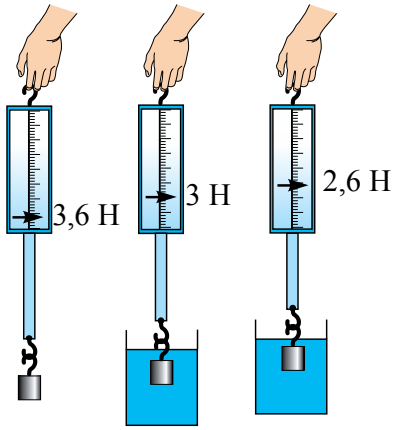


Рис. 39

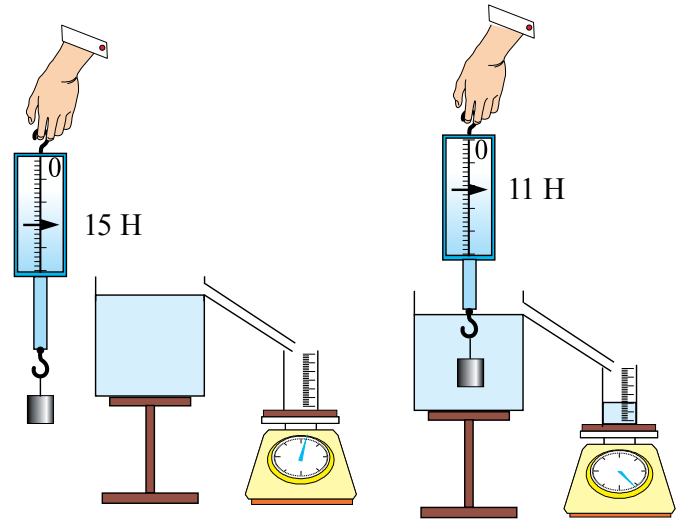


Рис. 40

Значит, выталкивающая сила будет равна весу вытесненной телом жидкости.

Эта закономерность была впервые определена опытным путем древнегреческим ученым, физиком и математиком Архимедом (287–212 годы до нашей эры). Поэтому выталкивающая сила называется **силой Архимеда**. Определение закона следующее.

Тело, полностью погруженное в жидкость или газ, вытесняет объем жидкости или газа, равный своему объему. На тело действует направленная снизу верх выталкивающая сила, равная весу жидкости или газа в объеме этого тела. В соответствии с этим архимедова сила равна:

$$F_{\text{А}} = \rho_{\text{ж}} \cdot V_{\text{тела}} \cdot g$$

$\rho_{\text{ж}}$ – плотность газа или жидкости, $V_{\text{тела}}$ – объем тела, $g = 9{,}81 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$.

Возникновение архимедовой силы можно объяснить через гидростатическое давление.

Для простоты расчетов пусть тело, погруженное в жидкость, будет кубической формы (рис. 41). Так как верхняя и нижняя части тела находятся на разных глубинах, то и гидростатическое давление, оказываемое на них, будет различным. Из рисунка видно, что $h_2 > h_1$. Поэтому разность давлений направлена вверх: $p = p_2 - p_1 = \rho_ж g(h_2 - h_1)$. Учитывая поверхность тела S, получим $F_A = pS = \rho_ж V_{тела} \cdot g$.

Таким образом, можно сформулировать условие плавания тел.

1. Если сила тяжести меньше архимедовой силы, то тело будет подниматься из жидкости, всплывать. $F_A > mg$.

2. Если сила тяжести равна архимедовой силе, то тело может находиться в равновесии в любом месте жидкости. $F_A = mg$.

3. Если сила тяжести больше архимедовой силы, то тело будет опускаться на дно, тонуть. $F_A < mg$.

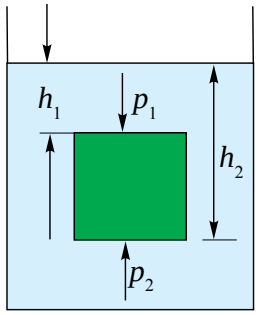


Рис. 41


Рис 42

Архимедова сила проявляется и в газах, т.е. в воздухе. В этом случае в формуле архимедовой силы вместо ρ жидкости ставится ρ воздуха. Воздушные шары, аэростаты, дирижабли поднимаются в воздух благодаря архимедовой силе (рис. 42). Внутри эти шары заполняются более легкими, чем воздух, газами – водородом или гелием. При нормальном давлении вес 1 м^3 водорода равен 0,9 Н, гелия – 1,8 Н, а воздуха – 13 Н. Значит, на воздушный шар объемом 1,3 м^3, заполненный гелием, действует подъемная сила величиной 13 Н, а подъемная сила воздушного шара составляет: 13 Н – 1,8 Н = 11,2 Н. На сегодняшний день нижнюю часть воздушного шара делают открытой, и воздух греют специальным горючим (рис. 42). Большие суда плавают в морях и океанах благодаря архимедовой силе. Корпуса судов изготавливаются из стальных листов, а корпус лодки из деревянных досок. Зазоры между досками заклепывают, чтобы не

было течи. Глубина погружения судна в воду называется **уровнем погружения.** Наибольший допустимый уровень погружения судна отмечается на корпусе красной линией и называется **ватерлинией** (по-голландски «vater» – вода). Когда судно погружается до ватерлинии, то вес вытесненной воды называется **водоизмещением** судна.



1. В какой воде суда поднимают больше груза – в пресной или соленой? Почему?
2. Расскажите, при каких условиях тела плавают.
3. В какой воде человек не тонет?
4. Ограничена ли высота подъема воздушных шаров?
5. Яйцо в чистой воде тонет, но в соленой воде плавает. Объясните причину и проверьте на опыте.
6. Человек полностью погруженний в морской воде находится в положении с выходом только носа над водой. Чему равна плотность человека?*



• Легенда об Архимеде. Царь Сиракуз Гиерон заказал себе золотую корону. Проверить подлинность короны поручили Архимеду с условием, что проверка должна осуществляться без поломки короны. Для этого достаточно было сравнить плотность короны с плотностью чистого золота. Масса измеряется на весах. Но как определить объем короны? После многих раздумий Архимед отправился в баню. Принимая ванну он заметил, как переливается вода из ванны и, с криком «Эврика!», т.е. «Нашел», побежал в свою лабораторию. Найденный способ приведен на рис. 19 в 16 теме.

ТЕМА 28

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О РАБОТЕ И ЭНЕРГИИ

Утром вы собираетесь в школу, ваши родители идут на работу. Вернувшись из школы, вы помогаете родителям в домашней работе. Что мы понимаем под словом «работа»? В обыденной жизни под словами «делать работу» мы понимаем занятие трудом. В физике слова «работа» и «труд» не всегда совпадают по-своему значению.

Под *механической работой* понимают движение тела под действием приложенной к нему силы (рис. 43). Механическую работу обозначают буквой А. В этом случае формула расчета работы будет:

Работа = сила × перемещение, $A = F \cdot s$

***A* – работа, *F* – сила, *s* – перемещение.**

Единица работы $[A] = 1\,\text{Н} \cdot 1\,\text{м} = 1$ **Джоуль. Сокращенно 1 Дж.** Эта единица названа в честь английского ученого *Дж. Джоуля* (1818–1889).

Если приложенная к телу сила перпендикулярна направлению движения, то такая сила не выполняет работу. Например, погруженный на машину груз давит на нее. Машина, в свою очередь, перемещает груз на определенное расстояние. Сила тяжести груза направлена перпендикулярно перемещению и поэтому не совершает работу. Зато направление силы тяги двигателя машины совпадает с перемещением, и она выполняет работу (рис. 44).

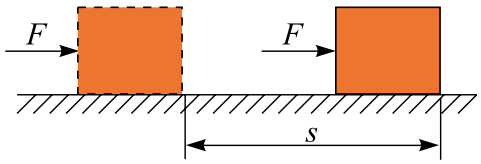


Рис. 43

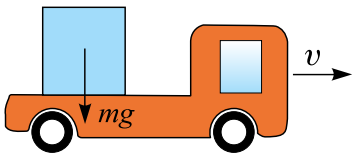


Рис. 44

Из формулы работы следует: если на тело действует сила, но нет перемещения тела, работа не выполняется. Даже если вы с сумкой, полной книг, долго ждете товарища, то и в этом случае вы не выполняете работу. Так как $s = 0$, то $A = F \cdot 0 = 0$.

Как было сказано выше, надо уметь отличать труд от механической работы. Преподавание урока учителем, лечение больного врачом, управление делами директора школы: все это называется «заниматься трудом».

Способность тел выполнять работу называется *энергией*.

Чтобы понять это, рассмотрим следующее явление. На рис. 45 показано два положения кирпича относительно гвоздя. В первом случае гвоздь практически не войдет в доску из-за очень маленького воздействия кирпича. Во втором случае из-за большего воздействия кирпича гвоздь войдет в доску.

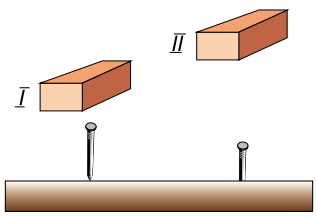


Рис. 45.

Значит, во втором положении способность кирпича совершать работу больше. **Энергия, как и работа, измеряется в джоулях.**

Примеры решения задач.

Под действием горизонтально направленной силы, равной 50 Н, тележка переместилась на 20 м. Чему равна совершенная работа?

Дано:	Формула	Решение
$F = 50$ Н $s = 20$ м	$A = F \cdot s$	$A = 50$ Н $\cdot$ 20 м $= 1000$ Дж.
Требуется найти $A = ?$		*Ответ:* $A = 1000$ Дж.

Подумайте. Где выполняется механическая работа?





Подумайте. Где выполняется механическая работа?





Рис. 46

Упражнение 7.

1. Какая работа совершается при подъеме гранитной плиты массой 1250 кг на высоту 20 м? (*Ответ*: 245 кДж).

2*. На тело действуют две силы, одна – по направлению движения и равна 20 Н, а другая – перпендикулярно направлению движения и равна 10 Н. При этом тело переместилось на 10 м. Какая работа при этом совершена? (*Ответ*: 200 Дж).

3. Мальчик массой 50 кг поднялся на четвертый этаж дома, высота каждого этажа которого 2,5 м. Какую работу выполнил мальчик? $g \approx 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$. (*Ответ*: 3750 Дж).

4*. Вес тележки с грузом равен 100 кг. Под действием силы 500 Н тележку переместили на 10 м. Чему равна выполненная работа? (*Ответ:* 5000 Дж).

5. Выразите в джоулях выполненную работу, равную: 2 кДж, 0,3 мДж, 350 мДж.

Практическое задание

1. Подсчитайте, какую механическую работу вы совершаете по пути из дома до школы. Дорогу считайте горизонтальной и ровной.

2. Поднимитесь на лестницу или на стол. Подсчитайте выполненную при этом механическую работу и запишите в тетрадь.

ТЕМА 29

ВИДЫ ЭНЕРГИИ. МОЩНОСТЬ

На примере удара по гвоздю кирпичом, вы видели, что чем выше поднимают кирпич при ударе по гвоздю, тем глубже гвоздь входит в доску. Значит свойство кирпича совершать работу, т.е. его энергия, зависит от положения кирпича.

Потенциальной энергией **называется энергия, которая определяется взаимным положением взаимодействующих тел.**

В приведенном примере выполненная работа кирпича равна $A = mgh$. Здесь F – сила тяжести кирпича; h – высота кирпича относительно шляпки гвоздя. Из-за того, что эта работа выполняется за счет энергии кирпича, его потенциальная энергия выражается как: $E_p = F \cdot h$ или

$$E_p = mgh.$$

В заводных часах, закручивая пружину, получают потенциальную энергию. Затем пружина, постепенно раскручиваясь, приводит в движение механизм часов, т.е. стрелки, совершая механическую работу. На реках строят плотины, тем самым поднимают уровень воды в реке. Затем вода падает по специальным трубам и вращает лопасти турбины. Тела, кроме потенциальной, еще могут обладать и кинетической энергией.

Энергия, которой обладает тело вследствие своего движения, называется *кинетической энергией*.

$$E_k = \frac{mv^2}{2}.$$

Например, вода, текущая в арыке, вращает установленное в нем колесо. Ветер тоже вращает пропеллер.

Тела одновременно могут обладать и потенциальной, и кинетической энергией. Например, поднятое над поверхностью Земли тело (положение *I*) обладает только потенциальной энергией (рис. 47). Если отпустить тело, то при падении его высота уменьшается, но начинает увеличиваться скорость движения. В положении *II* тело находится

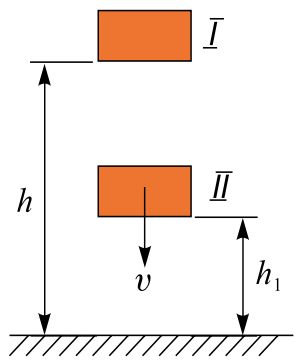


Рис. 47

на высоте h_1 и обладает потенциальной энергией. Имея скорость, тело обладает также и кинетической энергией.

В природе существует множество видов энергии. Это ***тепловая энергия, электрическая энергия, ядерная энергия, солнечная энергия*** и т.д. Для движения автомобиля, самолета, больших судов в их двигателях создается тепловая энергия путем сжигания таких нефтепродуктов, как бензин, керосин, дизельное топливо. Затем тепловая энергия превращается в механическую работу. Точно таким образом в электрическую энергию превращается механическая энергия воды на электростанциях или тепловая энергия, полученная путем сжигания топлива. В промышленности, в службе быта электрическая энергия превращается в другой вид энергии или совершает работу.

Для поддержания жизнедеятельности люди и животные тоже расходуют энергию. Эту энергию они получают от употребляемой пищи. Каждый день взрослому человеку необходимо 15 000 000 Дж, а школьнику (11–15 лет) – 12 000 000 Дж энергии.

На совершение одной и той же работы тратится иногда разное время. Например, для переноса 10000 кирпичей на 100 м два человека могут потратить целый день, а на машине эту работу можно выполнить за несколько минут. Чтобы показать, быстро или медленно совершается работа, введем понятие **мощности**.

Под *мощностью* понимается работа, совершенная в единицу времени (за 1 секунду).

Если мощность обозначить буквой N, то, чтобы найти мощность, надо работу поделить на время, в течение которого данная работа была совершена.

$$\text{Мощность} = \frac{\text{работа}}{\text{время}}. \quad N = \frac{A}{t},$$

***N* – мощность, *A* – работа, *t* – время.**

За единицу мощности принят Ватт (Вт).

$$1\ \text{Вт} = 1\frac{\text{Дж}}{\text{с}}.$$

Эта единица названа именем английского механика Дж. Уатта (Вт), первым создавшего паровую машину.

В повседневной жизни мощность двигателя автомобилей измеряют единицей, называемой **лошадиная сила (л. с.)**. Этим мощность двигателя машины сравнивается с лошадиной силой.

1 л.с. = 735,5 Вт.

Мощность				
человека 70–80 Вт	автомобиля «Нексия» 75 кВт	тепловоза ТЕ 10 L 2200 кВт	самолета IL-62 30600 кВт	ракетоносителя «Энергия» 125 000 000 кВт
				



1. *Зная мощность двигателя машины, как можно рассчитать работу, выполняемую им в определенное время?*
2. *Какие вы знаете установки, работающие на солнечной энергии?*
3. *Приведите примеры мощности из повседневной жизни.*

Упражнение 8.

1. Какая сила требуется, чтобы поднять камень весом 3000 Н со дна водоема? Объем камня 120 дм^3 (*Ответ:* 1800 Н).

2. Площадь поверхности погружаемой в воду части корабля 2000 кв.м. Сколько дополнительного груза нужно поместить на корабль, чтобы он еще на 1м погрузился в воду? Плотность морской воды 1,03 г/см^3. (*Ответ:* 2060 тонн).

3. Вес тела в воздухе 196 Н, вес в керосине 180 Н. Определите объем тела? (*Ответ:* 2000 см^3).

4. При погружении в керосин на тело, изготовленное из алюминия, воздействовала подъемная сила 136 Н. Определите вес тела в воздухе. (*Ответ:* 459 Н).

5*. Кусок металла в воде весит 850 Н, в керосине 950 Н. Определите плотность тела. (*Ответ:* 2700 кг/м^3.)

6*. Один шар заполнен водородом, а другой – гелием. Если их вес и объем до заполнения газом были одинаковы, какой из них имеет большую подъемную силу? Плотность водорода 0,00009 г/см^3,

гелия – 0,00018 г/см^3, воздуха – 0,00129 г/см^3 (*Ответ:* подъемная сила шара, заполненного водородом, в 1,08 раз больше).

7. Шар объемом 20 м^3 заполнен водородом. Какой груз может поднять шар? (*Ответ:*≈24 кг.)

8*. Кусок льда с поперечным сечением 1 м^2 и толщиной 0,4 м плавает в воде. Какую минимальную работу нужно выполнить, чтобы полностью погрузить кусок льда в воду 900 кг/м^3? (*Ответ:* 80 Дж).

9. Нагретый воздух поднимается вверх, а охлажденный воздух опускается вниз. Объясните причину.

10. По техническому паспорту узнайте потребляемую мощность имеющихся дома пылесоса, холодильника, телевизора, и других аппаратов. Рассчитайте выполненную ими работу в зависимости от продолжительности использования за день.

11. Мощность вентилятора равна 35 Вт. Какую работу выполнит он за 10 мин? (*Ответ:* 21 кДж).

12. Ученик, участвовавший в забеге, развил мощность в 700 Вт. Если 100 м расстояния он пробежал за 15 сек., чему равна выполненная им работа? (*Ответ:* 10500 Дж).

13. Мощность двигателя автомобиля «Эпика», изготовленного в Узбекистане, равна 156 л.с. Какая работа выполняется при движении автомобиля в течение 1 часа?

14*. Во сколько раз потенциальная энергия самолета, летящего на высоте 10 км со скоростью 360 км/час больше, чем его кинетическая энергия? (*Ответ:* в 20 раз).

15. Карандаш длиной 20 см и массой 30 г лежит на столе. Если его привести в вертикальное положение, как изменится его потенциальная энергия?

16. Если увеличить скорость тела в 4 раза, как изменится его кинетическая энергия?

17. При строительстве гидроэлектростанции река перегораживается плотиной. Какую функцию выполняет плотина?

18. Как меняется потенциальная энергия воздушных пузырьков, поднимающихся со дна реки? А кинетическая энергия?

19. Мощность двигателя автомобиля равна 86 л.с. Переведите ее в Ватты.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ II

1. Единица измерения какой величины из нижеприведенных считается основной физической величиной?

A) Плотность. B) Объем. C) Сила. D) Время.

2. Выразите в лошадиных силах мощность равную 2942 Вт.

A) 1. B) 2. C) 3. D) 4.

3. Закончите предложение. «Чтобы определить силу тяги автомобиля, нужно …»

A) ... разделить мощность двигателя на его скорость ...

B) ... умножить мощность двигателя на его скорость ...

C) ... сложить мощность двигателя и скорость ...

D) ... вычесть из мощности двигателя его скорость ...

4. Тело опустили в мензурку с водой. При этом уровень воды поднялся с отметки 20 см³ до отметки 120 см³. Чему равна масса тела?

A) 120 г. B) 100 г. C) 40 г. D) 20 г.

5. Автомобиль с пассажирами ехал 2 часа и стоял 15 мин., затем 45 мин. был в движении. Автомобиль проехал 300 км. Чему приблизительно равна его средняя скорость?

A) 100 км/ч. B) Больше 100 км/ч.

C) Меньше 100 км/ч. D) 30 м/с.

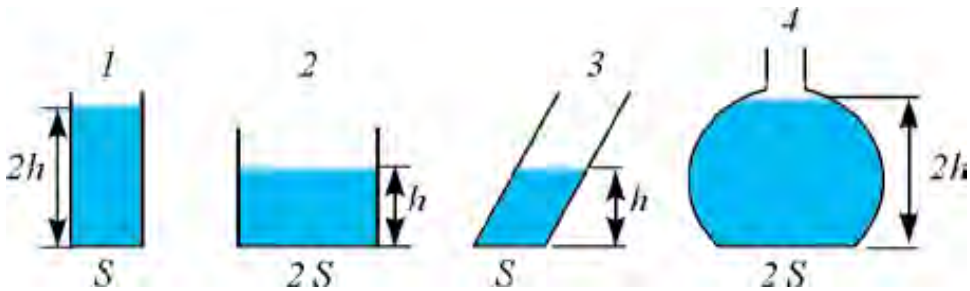
6. Скольким джоулям равняется 15 кДж?

A) 150. B) 1500. C) 15000. D) 150000.

7. Площадь маленького поршня гидравлического пресса равна 10 см², большого поршня 100 см². Если на маленький поршень действует сила 10 Н, какая сила воздействует на большой поршень?

A) 1 Н. B) 10 Н. C) 100 Н. D) 1000 Н.

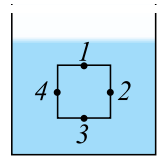
8. В сосуды 1, 2, 3, 4 налита вода. В каком ответе неверно указано давление воды на дно сосуда? h – высота жидкости; S – площадь.



A) $p_1 = p_4$. B) $p_2 = p_3$. C) $p_1 = p_2$. D) $p_1 > p_3$.

9. Сравните давление воды в сосуде на различные точки.

A) $p_1=p_2=p_3=p_4$.
B) $p_3>p_2=p_4>p_1$.
C) $p_1>p_2=p_4>p_3$.
D) $p_3>p_2>p_4>p_1$.



10. Баллоны, заполненные природным газом, находятся на разных местах: первый в теплой комнате, второй в холодной комнате, третий на снегу на улице. В каком баллоне давление газа будет меньше?

A) в первом. B) во втором.
C) в третьем. D) одинаково во всех.

11. Барометр на вершине Ташкентской телевышки показал на 32 мм рт.ст. меньше чем, при измерении давления у поверхности земли. Чему равна высота телевышки?

A) 384 м. B) 320 м. C) 350 м. D) 186 м.

12. Энергия какого вида легко превращается в энергию другого вида или работу?

A) Электрическая энергия. B) Механическая энергия.
C) Тепловая энергия. D) Световая энергия.

13. Мощность двигателя автомобиля «Нексия» равна 75 лошадиным силам. Выразите это в ваттах.

A) ≈75000. B) ≈55162. C) ≈100154. D) ≈65484.

14. В каком из указанных случаев не совершается механическая работа?

1. Ученик выполняет домашнюю работу.
2. Трактор пашет землю.
3. Водитель управляет автомобилем.

A) Только 1. B) Только 2. C) Только 3. D) 1 и 3.

15. Что вы понимаете под точностью измерения прибора?

A) Самую большую величину, определяемую прибором.
B) Самую маленькую величину, измеряемую прибором.
C) Среднее значение измеряемых величин.
D) Определение дробей при измерении.

16. Укажите единицу силы.

A) кг. B) м. C) Н. D) Дж.

17. Беруни в своем труде «Индия» утверждал: «Опасность в этих местах (места впадения рек в море) для судов заключается во вкусе воды, так как вкусная (пресная) вода хуже поднимает тела, чем соленая». О каком законе здесь идет речь?

A) Закон Паскаля. B) Закон Ньютона.
C) Закон Архимеда. D) Закон Беруни.

18. Закончите предложение. «Изменение с течением времени положения тела относительно других тел называется...

A) ... траектория. ... B) ... путь. ...

C) ... механическим движением ... D) ... материальная точка ...

19. Укажите формулу силы Архимеда.

A) $F_A = \rho_s V_j \cdot g$. B) $F = mg$. C) $F = \frac{A}{S}$. D) $F = pS$.

20. При какой температуре воздуха определяется нормальное атмосферное давление?

A) 20° C. B) 10° C. C) 0° C. D) 36° C.

21. Мощность двигателя автомобиля «Матиз» равна 38246 Вт. Рассчитайте ее величину в лошадиных силах.

A) 75. B) 52. C) ≈38. D) 80.

22. Какое давление (Па) оказывает на пол ковер весом 4 кг и площадью 8 м^2?

A) 50. B) 5. C) 2. D) 0,5.

23. Мощность вентилятора, установленного в комнате, 36 Вт. Чему равна работа в Дж, выполняемая им в течение 40 с?

A) 1440. B) 720. C) 360. D) 180.

24. Рассчитайте среднюю скорость автомобиля «Нексия» (м/с), если за 15 с он прошел путь 225 м.

A) 30. B) 15. C) 25. D) 10.

25. Что вы понимаете под термином «водоизмещение»?

A) Допустимую границу погружения.

B) Грузоподъемность судна.

C) Количество воды, выдавливаемое при погружении судна на уровне ватерлинии.

D) Количество воды, выдавливаемое судном при полном погружении.

26. Где нужно разместить баллон, чтобы в нем не менялось давление природного газа?

A) В холодной комнате. B) Оставить в тени.

C) Оставить на солнце. D) Давление меняется во всех случаях.

27. Чему равняется давление воды на глубине 2 м?

A) 20 кПа. B) 200 кПа. C) 10 кПа. D) 100 кПа.

28. Что является причиной возникновения атмосферного давления?

A) Подвижность молекул. B) Их взаимодействие.

C) Сила тяжести воздуха. D) Скольжение по поверхности земли.

29. В условиях нормального атмосферного давления на какую высоту возможно поднять воду с помощью поршневого насоса?

A) 101,3 м. B) 10,13 м. C) 101,3 см. D) 10,13 см.

30. Покажите формулу, которая относится к сообщающимся сосудам.

A) $p=\rho gh$. B) $F=\rho_s g V_j$. C) $\frac{h_1}{h_2}=\frac{\rho_2}{\rho_1}$. D) $A= mgh$.

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ БЕСЕДА

В нижеприведенной таблице вы ознакомитесь с кратким содержанием тем, изложенных в главе II.

Сила	Причина, изменяющая скорость или форму тел при их взаимодействии. Единица силы – ньютон (Н).
Механическое движение	Изменение местоположения тела в пространстве относительно других тел. Виды механического движения: поступательное, вращательное, колебательное. Если тело за равные промежутки времени проходит по прямой линии одинаковое расстояние, то такое движение называется равномерным прямолинейным. Если оно проходит неодинаковое расстояние, то такое движение называется неравномерным.
Скорость	Путь, пройденный за единицу времени: $\upsilon=\frac{s}{t}$, s – пройденный путь; t – время. Единица скорости – $\frac{\text{метр}}{\text{секунда}}=\left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right)$.
Траектория	Воображаемая линия, оставленная телом в процессе движения в пространстве.
Материальная точка	Физическое тело, размерами и формой которого можно пренебречь в данной задаче.
Динамометр	Прибор для измерения силы. По принципу работы может быть механический, гидравлический, электрический.
Тело отсчета	Неподвижное тело относительно рассматриваемого движения. Движение других тел изучается относительно неподвижного тела.
Весы	Прибор для определения массы тела. По принципу работы могут быть рычажные, пружинные, гидростатические и др.
Давление	Величина, равная отношению силы, действующей перпендикулярно поверхности, к площади этой поверхности: $p=\frac{F}{S}$. Единица в системе СИ – Паскаль (Па). Также измеряется в мм рт.ст., нормальное атмосферное давление 1 атм.=760 мм рт.ст.= 101325 Па.
Сила тяжести	Сила, действующая на тело в результате земного притяжения.
Гидростатическое давление	Давление, оказываемое жидкостью на дно посуды: $p=\rho gh$; ρ – плотность жидкости. h – высота столба жидкости.

Сообщающиеся сосуды	Сосуды, соединенные в нижней части трубкой. В сообщающихся сосудах любой формы и сечения поверхности однородной жидкости устанавливаются на одном уровне. Примером может служить водопровод, чайник.
Закон Паскаля	Давление, производимое на жидкость или газ, передается без изменения в каждую точку объема жидкости или газа. На основании закона Паскаля работают гидравлические прессы. $F_2=\frac{S_2}{S_1}F_1$, S_1 и S_2 – площади маленького и большого поршня. F_2 и F_1 – силы, действующие на маленький и большой поршни.
Манометр	Прибор для измерения давления в газах и жидкостях.
Барометр	Прибор для измерения атмосферного давления. В жидкостных барометрах давление столбика жидкости уравнивается с атмосферным давлением. Барометр без жидкости (анероидный) работает на основе сжатия под давлением тонкой металлической коробки.
Атмосферное давление	Давление, оказываемое на земную поверхность и тела, находящиеся на ней, окружающим Землю воздухом. Измеряется от поверхности моря. Давление на уровне моря равно 101325 Па или 760 мм рт.ст. С увеличением высоты давление уменьшается.
Сила Архимеда	Сила, выталкивающая целиком погруженное в жидкость или газ тело. $F_A=\rho_ж V_j g$; F_A – сила Архимеда; $\rho_ж$ – плотность жидкости; $V_т$ – объем тела, погруженного в жидкость; $g=9{,}81\ \frac{Н}{кг}$
Механическая работа	Величина, определяемая произведением постоянной силы F, действующей на тело, на перемещение s по направлению силы. $A=F\cdot s$. Единица работы джоуль (Дж).
Энергия	Величина, характеризующая свойство тел совершать работу. Виды энергий: механическая, тепловая, электрическая, световая, атомная. Единица энергии джоуль (Дж). Механическая энергия проявляется в двух видах: потенциальная и кинетическая $E_p=mgh;\ E_k=\frac{m\upsilon^2}{2}$.
Мощность	Физическая величина, измеряемая отношением выполненной работы к промежутку времени, в течение которого данная работа была совершена. $N=\frac{A}{t}$. Единица мощности ватт (Вт).

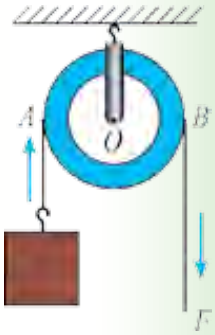
Таблица 2

№		Скорость, км/час	№		Скорость, км/час
1	Черепаха	0,5	13	Кенгуру	48
2	Майский жук	11	14	Жираф	51
3	Муха	18	15	Волк	55–60
4	Пчела	25	16	Ласточка	54–63
5	Воробей	35	17	Заяц	60
6	Стрекоза	36	18	Голубь	60–70
7	Кит	38–40	19	Ястреб	64–77
8	Акула	40	20	Лев	65
9	Медведь	40	21	Рыба-меч	80
10	Африканский слон	40	22	Африканский страус	80
11	Конь	46	23	Газель	95
12	Лось	47	24	Ягуар	112

• До принятия Международной системы единиц размеры тел измеряли, сравнивая их с размерами человеческого тела. Например, единица длины, называемой в Средней Азии «гяз», определяется тремя методами: 1) берется расстояние от кончиков пальцев вытянутой руки до плеча; 2) берется расстояние от кончиков пальцев вытянутой руки до средины груди или до кончика носа; 3) берется расстояние от кончиков пальцев вытянутой руки до второго плеча. **1 гяз** (Хорезм, при измерении земельных участков) ≈ **106–107 см; 1 гяз** (Хорезм, при измерении тканей) = **61 см; 1 гяз** (Бухара, при строительстве) ≈ **79 см; 1 гяз** (Самарканд, Ташкент, Фергана) ≈ **68,6–70,7 см.**

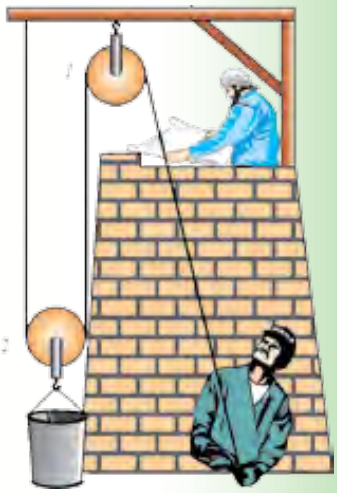
РАВНОВЕСИЕ ТЕЛ. ПРОСТЫЕ МЕХАНИЗМЫ

III
ГЛАВА



В этой главе Вы ознакомитесь с понятиями:

- **центр тяжести тела и его определение;**
- **виды равновесия;**
- **момент силы, рычаг;**
- **простые механизмы: блок, наклонная плоскость, винт, клин и ворот;**
- **работа, выполняемая простыми механизмами;**
- **коэффициент полезного действия механизмов;**
- **ознакомление с «золотым правилом механики».**



ВВОДНАЯ БЕСЕДА

С незапамятных времен человек для облегчения своего труда использует различные приспособления. При строительных работах для передвижения и подъема тяжелых опор или полированных мраморных плит применяли различные механические приспособления. Три тысячи лет назад в древнем Египте при строительстве пирамид тяжелые плиты передвигали и поднимали на достаточную высоту с помощью рычагов. В большинстве случаев вместо прямого поднятия груз перекатывали или перетягивали, используя наклонную плоскость. Минареты, медресы и дворцы в городах Самарканд и Бухара были построены с помощью блоков, воротов.

В быту, в металлорежущих или штампующих станках, подъемных кранах, землеройных машинах имеются простые механизмы. Такие механизмы встречаются в современной аудио- и видеоаппаратуре, сложных автоматах. После ознакомления с работой простых механизмов, вы легко поймете устройство сложных машин.

ТЕМА 30

ЦЕНТР ТЯЖЕСТИ ТЕЛА И ЕГО ОПРЕДЕЛЕНИЕ. ВИДЫ РАВНОВЕСИЯ

Проведем следующий опыт. Возьмем лист картона и в произвольной точке при помощи иголки проденем нитку. Два конца нити закрепим на штативе. Лист займет положение, показанное на рис. 48. Если теперь немного повернуть его вокруг оси и отпустить, лист вернется в первоначальное положение.

Проведем нить через центр листа (рис. 49). Теперь, сколько бы мы его не крутили, лист останется в своем первоначальном положении. Эта точка называется **центром тяжести тела**. Масса тела как бы сосредоточивается в этой точке. Проведенные опыты показывают, что центр тяжести тел различной конфигурации может располагаться следующим образом.

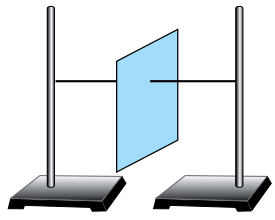


Рис. 48

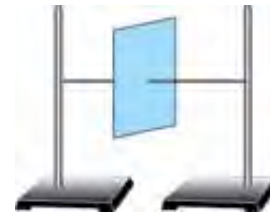
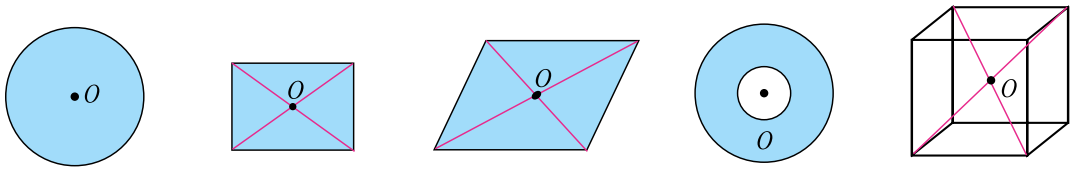


Рис. 49

У однородных тел (например: *шар, сфера, окружность и им подобные*) **центр тяжести совпадает с геометрическим центром** (рис. 50).



Шар Четырехугольник Параллелограмм Кольцо Куб

Рис. 50

Если плоские тела имеют произвольную форму, то центр тяжести таких тел определяют методом подвешивания в двух точках. Здесь центр тяжести находится на пересечении вертикальных линий, проведенных через точки A и B (рис. 51).

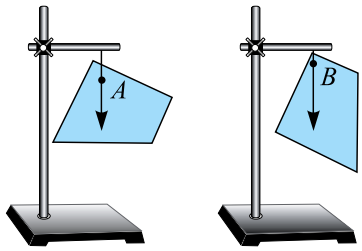
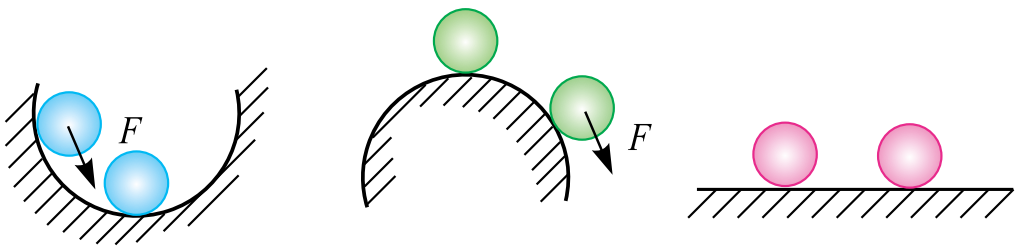


Рис. 51

Если тела разместить на оси, проходящей через центр тяжести, то эти тела сколь угодно долго будут находиться в положении равновесия. Сумма всех сил, действующих на тело, находящееся в равновесии, равна нулю.

Равновесие называется *устойчивым*, если на выведенное из положения равновесия тело действуют силы, возвращающие его в первоначальное положение (рис. 52, *а*).

Равновесие называется *неустойчивым*, если на выведенное из положения равновесия тело действуют силы, еще больше отдаляющие его от положения равновесия (рис. 52, *б*).



а) *б*) *в*)

Рис. 52

Равновесие называется *безразличным*, если на выведенное из положения равновесия тело не действует никакая сила, изменяющая его состояние (рис. 52, *в*).

Проведем такой опыт. Возьмем учебник физики и расположим под ним линейку. Затем за один конец медленно будем поднимать линейку (рис. 53 *а, б*). После достижения определенного угла между столом и линейкой, книга опрокинется. Значит состояние равновесия тела зависит и от опоры.

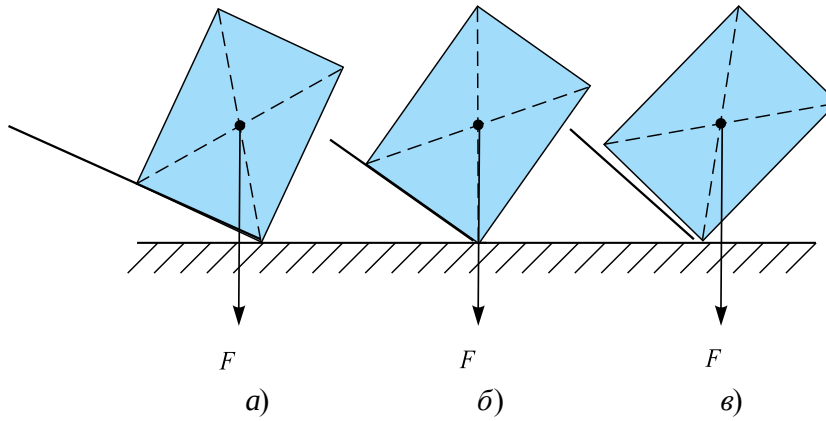


Рис. 53

Тело, имеющее площадь опоры, опрокинется, если вертикальная прямая, проведенная из центра тяжести, выйдет за пределы площади опоры (рис. 53, *в*).

Следовательно, чем больше площадь опоры, тем более устойчивое положение имеет тело.

1. *Как вы объясните понятие «центр тяжести»?*
2. *Как на практике определяется центр тяжести тел?*
3. *Имеются два тела прямоугольной формы, центр тяжести у одного тела выше, чем у другого. Какое из этих тел имеет более устойчивое положение?*
4. *Облокотитесь правым плечом на стенку, но не склоняясь к ней, стойте правой стороной к стене. Теперь поднимите левую ногу. Возможно ли долго оставаться в таком положении?*
5. *Почему при ходьбе машут руками?*

МОМЕНТ СИЛЫ. РЫЧАГ, РАВНОВЕСИЕ СИЛ НА РЫЧАГЕ

Проведем следующий опыт. Возьмем колесо и проведем неподвижную ось. К оси колеса приложим силу, как показано на рис. 54. Колесо останется неподвижным. Теперь приложим эту силу F в точке 2. Колесо придет в движение. Чем дальше от оси вращения мы приложим силу F, тем сильнее колесо будет вращаться.

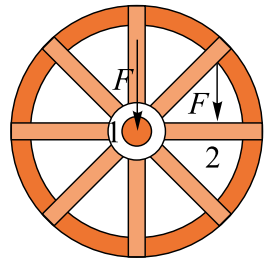


Рис. 54

Следовательно, движение тел, имеющих ось вращения, зависит не только от величины приложенной силы, но и еще от того, насколько далеко от оси вращения приложена эта сила.

Кратчайшее расстояние от оси вращения до точки приложения силы называется *плечом силы*. В этом случае считается: направление силы и плечо взаимно перпендикулярны. Так как движение тела с осью вращения зависит от приложенной силы F и плеча l, введем физическую величину, называемую **моментом силы.**

$$M = F \cdot l.$$

Единица измерения момента силы $M = 1\,\text{Н} \cdot \text{м}$. В повседневной жизни вы видели, что для передвижения тяжелого камня или груза используют лом (рис. 55). При этом на один конец лома действуют силой F_1, а на втором конце получают силу F_2. Сила F_2 больше силы F_1 в несколько раз. Следовательно, при помощи этого устройства можно получить выигрыш в силе.

Твердое тело, которое может вращаться вокруг неподвижной опоры, называется *рычагом*. На рис. 55 вращение происходит вокруг точки O.

Рассмотрим следующий опыт. На штативе установим толстую линейку. Линейка вращается вокруг оси O. На правой стороне рычага в точке (A), расположенной на расстоянии шести единиц от оси O, подвесим груз. На левой стороне в точке (B), расположенной на расстоянии трех единиц от оси O, подвесим такой же груз, при этом

равновесие не наблюдается. Чтобы достичь равновесия, надо в точке B подвесить два таких груза. Если в точку A подвесим второй груз, то для сохранения равновесия в точку B надо подвесить четыре груза (рис. 56). Следовательно, между силами, действующими на рычаг, и плечом сил справедливо следующее отношение:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$$

если: l_1 – отрезок OA, плечо силы F_1;

l_2 – отрезок OB, плечо силы F_2.

Правило равновесия рычага было установлено Архимедом,

$F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$ отсюда получим:

$$M_1 = M_2$$

Это условие равновесия тел с осью вращения.

Из наблюдаемого опыта M_1 – момент силы, вращающей рычаг по часовой стрелке, M_2 – момент силы, вращающей рычаг против часовой стрелки.

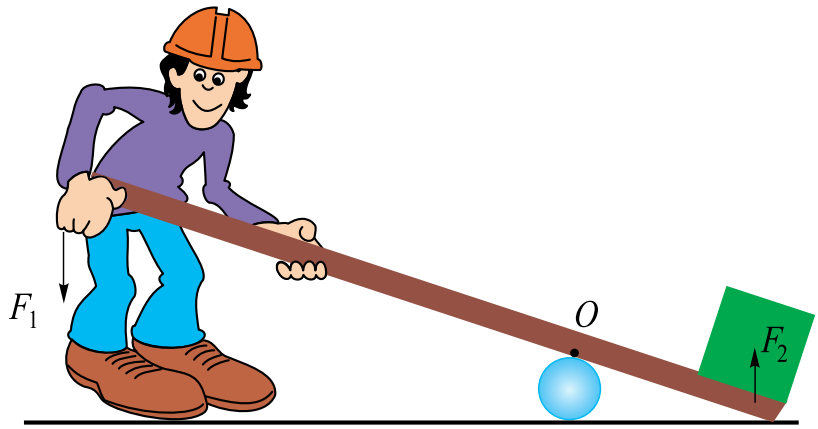


Рис. 55

Рычаги широко используются в повседневной жизни и технике.

Например, рассмотрим ножницы, здесь сила руки F_1 прикладывается к ручке, а сила F_2 прикладывается к материалу. Сила F_2 больше силы F_1, так как расположена ближе к оси вращения. На этом принципе работают гвоздодер, ножницы по металлу, рассмотренные выше рычажные весы, являющиеся равноплечными рычагами (рис. 57). Если весы сделать с плечами разной длины, то можно маленькими гирями взвесить большие грузы.

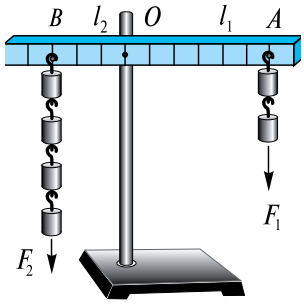


Рис. 56

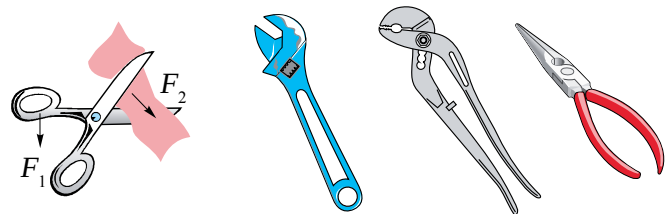


Рис. 57

В строении людей и животных тоже видим этот принцип. Руки и ноги с мускулами образуют рычаги.

1. Гвоздь, забитый в доску, очень трудно вытащить рукой, но очень легко сделать это с помощью гвоздодера. Почему?
2. Назовите механизмы, в которых используется рычаг?
3. На каких весах можно взвесить машины с грузом?

ТЕМА 32

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА. ИЗУЧЕНИЕ УСЛОВИЙ РАВНОВЕСИЯ РЫЧАГА

Необходимые принадлежности: 1) лабораторный рычаг-линейка; 2) набор грузов; 3) штатив.

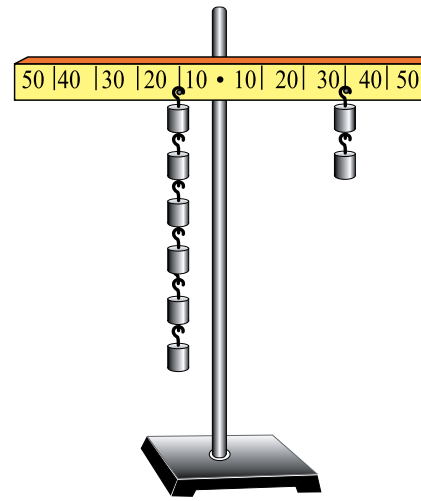


Рис. 58

Выполнение работы: Установим лабораторную линейку-рычаг на штатив, как показана на рисунке 58. На левой стороне рычага на расстоянии 10 см от оси вращения подвесим два одинаковых груза. На правую сторону рычага на расстоянии 30 см от оси вращения подвесим такой же груз. При этом рычаг выходит из состояния равновесия. Увеличив груз на левом плече рычага в 3 раза, мы приводит рычаг в состояние равновесия. Из результатов проведенных опытов выводится условие соблюдения равновесия рычага:

$$\frac{l_2}{l_1} = \frac{F_1}{F_2}$$

Как изменится результат, если при проведении опыта плечо левой стороны будет уменьшено?

ТЕМА 33

ПРОСТЫЕ МЕХАНИЗМЫ: ПРИМЕНЕНИЕ БЛОКА, НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ, ВИНТА, КЛИНА И ВОРОТА

В процессе труда человек больше опирается не на свою силу, а на свою изобретательность. С древности люди при передвижении тяжелых грузов пользовались механизмами. При постройке сооружений: пользовались воротом, наклонной плоскостью, клином и блоками.

Блок. Блок представляет собой колесо с желобом, укрепленное в обойме, по желобу блока пропускают веревку, трос или цепь. На один конец веревки подвешивают груз, за другой тянут. **Неподвижным блоком** называют такой блок, который при подъеме груза остается неподвижным (рис. 59-*1*). Блок, который поднимается и опускается вместе с грузом, называется **подвижным блоком** (рис. 59-*2*). У неподвижного блока плечо силы для груза равно AO, а плечо силы F равно OB (рис. 60, *а*). Так как $OA = OB$, сила F равна тяжести груза. Поэтому неподвижный блок не дает выигрыша в силе, но позволяет менять направление силы.

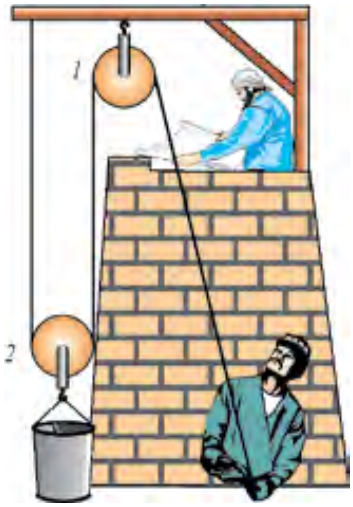
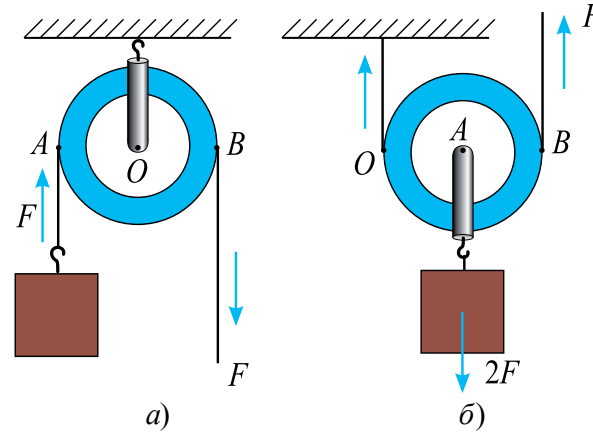


Рис. 59



а) *б*)

Рис. 60

У подвижного блока ось вращения совпадает с точкой O (рис. 60, *б*). В соответствии с этим плечо для груза равно OA, а плечо силы A равно OB. Так как $OA = R$, $OB = 2R$ (R – радиус колеса), то $F \cdot 2R = mg \cdot R$. Отсюда:

$$F = \frac{mg}{2}.$$

Таким образом, подвижный блок даст выигрыш в силе в 2 раза. Система, состоящая из нескольких подвижных и неподвижных блоков, называется *полиспастом*. Если полиспаст состоит из подвижных блоков, то такая система дает выигрыш в силе в $2n$ раз, где n – количество подвижных блоков.

Наклонная плоскость. Для того чтобы погрузить бочку на машину, используют наклонную плоскость (рис. 61). Здесь сила F составляет часть силы тяжести:

$$F = \frac{h}{s} \cdot mg.$$

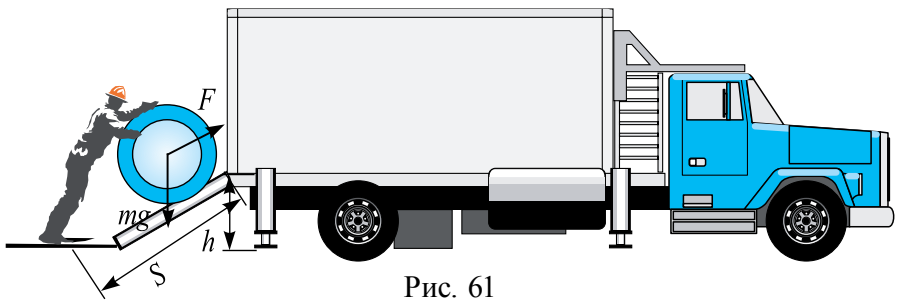


Рис. 61

Винт. Для замены проколотого баллона у машин используется винтовое подъемное устройство, называемое *домкратом*. Из рис. 62 нетрудно понять принцип его работы. В домашних мясорубках, в тисках (держатель зажимом) в школьных мастерских тоже применяется винт.

Клин. Говорят, что в некоторых районах нашей страны, чтобы испытать жениха, его заставляли колоть дрова. В этих случаях используют клин. Клин – треугольной формы тело, его устанавливают на пень, как показано на рис. 63.

Ворот. Этим простым механизмом часто пользуются для подъема воды из колодца (рис. 64). Если радиус вала, на который наматывается веревка, равен r, а рукоятки ворота R, то устройство дает выигрыш в силе в $\frac{R}{r}$ раз.



Рис. 62

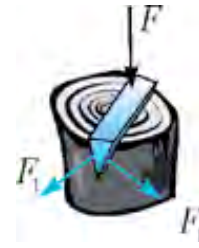


Рис. 63

Усовершенствованный вариант ворота называется лебедкой (рис. 65), там два ворота взаимосвязаны. Первый состоит из зубчатого колеса маленького радиуса и ворота. Эта система дает выигрыш в силе в $\frac{R_1}{r_1}$ раза. Второй состоит из зубчатого колеса большого радиуса и вала, на который наматывается веревка (трос). Эта система дает выигрыш в силе в $\frac{R_2}{r_2}$ раза. Общий выигрыш в силе, который дает лебедка, равен:

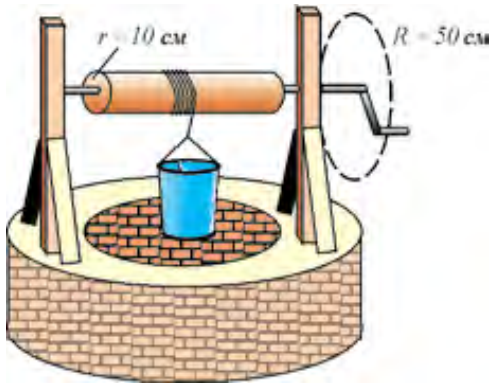


Рис. 64

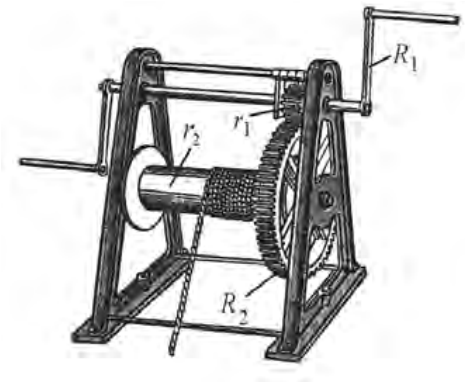


Рис. 65

$$n = \frac{R_1}{r_1} \cdot \frac{R_2}{r_2}$$

Практическое задание

1. Возьмите линейку, установите ее на опору и приведите в равновесие. Справа на расстоянии 5 см от опоры положите одну монету. Слева от опоры положите две монеты на таком расстоянии, чтобы линейка оставалась в равновесии.

2. Рассмотрите устройство имеющихся в доме клещей, ножниц, прищепок. Найдите их оси вращения и плечи. Подсчитайте, какой выигрыш в силе они дают.

1. *Какие еще простые механизмы вы знаете?*
2. *С какой целью можно использовать лебедку?*
3. *Какими простыми механизмами пользуются в поле и дома?*
4. *Можно ли увеличить силу при использовании механизмов?*
5. *Относятся ли подвижный и неподвижный блоки к рычагам?*

ТЕМА 34

РАВЕНСТВО РАБОТЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕХАНИЗМОВ

Все механизмы, рассмотренные выше, используются для выполнения работы. Мы говорили, что механизмы дают выигрыш в силе. Интересно, которые из них дают выигрыш в работе?

Рассмотрим это на примере наклонной плоскости (рис. 66). Было показано, что при подъеме тела по наклонной плоскости $F_1 = \frac{h}{s} F_2$. Здесь для подъема тела необходима маленькая сила, но при этом тело проходит больший путь, так как s больше h:

$$\boldsymbol{F_1 \cdot s = F_2 \cdot h.}$$

Отсюда вытекает, что по какому бы пути ни поднимался груз, выполняется одна и та же работа. Значит, **наклонная плоскость не дает выигрыша в работе.** Может, рычаг даст выигрыш в работе? Из рис. 67 видно, что при перемещении груза, лежащего на маленьком плече s_2, сила F_1, приложенная к большому плечу, должна пройти путь s_1. Значит, и в случае с рычагом выигрыш в силе достигается путем проигрыша в пути. В этом случае $\frac{F_2}{F_1} = \frac{s_1}{s_2}$ Для выполненной работы $F_1 s_1 = F_2 s_2$ или $A_1 = A_2$. **Рычаг, как и другие механизмы, не дает выигрыша в работе.** Существует легенда, что Архимед, восхищенный открытием правила рычага, воскликнул: «Дайте мне точку опоры, и я подниму Землю». Теоретически можно при помощи рычага с очень длинным плечом создать силу, равную весу Земли. Для подъема Земли всего на 1 см длинное плечо рычага должно было бы описать дугу огромной длины, для перемещения длинного конца рычага по этому пути со скоростью 1 м/с Архимеду потребовались бы миллионы лет.

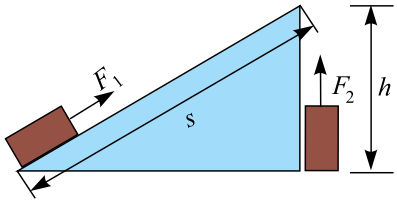


Рис. 66

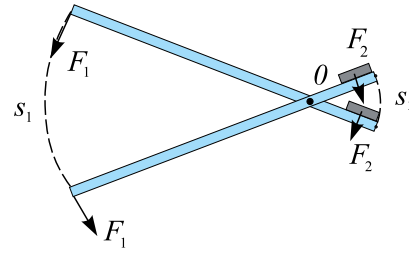
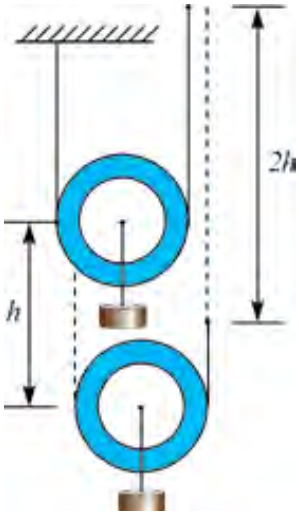


Рис. 67



68-rasm.

Таким способом можно доказать, что другие простые механизмы тоже не дают выигрыша в работе. Здесь, чтобы поднять груз на высоту, необходимо конец веревки переместить на высоту $2h$ (рис. 68).

Получая выигрыш в силе в 2 раза, проигрывают 2 раза в расстоянии, в результате подвижный блок тоже не дает выигрыша в работе.

Пример решения задач.

Задача 1. Для подъема груза весом 100 кг на 10 м используется наклонная плоскость. Если приложенная сила равна 245 Н, то какой длины должна быть наклонная плоскость?

Дано:	Формула:	Решение:
$m = 100$ кг $h = 10$ м $F_1 = 245$ Н $g = 9{,}81 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$	$F_1 \cdot s = F_2 \cdot h$, отсюда $s = \frac{F_2}{F_1} \cdot h$, $F_2 = mg$.	$F_2 = 100 \text{ кг} \cdot 9{,}8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 980 \text{ Н}$. $s = \frac{980\text{Н}}{245\text{Н}} \cdot 10 \text{ м} = 4 \cdot 10 \text{ м} = 40 \text{ м}$.
Требуется найти $s = ?$		*Ответ:* $s = 40$ м.

Практическое задание

1. Попробуйте доказать равенство работы, выполненной при помощи ворота.
2. Докажите правильность закона равенства работ для гидравлического пресса.

1. *Выполняется ли работа при забивании клина в пень?*
2. *Можете ли вы нарисовать блок, дающий выигрыш в пути?*
3. *Как можно использовать подвижный блок, чтобы получить выигрыш в пути?*

ТЕМА 35

ЗОЛОТОЕ ПРАВИЛО МЕХАНИКИ. КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ МЕХАНИЗМОВ

Вы узнали, что простые механизмы не дают выигрыша в работе. Если рассмотреть это в широком смысле, то можно прийти к выводу, **«что любой механизм во сколько раз выигрывает в силе, во столько раз проигрывает в расстоянии»**. Это правило называется ***«золотым правилом механики».***

В предыдущей теме при подъеме какого-либо груза на определенную высоту мы не учитывали вес механизмов, возникающее в них трение. Если учесть все это, то для подъема груза массой m на высоту h выполняемая работа $A_{зат.}$ будет намного больше работы $A_{пол.}$, называемой полезной работой. $A_{зат.}$ – полная затраченная работа. $A_{зат.}=A_{пол.}+A_{доп.}$, здесь $A_{доп.}$ – дополнительная работа, необходимая для того, чтобы преодолеть трение, подъем самих механизмов и др.

Отношение полезной работы ($A_{пол.}$) к полной затраченной работе ($A_{зат.}$) называется *коэффициентом полезного действия* механизма:

$$\eta = \frac{A_{пол.}}{A_{зат.}}$$

***η* – коэффициент полезного действия (КПД).**

КПД обычно выражают в процентах:

$$\eta = \frac{A_{пол.}}{A_{зат.}} \cdot 100\%.$$

КПД любого механизма меньше 100% (см. таблицу 3).

Таблица 3

Вид механизма	Его КПД
Подвижный или неподвижный блок	94–98%
Рычажно-винтовой домкрат	95–97%
Ручная лебедка	80%
Винтовой домкрат	30–40%

Чтобы повысить КПД, уменьшают вес механизмов, трение и т.д., совершенствуют конструкции.

Практическое задание

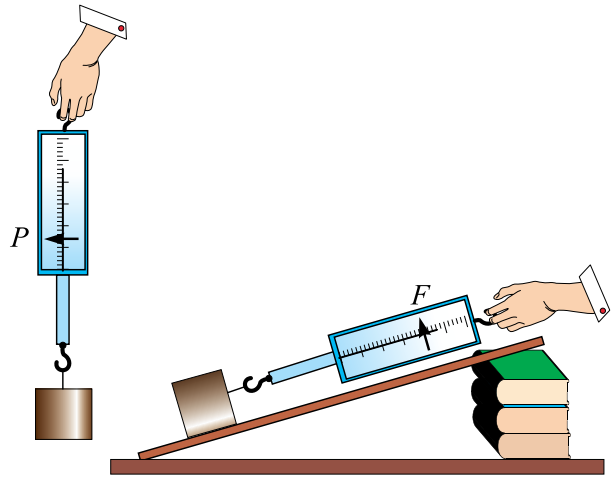


Рис. 69

Возьмем дощечку с крючком и с помощью динамометра определим вес *P*. Медленно поднимите динамометр с дощечкой. При помощи стола или линейки создайте наклонную плоскость. Равномерно перемещая дощечку по наклонной плоскости, запишите показания динамометра (рис. 69). Измерьте высоту *h* и длину *s* наклонной плоскости. Из полученных результатов рассчитайте КПД наклонной плоскости при разных углах наклона по формуле $\eta = \frac{P \cdot h}{F \cdot s} \cdot 100\%$.

1. *Докажите «золотое правило механики» на примере ворота.*
2. *Почему простые механизмы не дают выигрыша в работе?*
3. *Как изменится КПД наклонной плоскости, если увеличить ее длину?*

Упражнение 9.

1. Длинное плечо рычага равно 6 м, а короткое 2 м. Если на длинное плечо подействовать силой 10 Н, какой тяжести тело можно поднять при помощи короткого плеча? (*Ответ:* 30 Н).

2. При помощи неподвижного блока мальчик поднимает груз вверх. Если вес мальчика равен 50 кг, определите максимальный вес груза, который может поднять мальчик при помощи блока? $g \approx 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$. (*Ответ:* 500 Н). Ответ обоснуйте.

3. При подъеме тела по наклонной плоскости совершили работу 20 Дж. При этом использовали механизм с КПД, равным 80%. Найдите полезную работу. (*Ответ:* 16 Дж).

4. Прямоугольное тело имеет длину 6 см, ширину 8 см. Определите расстояние до центра тяжести от любого угла прямоугольника?

5*. Из колодца поднимают ведро с водой. Объем ведра 10 л. Радиус вала, на который наматывается трос, 10 см, радиус поворота рукоятки 50 см. С какой силой надо подействовать на рукоятку, чтобы поднять воду? $g \approx 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$. (*Ответ:* 20 Н).

6. Под действием силы 15 Н тело поднимают по наклонной плоскости. Найти КПД наклонной плоскости, если вес тела 16 Н, высота наклонной плоскости 5 м, длина 6,4 м. (*Ответ:* 83,3%).

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ III

1. Как называется механическое приспособление, изменяющее величину силы или ее направление?

A) Рычаг. B) Подвижный блок.
C) Неподвижный блок. D) Простой механизм.

2. В каких единицах измеряется момент силы?

A) кг. B) Н. C) Н · с. D) Н ·м.

3. Укажите формулу правила моментов.

A) $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$. B) $M = F \cdot l$. C) F/m. D) $\frac{F_1}{l_1} = \frac{F_2}{l_2}$.

4. В чем дает выигрыш неподвижный блок?

A) В силе. B) В пути. C) В работе.
D) Ни в одной из приведенных в пунктах A–C величин.

5. Как определить коэффициент полезного действия механизма?

A) Полезную работу надо умножить на полную работу.

B) Полезную работу надо разделить на полную работу.
C) Полную работу надо сложить с полезной работой.
D) Из полной работы надо вычесть полезную работу.

6. В чем состоит «золотое правило механики»?

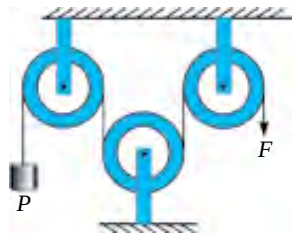
A) Простые механизмы дают выигрыш только в силе.
B) Простые механизмы дают выигрыш в силе и в пути.
C) Простые механизмы дают выигрыш только в пути.
D) Простые механизмы дают выигрыш в силе или в пути.

7. Кто нашел правило рычага?

A) Герон. B) Аристотель. C) Архимед. D) Ньютон

8. Каким будет отношение между F и P в приведенной системе блоков?

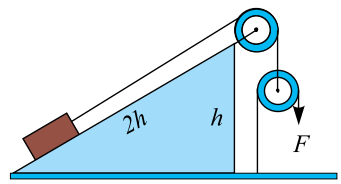
A) $P=4F$.
B) $P=F$.
C) $P=2F$.
D) $P=\frac{1}{2}F$.



P – вес тела.

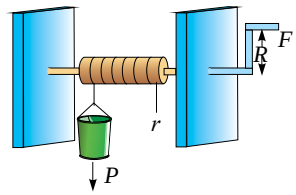
9. В приведенной системе вес тела равен 200 Н. Найдите силу F.

A) 50 Н.
B) 100 Н.
C) 150 Н.
D) 200 Н.



10. От чего зависит сила F, необходимая для вращения ворота?

1) От r.
2) От R.
3) От P.
A) 1. B) 2.
C) 3. D) 1,2 и 3.



11. В чем дает выигрыш подвижный блок?

A) В силе. B) В пути. C) В работе. D) Во времени.

12. Тело массой 2 кг поднимают по наклонной плоскости под действием силы 5 Н. Если высота подъема равна 4 м, чему будет равна длина наклонной плоскости ?

A) 4 м. B) 8 м. C) 12 м. D) 16 м.

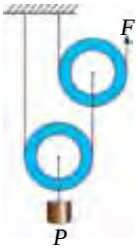
13. Если груз в приведенной системе поднимают на высоту 1 м, на сколько метров поднимется конец троса, к которому приложена сила F?

A) 1.

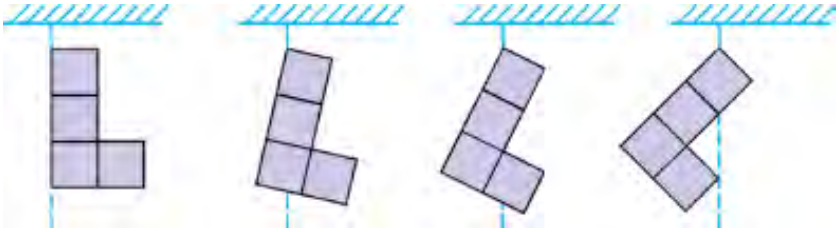
B) 2.

C) 3.

D) 4.



14. Тела, изготовленные из однородного материала, подвесили, как показано на рисунке. Которое из них останется в этом положении?



A) B) C) D)

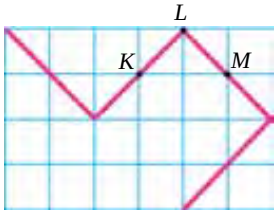
15. Стержень, изготовленный из несгибаемого материала, имеет форму, приведенную на рисунке. В каком месте находится его центр тяжести?

A) В точке *K*.

B) В точке *L*.

C) В точке *M*.

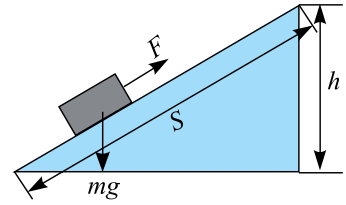
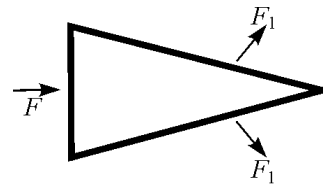
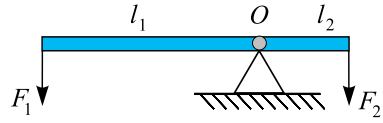
D) Между точками *K*–*L*.



ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ БЕСЕДА

В нижеприведенной таблице вы ознакомитесь с кратким содержанием тем, изложенных в главе III.

Центр тяжести	Центром тяжести твердого тела называют точку приложения равнодействующей сил тяжести, приложенных ко всем частям тела. Центр тяжести однородных тел (шара, сферы, кольца и т.д.) совпадает с геометрическим центром этих тел.
Виды равновесия	Если тело вывести из положения равновесия: а) возникает сила, возвращающая тело в первоначальное состояние, такое равновесие – *устойчивое;* б) если возникает сила, стремящаяся еще больше отклонить тело от первоначального состояния, такое равновесие называется *неустойчивым*; д) не возникает никакой силы, такое равновесие называется *безразличным.*

Момент силы	Физическая величина, определяемая формулой $M=F\cdot l$. Здесь F – сила; l – плечо силы (наикратчайшее расстояние от точки приложения силы до оси вращения).
Простые механизмы (блок, наклонная плоскость, винт, клин, ворот)	Механизмы, позволяющие изменять направляющие силы, дающие выигрыш в силе. *Блок* – колесо с желобом по ободу. По желобу блока пропускают веревку. Блоки бывают подвижные и неподвижные. Неподвижный блок изменяет только направление силы. Подвижный блок дает выигрыш в силе в 2 раза. Система, состоящая из подвижного и неподвижного блоков, называется полиспастом. Сила F, удерживающая тело на наклонной плоскости, численно равна $F=\frac{h}{s}mg$. *Винт* дает выигрыш в силе и поэтому используется в качестве домкрата. *Клин* бывает в форме треугольника. На широкую часть клина действуют силой F, и можно получить силы F_1. *Ворот* дает выигрыш в силе в $\frac{R}{r}$ раз. Здесь – R – длина плеча ворота; r – радиус барабана, куда наматывается веревка. Система, состоящая из нескольких воротов, называется лебедкой.  
Рычаг	Твердое тело, которое может вращаться вокруг неподвижной опоры. Условие равновесия рычага $F_1\cdot l_1=F_2\cdot l_2$ открыто Архимедом. Рычагом пользуются для подъема тяжелых грузов, чтобы выиграть в силе. 
Золотое правило механики	Любой механизм во сколько раз выигрывает в силе, во столько раз проигрывает в расстоянии. Ни один из простых механизмов не дает выигрыша в работе.
Коэффициент полезного действия механизмов	Величина, измеряемая отношением полезной работы ($A_{\text{пол.}}$) к полной работе ($A_{\text{зат.}}$), называется коэффициентом полезного действия (КПД) механизма $\eta=\frac{A_{\text{пол.}}}{A_{\text{зат.}}}$. КПД любого механизма всегда меньше 100 %.

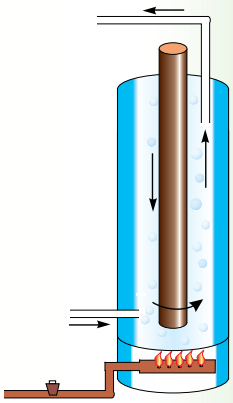
ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕПЛОВЫХ ЯВЛЕНИЯХ

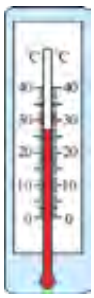
IV
ГЛАВА



В этой главе Вы ознакомитесь с понятиями:

- **источник теплоты;**
- **телопроводность различных сред;**
- **явление конвекции;**
- **излучение;**
- **тепловое расширение тел;**
- **взгляды Фараби, Беруни и Авиценны на тепловые явления;**
- **температура и методы ее измерения.**





ВВОДНАЯ БЕСЕДА

Вы много раз смотрели по телевизору мультфильм «Маугли». Для того чтобы победить своего злейшего врага тигра, Маугли овладевает «красным цветком» (т.е. огнем). После этого все звери в нем признают человека. Действительно, условия жизни человека резко меняются с приобретением огня. Приготовление горячей пищи, плавка металла и изготовление из него орудий для охоты, труда и войны, возможность согреться – все это связано с получением и использованием огня. Об огне создано много легенд. Например, в греческом мифе о Прометее говорится, что он украл огонь у богов, принес людям и научил их пользоваться им. Даже фильм о первом полете в космос назвали «Укрощение огня», так как человек использует энергию тепла не только в машинах для передвижения по земле и океанам, но и для полетов в космос.

В повседневной жизни вы часто пользуетесь понятиями «жарко», «холодно», «горячо», «тепло», «зима» и «лето». Изучая строение вещества вы узнали, что пар, вода и лед состоят из одних и тех же молекул. Так чем же отличаются молекулы холодной и горячей воды? Что мы понимаем под словом «температура»? На эти и другие подобные вопросы мы получим ответ в этой главе.

ТЕМА 36

ИСТОЧНИКИ ТЕПЛА. ПРИЕМНИКИ ТЕПЛА

Вы знаете, что тепло получается при сжигании дров, угля, газа и нефтепродуктов. Но основным источником тепла является Солнце. Падающие на Землю солнечные лучи согревают ее, от нее тепло передается в нижние слои атмосферы и нагревает воздух. Уголь, газ и нефть тоже являются продуктом энергии солнечных лучей, падавших на Землю в течение многих веков. Даже используемая нами энергия ветра является продуктом Солнца.

Что мы понимаем под словом «теплота»? Вначале теплоту тоже рассматривали как некое вещество. Например, при сгорании газа выделяемое тепло передается воде. Теперь вода становится источником тепла. И если затем кипящую воду убрать с газовой плиты, теплота от нее передается в воздух и т.д. Поэтому для измерения теплоты ввели специальную физическую величину «количество теплоты».

Проведем такой опыт. В зимний день возьмите в руки два куска льда, руки должны быть в перчатках (чтобы тепло ваших рук не передалось в лед), и начинайте тереть куски льда друг о друга.

Лед постепенно начнет таять и закапает вода. Откуда взялось тепло, растопившее лед? В древности люди получали огонь путём трения деревянных палок друг о друга. Если проволоку согнуть несколько раз в одном месте, то это место нагреется. Если тяжелым молотком несколько раз ударить по кусочку металла, металл тоже греется. Вот такие опыты приводят к мысли, что тепло тоже является одним из видов энергии. Возникает вопрос, какой энергии – потенциальной или кинетической – соответствует тепловая энергия? Или одновременно обеим? Известно, что вещества состоят из молекул, которые находятся в непрерывном движении. Наблюдения показывают: если тело нагреть, то движение частиц ускоряется.

Отсюда приходим к логическому заключению, **что теплота – это кинетическая энергия частиц вещества.**

Температура **характеризует степень нагретости тел или веществ**

Наблюдения показывают, что при плавлении льда температура не повышается. Значит, подводимая в это время энергия идет на разрушение структуры льда. Отсюда следует, **что температура вещества частично характеризует и потенциальную энергию молекул**. Таким образом, теплота считается одним из видов энергии. Она, как и другие виды энергии, может превращаться из одного вида в другой. Количество теплоты, как и все виды энергии, а также выполненная работа, измеряется в джоулях.



Вследствие выполнения работы создается тепловая энергия. Тепловую энергию можно преобразовать в работу, поэтому работа и энергия тесно взаимосвязаны.



1. *Почему при скольжении по веревке или дереву рука нагревается?*
2. *Почему при резком торможении автомобиля чувствуется запах паленой резины?*
3. *Закрытый сосуд опустили в горячую воду. Изменяются ли потенциальная и кинетическая энергия молекул воздуха?*

4. В каких из прочитанных вами книг или просмотренных фильмов люди искусственно добывали огонь? Расскажите, как они это делали..

ТЕМА 37

РАСШИРЕНИЕ ТЕЛ ПРИ НАГРЕВАНИИ

При изучении 10 темы вы узнали, что нагретый металлический шар застревает в кольце. Чтобы изучить подобный процесс в жидкости, проведем следующий опыт. Возьмем три пробирки, в одну нальем воду, во вторую – масло и в третью – молоко. Пробирки заткнем пробками с трубочками посередине. Расположим пробирки в сосуде с водой, как показано на рис. 70, и снизу подведем тепло. По мере нагревания воды жидкости медленно будут подниматься по трубочкам. Значит, жидкости тоже при нагревании расширяются. Так как высота подъема жидкости в трубочках различная, то и расширяются они по-разному. Для изучения расширения газов возьмем колбу и заткнем ее пробкой с трубочкой посередине (рис. 71). Опустим конец трубочки в воду и будем держать колбу обеими руками, слегка потирая ее. При этом мы увидим, как из трубочки выходят пузырьки воздуха. Это происходит потому, что колба вместе с воздухом нагревается от температуры рук. Расширяющийся воздух выходит в виде пузырьков. Теперь, если мы закрепим колбу на штативе и оставим там, то через некоторое время вода будет подниматься по трубочке. Это происходит потому, что при охлаждении газ в колбе сжимается.

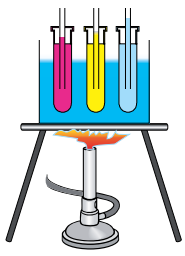


Рис. 70

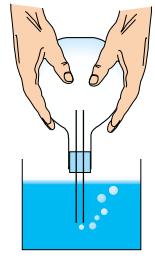


Рис. 71



Рис. 72

Таким образом, вещества (твердые, жидкие и газообразные) при нагревании расширяются, а при охлаждении сжимаются. Причина этого явления, как было сказано выше, – движение молекул. Это

свойство веществ широко используется в быту и в технике. При строительстве железных дорог оставляют зазор между рельсами. Электрические провода летом монтируются со слабинкой. Это делается для того, чтобы зимой при сжатии они не оборвались. Нельзя в стакан сразу наливать горячую воду. Так как от нагрева внутренняя стенка быстро расширяется, а внешняя сторона не успевает расшириться, стакан лопается.

1. Биметаллическая пластина. На рис. 72 приведены спаянные друг с другом две металлические пластины – медная и железная.

Медь и железо расширяются по-разному. Если эту пластину нагреть, она сгибается в сторону железа, если охладить – то в сторону меди. Что происходит с пластиной, если ее сильно нагреть и сильно охладить? Подумайте об этом.

Остановимся на некоторых возможностях применения такой пластины. Если внимательно рассмотреть внутреннее устройство холодильника или утюга, то видно, что через некоторое время работающий холодильник выключается, утюг, после того как прогреется, также должен выключаться. Внутри этих приборов имеется биметаллическое устройство включения-выключения тока (рис. 73).

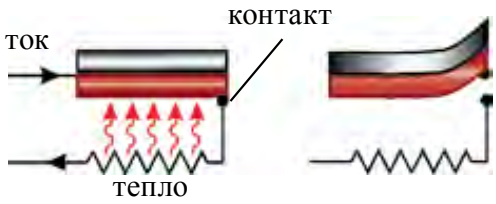






Рис. 73

2. О расширении воды при нагревании. Опыты, проведенные с водой, показывают, что при охлаждении объем воды сначала уменьшается. По достижении 4°С уменьшение объема прекращается (температуру воды измеряем бытовым термометром, об этом подробно будет рассказано в следующей теме). Если и дальше продолжить охлаждение, то объем воды, напротив, начинает увеличиваться. Этот процесс продолжается до тех пор, пока вода не замерзнет. Значит, плотность воды является наибольшей при 4°С. По этой причине зимой в озерах замерзает только поверхность воды.

На дне озера температура воды будет 4°С. Если бы не было этого явления, то вода в озерах и водохранилищах промерзала до дна. И в это время остановилась бы жизнь в водоемах.



1. При наливании горячей воды толстостенный стакан быстрее трескается, чем тонкостенный. Почему?
2. Где можно использовать свойство жидкостей и газов расширяться при нагревании?
3. Бензин продается литрами. В какое время суток покупать бензин выгодно?

ТЕМА 38

ПЕРЕДАЧА ТЕПЛОТЫ В ТВЕРДЫХ ТЕЛАХ И ЖИДКОСТЯХ. ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ. КОНВЕКЦИЯ

Все знают, что теплота может передаваться из одного места в другое. Тепло от печки или батареи распространяется по всей комнате. Если в стакан с горячей водой опустить ложку, то ложка через некоторое время нагреется. Тепло от Солнца тоже достигает Земли. Итак, как передается тепло? Представления о строении вещества приводят нас к мысли о том, что передача теплоты связана с движением молекул. Если вы обратили внимание, дым иногда поднимается вверх, а иногда стелется над землей. Облака на небе иногда долго остаются неподвижными, а иногда быстро двигаются. Как можно объяснить все это? Воздух при нагревании у печки расширяется, и его плотность уменьшается. Под действием силы Архимеда он поднимается вверх. Его место занимает холодный воздух, у которого плотность больше. В результате между различно нагретыми слоями воздуха возникает течение. Это явление называется **конвекцией.** Конвекцию можно легко наблюдать на опыте, показанном на рис. 74. Конвекция происходит не только в газах, но и в жидкостях. Тепло, подводимое снизу, в результате конвекционного потока поднимается вверх. Придумайте опыт, демонстрирующий конвекцию в жидкостях.

В твердых телах частицы не могут перемещаться из одного места в другое. Они только совершают колебательные движения. Атомы в твердых телах расположены близко друг к другу, и поэтому теплота в них передается за счет колебательного движения. Такой вид передачи тепла называется **теплопроводностью**.

Различные вещества обладают разной теплопроводностью. Это можно увидеть на следующем опыте (рис. 75). На одинаковом расстоянии от штатива закрепим изготовленные из меди, железа, алюминия и пластмассы стержни. На концах стержней с помощью парафина установим по спичке. После этого будем медленно нагревать диск.

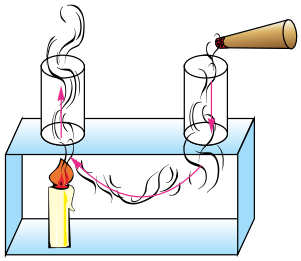


Рис. 74



Рим. 75

В зависимости от теплопроводности стержней спички будут поочередно падать. Из таблицы 4 определите очередность падения спичек.

Таблица 4

Вещество	Теплопроводность Вт/(м · К)	Вещество	Теплопроводность Вт/(м · К)
Серебро	418	Вода	0,600
Медь	395	Бетон	0,11–2,33
Алюминий	209	Бумага	0,140
Железо	73	Хлопок	0,042
Сталь	50	Дерево	0,2
Кирпич (красный)	0,77	Стекловата	0,04

Чтобы изучить теплопроводность жидкости, проведем следующий опыт. Возьмем длинную пробирку и положим в нее кусочки льда. Сверху лед придавим металлическим шариком и нальем воду в пробирку. Наполнив пробирку, как показано на рисунке, будем нагревать верхнюю часть воды. Вода будет нагреваться, а затем и закипать, но лед на дне пробирки не будет таять (рис. 76). Подумайте о причинах этого явления.

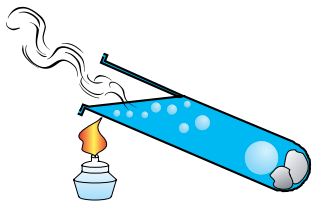


Рис. 76

Воздух тоже, как и жидкость, является плохим проводником тепла. Мы можем спокойно держать руку у горящей спички или печки, не боясь обжечься.

Практическое задание

Начертите отопительную систему вашего дома. Изучите, насколько правильно она сделана.

1. *Почему форточки на окнах устанавливаются сверху?*
2. *В каких случаях в веществах тепло одновременно передается и теплопроводностью и излучением?*
3. *Почему вы не обжигаете пальцы, когда держите горящую спичку?*
4. *Из таблицы определите, в каком доме летом прохладнее, а зимой теплее? В доме, построенном из кирпича или бетона?*

ТЕМА 39

ИЗЛУЧЕНИЕ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ В БЫТУ И ТЕХНИКЕ

Таким образом, и конвекция, и теплопередача осуществляются за счет движения частиц. Тогда каким образом передается тепло от основного источника тепла на Земле – Солнца? Ведь между Землей и Солнцем существует **вакуум**, – среда, где практически нет частиц! В этом случае теплота передается **излучением**. Световой поток, идущий от Солнца, несет с собой и тепловую энергию. Лампочка накаливания, наряду со световым излучением, излучает и тепло. Несмотря на то, что внутри лампочки нет воздуха, излучаемое тепло мы можем почувствовать руками. Тепловая энергия, получаемая путем излучения, зависит от цвета нагреваемой поверхности. Если зимой снег накрыть попеременно кусками белой и черной ткани одинакового размера, мы увидим, что под черной тканью снег будет таять быстрее, чем под белой. Значит энергия, падающая на поверхность, может поглощаться, а может и отражаться. Оконные стекла хорошо пропускают излучение, идущее от Солнца, но плохо пропускают тепло, идущее от радиатора. Теперь вы, наверное, поняли предназначение стеклянного потолка и стен в теплицах?

В быту и в технике широко используются явления конвекции, теплопроводности и излучения. На рис. 77 приведена схема котла водяного отопления. Попробуйте объяснить возникающую в нем конвекцию. На рис. 78 приведено в разрезе помещение с радиаторным отоплением. Объясните процессы, происходящие в

помещении. Почему радиаторы устанавливаются под окнами? На рис. 79 приведен чертеж термоса. В нем внутри металлической оболочки расположен двухстенный стеклянный сосуд. Между стеклянными стенками имеется вакуум. Внутренние стенки стеклянного сосуда покрыты тонким слоем серебра. Жидкость в таких сосудах долгое время сохраняет свою температуру. Объясните, почему в термосах температура жидкости хорошо сохраняется.

Значит, при необходимости для улучшения теплопередачи принимаются меры усиления конвекции и применяются материалы с хорошей теплопроводностью. Котел для приготовления пищи и чайник для кипячения воды изготавливаются из материала с хорошей теплопроводностью. Но чай лучше заваривать в фарфоровом чайнике, в этом случае чай долго остается горячим. Если пить чай из стакана, то можно обжечься, а если пить из фарфоровой пиалы – нет. Почему?

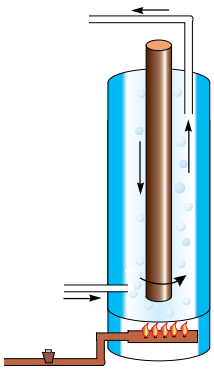


Рис. 77

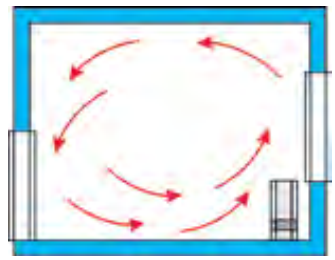


Рис. 78



Рис. 79

При использовании энергии излучения обращают внимание на материал и на цвет. Летом надевают рубашки белого цвета, они хорошо отражают тепловые лучи, а зимой надевают одежду темных расцветок.

Практическое задание

1. Возьмите плотную бумагу и изготовьте из нее коробку. Наполните ее водой и через некоторое время поставьте на закрытую сверху электрическую плиту. Вода в ней будет нагреваться и даже закипит. Но бумажная коробка не загорится. Объясните причину.

2. Приклейте клочок бумаги на кусок железа, масса и размеры которого больше, чем у бумаги, и подержите над огнем. Проследите, что случится с бумагой, и дайте этому объяснение.

1. *Как предохраняют двигатели автомобилей от перегрева?*
2. *При отоплении дома используют печи, где непосредственно сжигается топливо, водяные или паровые радиаторы. Какие имеются у них преимущества и недостатки?*
3. *Почему в холодном помещении первыми мерзнут ноги?*

ТЕМА 40

ВЗГЛЯДЫ ФАРАБИ, БЕРУНИ И АВИЦЕННЫ НА ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ

Великие мыслители Абу Наср аль-Фараби, Беруни и Авиценна в своих трудах давали объяснения природы тепловых явлений. В частности, по мнению Фараби, температура вещества, высокая она или низкая, зависит от движения частиц, из которых состоит вещество. Авиценна, как и Фараби, следующим образом объясняет конвекцию: из-за расширения нагретых тел плотность их уменьшается, и они стремятся вверх (за счет силы Архимеда). При охлаждении объем уменьшается, и за счет увеличения плотности тела стремятся вниз.



Абу Наср аль-Фараби (873–950) родился в городе Отраре (Фараб), расположенном недалеко от реки Сырдарьи. Фараби работал во многих областях науки. До него физика не считалась отдельной наукой, а была частью естествознания. В области физики он выполнял работы по изучению строения вещества, теплоты, движения, звука, оптики и др.

Беруни обратил внимание, что расширяясь при нагревании и сжимаясь при охлаждении, вода обладает особыми свойствами. По этому случаю приведем вопрос, заданный Беруни Авиценне: «Если тела при нагревании расширяются, а при охлаждении сжимаются, то они должны ломать сосуды за счет расширения тел внутри них, почему сосуд с водой при замерзании лопается? Почему лед плавает на поверхности воды, ведь за счет замерзания лед становится ближе к природе Земли (к твердому телу)?». Авиценна на этот вопрос ответил так: «При замерзании воды частички воздуха запираются внутри льда и не дают льду погрузиться в воду». Беруни возражает Авиценне: «Если бы кувшин ломался внутрь, то сказанное было бы правильным. Я наблюдал, что кувшин ломается наружу». Неточности в своих ответах Авиценна исправляет в дальнейшем в своем произведении под названием «Куразаи тиббиат».

Ранее мы говорили, что тепло передается также излучением, и что поглощение излучения зависит от вида поверхности и ее цвета. Энергия, получаемая поверхностью от излучения, зависит от того, как луч падает на поверхность – вертикально или под углом. Климатические зоны на Земле Беруни и Авиценна правильно объясняли тем, что наклон солнечных лучей, падающих на землю, различен.

По мнению Авиценны в природе существуют естественные и искусственные источники тепла и холода. Внешняя причина тепла – это работа. Он пишет: «Теплота» имеет три внешних причины. «Во-первых, близость горячего тела к холодному. Например, огонь нагревает воду. Во-вторых, движение и трение. Например, если взбалтывать воду, она нагревается, если тереть камень о камень, он нагревается, появляется огонь. В-третьих, любой освещенный предмет теплее неосвещенного». Здесь приводится мнение о том, что тепло распространяется излучением.

Среднеазиатские мыслители прошлого также писали, что за счет тепла пары воды поднимаются вверх, превращаются в облака, там при низких температурах образуется снег, дождь, град.



1. *Как бы вы ответили на вопросы Беруни?*
2. *В каких случаях белье сохнет быстрее? Когда лучи Солнца падают вертикально или косо?*
3. *До какой степени можно нагреть воду, взбалтывая ее? Попробуйте!*



• Возьмите детскую игрушечную металлическую тарелку и поставьте на маленький огонь. После того, как тарелка нагреется, налейте в нее половину чайной ложки воды. Вместо того, чтобы сразу испариться, вода в виде шарика скатится на дно тарелки. В чем причина этого явления? А причина в том, что между водой и горячей тарелкой образуется пар, который создает теплонепроницаемый слой. Это явление можно наблюдать, плеснув воду на разогретый утюг.

• Зимой, чтобы не замерзнуть, надевают пальто и шапку. Греют ли они человека? Возьмем два куска льда и положим их в целлофановые пакеты. Один пакет оставим открытым, а другой завернем в пальто. Через некоторое время увидим, что лед, оставленный открытым, немного подтаял, а лед, завернутый в пальто, остался без изменения. Значит, пальто и шапка ничего не греют. Они только плохо проводят тепло.

ТЕМПЕРАТУРА. ТЕРМОМЕТРЫ. ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕЛА

Ранее мы говорили о том, что помещение нагревается, тела охлаждаются. Эти выводы мы приводили, исходя из своих ощущений. Но всегда ли наши ощущения дают правильные выводы? Чтобы проверить это, поставим на стол три стакана. В одном стакане пусть будет горячая, в другом – теплая, а в третьем – холодная вода. Сначала на некоторое время опустим палец левой руки в стакан с холодной водой, палец правой руки в стакан с горячей водой. Затем эти же пальцы левой и правой рук опустим в стакан с теплой водой. Тогда палец левой руки ощутит, что вода горячая, а палец правой руки ощутит, что вода холодная. Только с изобретением специального измерительного прибора стало возможным объективно оценивать температуру. Прибор, измеряющий температуру, называется **термометром**. Изобретателем термометра считается Галилей. Вы видели термометр, при помощи которого врач измеряет температуру. Конечно, современный термометр отличается от термометра (термоскопа) Галилея. В его устройстве использовано свойство тел изменять свой объем при нагревании. В термометре Галилея использовано расширение воздуха (рис. 80). Впоследствии французский ученый *Рей* в 1631 г. изготовил водяной термометр. В современных термометрах, в основном, используют ртуть или спирт. Один из термометров показан на рис. 81. При нагревании вещество расширяется и поднимается вверх, а при охлаждении сжимается и опускается вниз. Показания этих термометров отсчитываются в градусах. Шведский ученый *А. Цельсий* (1701–1744) при измерении температуры за начало отсчета 0 (ноль) взял температуру тающего льда (рис. 82, *а*). Температуру кипения чистой воды при нормальных условиях он принял за 100 градусов (рис. 82, *б*). Шкалу между точками 0 и 100 делят на 100 равных частей и одно деление принимают за 1°С. Для измерения температуры жидкости в помещении или в сосуде термометр опускают в среду на некоторое время. В этом случае температура жидкости в термометре уравняется с температурой среды. Температуру воды в сосуде определяют, не вынимая термометр из воды. В противном случае, как только термометр извлекут из воды, его показания изменятся.

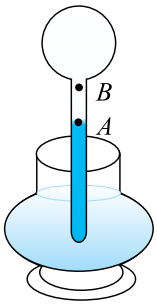


Рис. 80

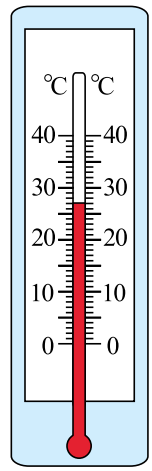


Рис. 81

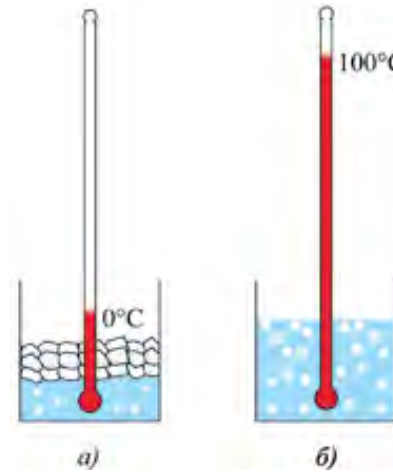


Рис. 82

В медицинских термометрах, измеряющих температуру больного, этот недостаток исключен. Врач спокойно может взять термометр у больного и посмотреть показание. Ртуть при нагревании легко поднимается, а при охлаждении в тонкой трубочке столбик ртути останавливается. После определения показания термометра его встряхивают. Тогда ртуть в трубочке опускается вниз. Пределы измерения медицинского термометра от 35 до 42°С. Температура здорового человека составляет примерно ~36,6°С. Отклонение температуры тела от этого значения говорит о том, что человек нездоров. Температура домашних животных – овцы, коровы, лошади, кролика – держится в пределах 38–40°С, у птиц – около 41–42°С.

Имеется ли нижняя или верхняя граница температуры вещества? На Земле в естественных условиях в Антарктиде отмечалась температура минус 88°С (1960 г., на научной станции). В специальных лабораториях искусственным путем была получена температура минус 273,149°С. По расчетам нижняя граница температуры равна минус 273,15°С.

С какими температурами мы имеем дело в домашних условиях?

Вода закипает при 100°С. В пламени природного газа, используемого для кипячения воды, температура достигает 1500–1800°С. Температура спирали электрической лампочки – 2500°С. Если температура горючей смеси в двигателе автомобиля ~1700°С, то при электросварке она достигает 7000°С. Верхняя граница температуры не зафиксирована.

1. *Как можно измерить температуру больного, если температура окружающего воздуха выше температуры тела человека?*
2. *Как изменяется точность термометра, если уменьшать диаметр трубочки?*
3. *В какой воде следует мыть медицинский термометр? В холодной или горячей?*

ТЕМА 42

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА. ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА И ЖИДКОСТИ ПРИ ПОМОЩИ ТЕРМОМЕТРА

Необходимые принадлежности. Термометр, горячая вода, холодная вода, мензурка, стеклянная палочка, чашка для воды.

Выполнение работы.

1. Повесьте термометр в кабинете физики на таком месте, чтобы на него не падали прямые солнечные лучи, вдали от нагревательных приборов (батарея, плитка), но так, чтобы шкала термометра была хорошо видна.

2. При подготовке и проведении опыта показания термометра не должны изменяться в течение 5–6 минут, после этого можно записать комнатную температуру.

3. Сосуд с водой подогревается на плитке или в пламени газа.

4. С помощью мензурки отмерьте 100 мл воды и налейте ее в чашку, а затем в нее опустите термометр. Через несколько минут запишите показания термометра t_1.

5. С помощью мензурки отмерьте 100 мл воды и в нее опустите термометр. Через несколько минут... запишите показания термометра t_2.

6. Горячую воду из мензурки налейте в чашку с холодной водой. Перемешайте воду стеклянной палочкой и замерьте температуру t_3.

7. Опыт повторяется при различных температурах горячей воды.

1. *Почему, если термометр вынуть из воды, его показания уменьшаются?*
2. *Как меняется точность измерения, если опыт проводить с термометром, у которого диаметр трубочки маленький?*
3. *Возьмем два одинаковых стакана. Один стакан пустой, а в другом находится кусок сахара. Если из чайника в оба стакана налить чай и измерить температуру, в стакане с куском сахара температура будет ниже. В чем причина?*

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ IV

1. Почему в котлах трубы делаются высокими?

A) Чтобы издалека увидеть источник тепла.
B) Чтобы улучшить конвекцию.
C) Для выполнения требований архитектуры.
D) Чтобы вывести продукты горения выше уровня, где дышат люди.

2. Каким способом в основном передается тепло в твердых телах?

A) Конвекцией.
B) Посредством теплопроводности.
C) Излучением.
D) Всеми приведенными выше.

3. Что такое конвекция?

A) Возникновение потока между неравномерно разогретыми слоями жидкости или газа.
B) Обмен теплотой посредством излучения между неравномерно разогретыми слоями жидкости и газа.
C) Переход вещества из жидкого состояния в газообразное.
D Изменение внутренней энергии при теплообмене.

4. Меняется ли масса воды при замерзании?

A) Не меняется.
B) Растет.
C) Уменьшается.
D) Зависит от внешнего давления.

5. Почему железная ручка двери зимой кажется холоднее, чем деревянные части?

A) Металл больше поглощает тепло.
B) Теплопроводность металла больше, чем у дерева.
C) Теплопроводность дерева больше, чем у металла.
D) Железная ручка находится снаружи больше, чем деревянные части.

6. Каким способом передается энергия от Солнца к Земле?

A) Конвекцией.
B) Излучением.
C) Посредством теплопроводности.
D) Способами, приведенными в A и C.

7. В каком случае ноги зимой больше мерзнут, в случае, когда обувь свободная на ногах или тесная?

A) Когда тесная, так как холод на улице через обувь непосредственно переходит в ногу;
B) Когда свободная, потому, что воздух между ногой и обувью не пропускает холод.
C) Когда тесная, так как ноги человека должны согреть обувь.
D) Замерзание ноги не зависит от того, свободная обувь или тесная.

8. Одно ведро угля подняли на 4 этаж дома и сожгли. Во сколько раз больше выделится энергии, если уголь сжечь на первом этаже?

A) В 4 раза. B) В 2 раза.

C) В 3 раза. D) Выделится одинаковое количество теплоты.

9. Почему отопительные батареи устанавливается под окнами?

A) Чтобы дизайн был хорошим.

B) Потому, что масса большая.

C) С целью создания хороших условий для конвекции.

D) Это вошло в моду.

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ БЕСЕДА

В нижеприведенной таблице вы ознакомитесь с кратким содержанием тем, изложенных в главе IV.

Термометр	Прибор для измерения температуры. Бывает ртутный или спиртовый. Основан на изменении высоты столба жидкости в трубке при изменении температуры.
Биметаллическая пластина	Две склепанные вместе металлические пластины, имеющие разную теплопроводность.
Теплопроводность	Передача тепла из более нагретой части тела в менее нагретую. Передача происходит за счет движения частиц, из которых состоит тело. Теплопроводность в металлах в сотни раз больше, чем в пластмассе, кирпиче, стекле, воде. В газах – очень маленькая.
Конвекция	Передача теплоты нагретыми потоками жидкости или газа из одних участков в другие. Скорость конвекции зависит от теплопроводности слоев.
Излучение	Процесс передачи энергии нагретыми телами. Некоторые из них – видимые глазом, другие – невидимые. Излучение уносит с собой энергию. Тела и вещества при поглощении излучения нагреваются.
Шкала температур Цельсия	Одна из единиц измерения температуры. За начало отсчета берут температуру таяния льда. Температура кипения воды при нормальном атмосферном давлении принята за 100°C.

ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЯХ

V
ГЛАВА



В этой главе Вы ознакомитесь со следующими понятиями:

– **электризация тел;**



– **электрический ток, источники тока;**



– **значение электрического тока в быту, простые электрические цепи;**



– **бытовые электрические приборы, экономия электрической энергии.**

ВВЕДЕНИЕ

В повседневной жизни мы постоянно сталкиваемся с явлением под названием «электричество». Что такое электричество, и когда люда узнали о нем?

Без электричества уже невозможно представить нашу повседневную жизнь. Скажите, можно ли прожить без освещения и отопления, без телефона и электродвигателя, без компьютера и телевизора? Электричество настолько глубоко проникло в нашу жизнь, что мы даже не задумываемся, что за «волшебник» помогает нам в выполнении многих работ.

Этот волшебник и есть электрический ток. Открытие электрического тока и связанные с ним новые изобретения в основном приходятся на конец девятнадцатого – начало двадцатого века. Однако люди фиксировали разнообразные явления, связанные с электричеством, еще в пятом веке до нашей эры. Они обратили внимание на то, что кусок янтаря при натирании мехом или шелком притягивал к себе частички пыли и другие легкие тела. А древние греки пользовались этим явлением для очистки от пыли дорогих вещей. Они также наблюдали, что во время расчесывания волос расческами из янтаря, волосинки отталкивались друг от друга и поднимались вверх. Греческое название янтаря – «электрон». Отсюда и происхождение слова «электричество». А тело, притягивающее к себе другие тела после натирания, стали называть наэлектризованным телом. Если наэлектризованным телом прикоснуться к не электризованному телу, оно тоже становиться наэлектризованным.

Сегодня мир невозможно представить без электричества. Что произойдет, если в один день человечество и природа останутся без электричества? Тогда мир погрузится в полную темноту, не смогут работать телевизоры, холодильники, телефоны, плиты. Жизнь остановилась бы полностью, потому что многие жизненные процессы связаны с электричеством. Расщепились бы вещества, так как составляющие их частицы, держатся благодаря электрическому взаимодействию между ними.

ТЕМА 43

ЭЛЕКТРИЗАЦИЯ ТЕЛ

Начнем изучение электричества с простых опытов. Проведем такой эксперимент. На стол разбросаем мелко нарезанные с помощью ножниц кусочки бумаги. Возьмем пластмассовую расческу, хорошо

ее очистим и высушим. Затем расчешем волосы и приблизим расческу к кусочкам бумаги.

Мы сможем увидеть, как кусочки бумаги притягиваются и прилипают к расческе (рис. 83).

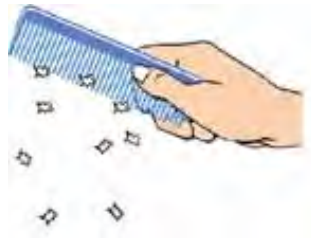


Рис. 83

Такое же явления можно наблюдать при натирании шариковой ручки шерстью и ее приближении к бумажным кусочкам, другим легким предметам и даже к тонкой струе воды (рис. 84).

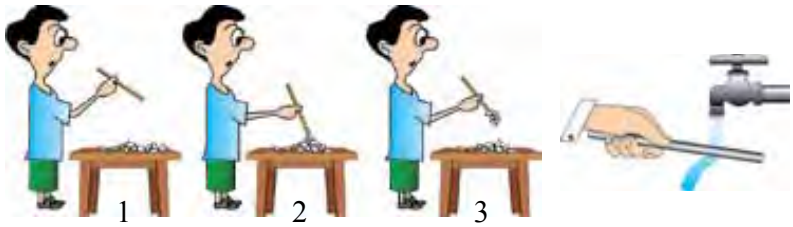


Рис. 84

Отрежем полоску тонкой металлической фольги шириной 2 см и из нее изготовим цилиндр, обернув ее вокруг карандаша. Убрав карандаш, подвесим цилиндр с помощью нитки. Стеклянную палочку потрем шелковой тканью и поднесем к подвешенному цилиндру. Цилиндр сначала притянется к палочке, а после соприкосновения оттолкнется от нее.

К цилиндру, подвешенному на другой нитке, поднесем палочку из янтаря, натертую о мех. Цилиндр притягивается к палочке из янтаря, а после касания от нее отталкивается (рис. 85). Объяснить это можно тем, что цилиндр после прикасания к палочкам тоже становится наэлектризованным.



Рис. 85

Теперь к цилиндрам поднесем палочки, меняя их местами. Можно опять наблюдать притягивание цилиндра к палочкам.

Из опытов сделаем следующие выводы:

1. Наэлектризованные тела притягивают к себе другие не наэлектризованные тела, например, мелкие бумажные кусочки, волосы.

2. Тела, получившие заряд от одинаково наэлектризованных палочек, отталкиваются друг от друга. Тела, получившие заряд от стеклянной и янтарной палочки, притягиваются друг к другу.

Значит, на в стеклянной палочке, потертой о шелк, имеются заряды одного типа, а на янтарной палочке, потертой мехом, имеются заряды другого типа.

По предложению французского ученого Ш. Дьюфе и американского ученого Б. Франклина принято, что заряды первого типа условно называют ***положительными зарядами*** и заряды второго типа условно называют ***отрицательными зарядами***.

Почему неэлектризованные тела притягиваются к электризованным телам?

Физики в начале 20-го века, изучив строение атома, определили, что в середине атома находится положительно заряженное ядро, а вокруг него вращаются отрицательно заряженные электроны (рис. 86).

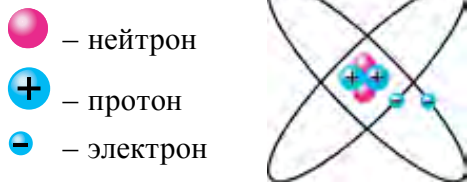


Рис. 86



Рис. 87

Размер атомного ядра примерно в сто тысяч раз меньше, чем размер атома и практически вся масса атома сосредоточена в ядре. В атомном ядре находятся положительно заряженные протоны и не имеющие заряд нейтроны. Масса электронов, которые крутятся вокруг ядра, примерно в две тысячи раз меньше массы ядра. Под действием силы притяжения электроны вращаются на определенном расстоянии от ядра. Количество зарядов протона равно количеству зарядов электрона, поэтому общий заряд атома равен нулю. Если взять два предмета и потереть их друг о друга, некоторые электроны переместятся с одного предмета на другой. Тело, получившее электрон, заряжается отрицательным зарядом, а тело, отдавшее свой электрон, получает положительный заряд.

Таким образом, тело, имеющее лишний электрон, является отрицательно заряженным, а тело, у которого не хватает электрона, является положительно заряженным.

Значит, электрические заряды переносятся с одного тела на другое заряженными частицами.

Если положительно заряженную палочку поднести к не заряженной металлической гильзе, то металлическая гильза будет притягиваться к палочке (рис. 87). В чем причина этого явления?

Дело в том, что свободные электроны гильзы притягиваются положительным зарядом палочки и собираются на одной стороне гильзы. На противоположной стороне остаются положительные заряды. Из-за более близкого расположения отрицательных зарядов по сравнению с положительными, сила притягивания будет больше, чем сила отталкивания.



1. Почему при трении тела наэлектризовываются?
2. Вредно или полезно явление электризации?
3. Какие явления, относящиеся к электризации, Вы наблюдали в природе?

ТЕМА 44

ПОНЯТИЕ ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ТОКЕ. ИСТОЧНИКИ ТОКА

Наэлектризованность тел можно определить с помощью прибора, который называется **электрометр** (рис. 88). На верхней части электрометра устанавливается металлический шар, к которому прикреплен металлический стержень. На второй конец металлического стержня установлена стрелка, которая может крутиться. Если прикоснуться заряженной палочкой к металлическому шару, заряды переходят от палочки к шару, от него к металлическому стержню и стрелке. Из-за электризации одноименными зарядами стержень и стрелка отталкиваются друг от друга, и стрелка отклоняется на определенный угол.

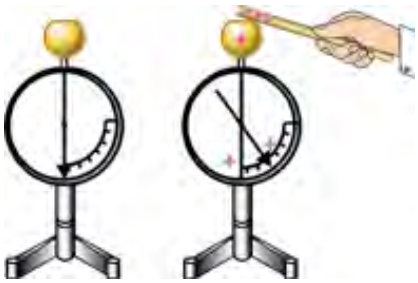


Рис. 88

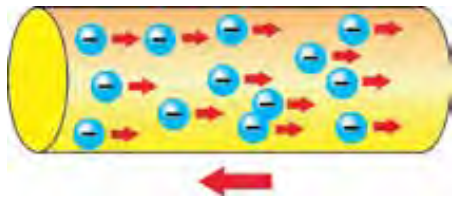


Рис. 89

Проведем такой опыт. Возьмем два электрометра и один из них зарядим. Затем их шары соединим друг с другом с помощью металлической линейки. Тогда можно наблюдать, что стрелка второго электрометра тоже отклонилась. Значит, через металлическую линейку с 1-го электрометра на 2-электрометр переходят заряды. Опыт повторяем с заменой металлической линейки на пластмассовую. Стрелка 2-го электрометра остается на своем месте. Значит, через пластмассовую линейку движение зарядов не происходит.

Из результатов опыта можно сделать следующий вывод.

По способности проведения электричества вещества делятся на **проводники** и вещества, **не проводящие электричество.** Все металлы, водные растворы солей и кислот относятся к проводникам. Вещества и тела, не проводящие электричество, называют **диэлектриками**. К диэлектрическим веществам относятся фарфор, резина, пластмасса, воздух, чистая дистиллированная вода. Тела, изготовленные из диэлектрических веществ, называются **изоляторами.**

Упорядоченное движение электрических зарядов в одну сторону называется **электрическим током.**

Чтобы заряженные частицы могли двигаться в одну сторону, они должны иметь возможность свободно перемещаться. Электроны, расположенные на внешней оболочке атомов, под воздействием соседних атомов переходят в межатомное пространство и превращаются в **свободные электроны** (рис. 89).

Поэтому первое условие возникновения электрического тока – это наличие свободных электронов в веществе.

В качестве направления электрического тока исторически принято направление движения положительно заряженных частиц (рис. 89).

Для того чтобы свободные электроны двигались в одном направлении, необходима сила, способствующая этому движению. Такая сила создается с помощью источников тока.

До конца XVIII-го века ученые получали «электричество» в основном путем трения. К концу XVIII-го века произошли большие перемены в области изучения электрических явлений. Итальянский ученый А. Вольта определил, что если между пластинами из меди и цинка помещают материал, обработанный кислотой, медная пластина заряжается положительным зарядом, цинковая пластина заряжается отрицательным зарядом. При соединении этих пластинок проводником, через последний наблюдается прохождение электрического тока.

Таким образом был изобретен первый **источник тока.**

Для того, чтобы увеличить силу источника тока, между круглыми медными и цинковыми пластинками помещали ткань, обработанную кислотой, и собирали их в виде столбиков. Этот источник получил название «столбик Вольта» и сыграл большую роль при изучении электрических и магнитных явлений (рис. 90).

Выделение зарядов в столбике Вольта происходит в результате химических реакций (подробно будут изучены в старших классах). Источники тока, основанные на химические реакциях, называют **гальваническими элементами.** Одноразовые гальванические элементы широко применяются в повседневной жизни. Гальванические элементы, которые после использования выбрасывают, называют батарейками (рис. 91), а используемые после перезарядки называют аккумуляторами (рис. 92).



Рис. 90



Рис. 91



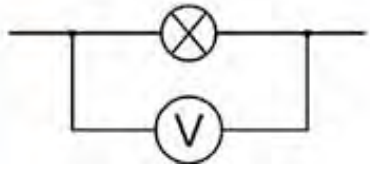
Рис. 92

Источники тока характеризуются параметром, называемым **электрическим напряжением.**

Электрическое напряжение измеряется с помощью специального прибора **вольтметра.** Его внешний вид и схема соединения показаны на рис. 93. С источником питания вольтметр соединяется параллельно. В качестве единицы измерения электрического напряжения принят 1 вольт (1 В).



а)



б)

Рис. 93



Рис. 94

Устройство, которое вырабатывает электрический ток больших мощностей, называют **генератором электрического тока** (рис. 94).



1. Расскажите, при каких условиях появляется электрический ток?

2. Чем обусловлено выделение зарядов в столбике Вольта?

3.Приведите примеры батареек и аккумуляторов, используемых в повседневной жизни?



Практическое задание

Изготовьте батарейку в виде столбика Вольта из нескольких металлических монет белого и красного цвета и бумаги, обработанной соленой водой.



1. Напряжение, созданное одним гальваническим элементом, обычно составляет около 1–2 В, а напряжение между облаками во время грозы равняется 100 миллионам вольт.

2. Генераторы большой мощности вырабатывают электрическую энергию с напряжением, равным 15–20 кВ, их коэффициент полезного действия достигает 97–98 %.

ТЕМА 45

РОЛЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА В БЫТУ. ПРОСТЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ

Трудно представить нашу жизнь без электрического тока, который облегчает наш быт. Утром мы встаем и включаем электрические лампочки, кипятим воду в электрическом чайнике, греем завтрак в микроволновой электрической печке. После завтрака спускаемся на лифте вниз. Едем на работу или учебу в метро. По дороге разговариваем по сотовому телефону. В освещенных электричеством комнатах учим уроки. Во всех случаях электричество служит нам помощником. Как и все используемые нами в повседневной жизни вещи, электроприборы, наряду с положительными сторонами, также имеют и отрицательные стороны если не обращаться с ними с осторожностью. Электрический ток, проходящий по проводам, мы не видим, он не имеет запаха и цвета. Наличие электрического тока можно определить только с помощью измерительных приборов.

Последствия от воздействия электрического тока впервые были зафиксированы в 1862 г. Тогда, прикоснувшись к оголенным проводам, проводящим ток, погиб человек. Поэтому, чтобы пользоваться током, нужно научиться правильно подсоединять приборы к источнику тока.

Изучение начнем с построения простых электрических цепей. Для этого требуется источник тока, электрическая лампочка и включатель. Затем в тетради нужно нарисовать схему соединения их друг с другом. На схеме источник тока, лампочка и другие приборы отмечаются с условными знаками (рис. 95).

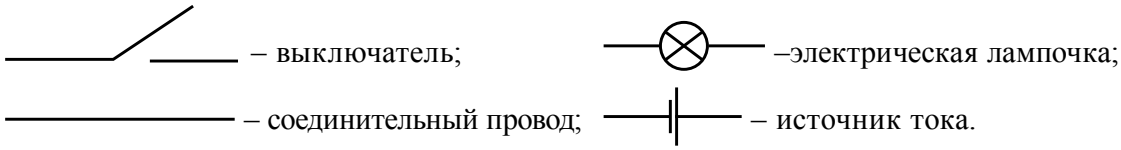


Рис. 95

Эта схема называется **электрической цепью** (рис. 96).



а) *б)*

Рис. 96

На рисунке 96-*а* приводится электрическая схема, состоящая из источника тока, электрической лампочки и включателя. На рисунке 96-*б* показан их натуральный вид. Напоминаем, что все электрические соединения выполняются при открытом положении включателя. При переводе включателя в закрытое положение через проводник проходит ток и зажигается лампочка.

Таким образом, для того, чтобы в цепи существовал электрический ток, должны быть выполнены два условия:

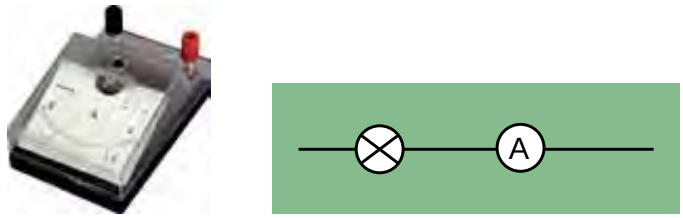


должен быть источник тока;
цепь должна быть закрытой.

Силу электрического тока, проходящего по цепи, измеряют с помощью специального прибора – **амперметра.** Его внешний вид и

схема соединения приводится на рис. 97. Амперметр присоединяется к цепи последовательно.

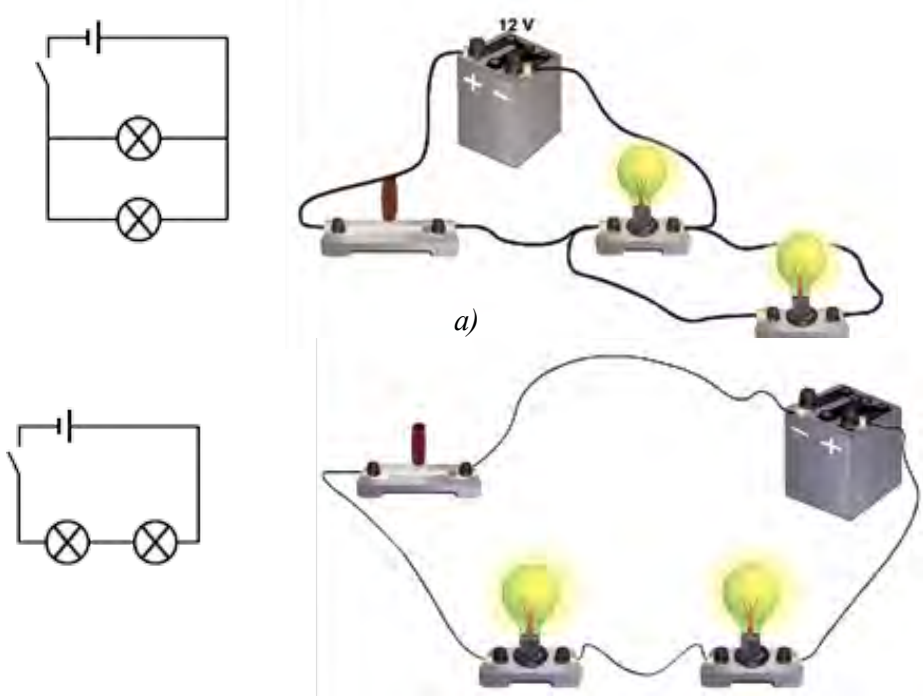
В качестве единицы измерения силы тока принят один **ампер** (1А).



а) *б)*

Рис. 97

Обычно к источнику тока, могут подключаться несколько потребителей. Их подключение к электрической цепи может быть параллельным (рис. 98-*а*) или последовательным (рис. 98-*б*).



а)

б)

Рис. 98

1. *Как рисуется электрическая цепь?*
2. *Скольким мВ равняется 10 В?*
3. *Какую величину измеряет вольтметр?*

1. Возьмите батарейки калькулятора, карманного фонарика, игрушечного пистолета, управляемой машины или других приборов и запишите в тетрадь, сколько вольт напряжения они дают.

2. Соедините батарейку и две лампочки проводником сначала последовательно, затем параллельно. В обоих случаях обратите внимание на то, как горят лампочки. Постарайтесь объяснить причину.

ТЕМА 46

ДОМАШНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ. ЭКОНОМИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Как было упомянуто выше, нашу повседневную жизнь трудно представить без электричества. Некоторые из электрических приборов, используемые нами дома, показаны на рис. 99.



Рис. 99.

На этом рисунке изображены электрическая плита, пылесос, стиральная машина, микроволновая печь и электрический утюг. Все эти приборы работают, получая энергию от электрической цепи, входящей в дом. Напряжение электрической цепи, входящей в дом, равно 220 В, что является относительно высоким напряжением и считается опасным для жизни. Напряжение выше 36 В считается опасным для жизни, поэтому не подключайте приборы к источнику тока без разрешения взрослых.

За пользование электричеством платят деньги. Количество этих денег зависит от расхода электрической энергии. Подробнее с понятием «энергия» Вы познакомитесь в последующих темах учебника. Израсходованная электрическая энергия дома определяется счетчиком (рис. 100).

Цифры счетчика показывают количество израсходованной энергии. Существуют и другие виды электрических счетчиков. Учитывая, что израсходованную электрическую энергию нужно оплачивать, следует экономить электроэнергию. Дома, когда нет необходимости, нужно выключать лампочки, если занимаешься в соседней комнате,

не нужно громко включать звук телевизора. Долговременные игры на компьютере, наряду с большим расходом электроэнергии, еще и вредны для здоровья.

Один из эффективных путей экономии электрической энергии это замена ламп накаливания на энергосберегающие электрические лампы (рис. 101).

Такие лампочки дают возможность в несколько раз сократить количество потребляемой электроэнергии.



Рис. 100





Рис. 101

1. Какие электроприборы вы используете дома? Перечислите их и расскажите для чего они нужны.

Посмотрите, как работает электрический счетчик, когда один из приборов подсоединен к электрической цепи. Выясните, какой из приборов расходует больше электроэнергии. Побеседуйте с родителями об экономии электрической энергии. Предложения запишите в тетрадь.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ V

1. Закончите предложение правильным ответом. Наэлектризованные тела…

A) ....греются.
B) ....охлаждаются.
C) .....приходят в движение.
D).....притягиваются друг к другу.

2. Закончите предложение правильным ответом. Электрические заряды бывают...

A) ...положительные...
B) ....отрицательные...
C) ...положительные и отрицательные...
D) ...разные...

3. На каком рисунке изображены отталкивающиеся друг от друга заряды?



1 2 3 4

A) 1 и 3. B) 1 и 4. C) 2 и 4. D) 2 и 3.

4. Закончите предложение правильным ответом. Электрометр – это прибор для...

A) ...изучения электрических явлений.
B) ...определения электрических зарядов.
C) ...электризации тел.
D) ...определения взаимодействия электрических зарядов.

5. Какие вещества называются проводниками?

A) Вещества, которые приняли электрических заряды.
B) Легко электризуемые вещества.
C) Вещества, которые через себя пропускают положительные заряды.
D) Вещества, которые могут через себя пропускать электрические заряды.

6. Из каких частиц состоит атомное ядро?

A) Протонов и электронов. B) Нейтронов и протонов.
C) Нейтронов и электронов.
D) Электронов, протонов, нейтронов.

7. Какие заряды имеют протон, нейтрон и электрон?

A) Протон положительный, нейтрон и электрон отрицательные.
B) Протон отрицательный, нейтрон и электрон положительные.
C) Протон положительный, электрон отрицательный, нейтрон без заряда.
D) Протон отрицательный, электрон положительный, нейтрон без заряда.

8. За счет каких частиц через металл проходит электрический ток?

A) Электронов. B) Протонов.
C) Свободных атомов. D) Свободных электронов.

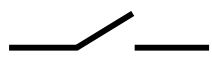
9. Заполните предложение правильным ответом. …. называется электрическим током.

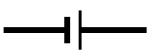
A) Движение заряженных частиц...
B) Упорядоченное движение частиц...
C) Упорядоченное движение заряженных частиц...
D) Упорядоченное движение электронов...

10. Что понимается под термином «схема электрической цепи»?

A) Условные знаки различных электрических приборов.
B) Изображение условных знаков вместо изображения электрических приборов.
C) Схема соединения электрических приборов.
D) Схема взаимного соединения приборов с помощью условных знаков.

11. Какой знак обозначает гальванический элемент?

A)  B) 

C)  D)

12. С помощью какого прибора измеряется сила тока?

A) Вольтметр. B) Амперметр.
C) Гальванометр. D) Электрометр.

13. С помощью какого из нижеприведенных приборов можно нагревать воду?

A) Электрический утюг. B) Электрическая лампочка.
C) Микроволновая печь D) Вентилятор.

14. Укажите условия существования тока.

A) Наличие источника тока и потребителей в электрической цепи.
B) Наличие потребителя, включателя и источника тока в цепи.
C) Замкнутость источника тока и цепи.
D) Наличие в цепи потребителя, включателя.

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ БЕСЕДА

В нижеприведенной таблице вы ознакомитесь с кратким содержанием тем, изложенных в главе V.

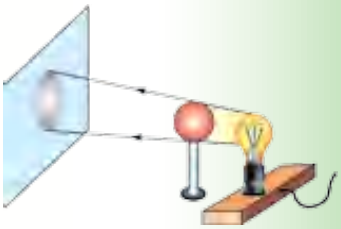
Электризация тел	Переход свободних электронов, образованных за счет трения, с одного тела на другое при их сближении.
Положительно заряженное тело	Тело, которое отдало свои электроны.
Отрицательно заряженное тело	Тело, которое приобрело электроны.
Протон	Частица атомного ядра с положительным зарядом.
Нейтрон	Частица атомного ядра без заряда.
Электрон	Частица с отрицательным зарядом, вращающаяся вокруг ядра.
Батарея	Одноразовый гальванический элемент.
Аккумулятор	Многоразовый гальванический элемент.
Вольтметр	Прибор для измерения электрического напряжения.
Амперметр	Прибор для измерения силы тока, проходящего через цепь.
Электрическая цепь	Цепь, состоящая из источника тока, соединяющего провода, потребителя тока и включателя.
Схема электрической цепи	Схема взаимного соединения приборов с помощью условных знаков.

ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СВЕТОВЫХ ЯВЛЕНИЯХ

VI
ГЛАВА

В этой главе Вы ознакомитесь с понятиями:

- **источники света;**
- **закон распространения света;**
- **солнечные и лунные затмения;**
- **взгляды Беруни и Авиценны на световые явления;**
- **сведения о зеркалах и линзах;**
- **образование радуги и разложение белого света призмой;**
- **ознакомление с лабораторными работами по оптике.**









ВВОДНАЯ БЕСЕДА

Как было сказано ранее, Солнце является не только основным источником энергии на Земле, но и основным побудителем органической жизни. Для роста растений, деревьев обязательно необходим свет. Что мы понимаем под словом «свет»? Как формируется зрение? Почему свет легко проходит через толстое стекло, но не проходит через тонкую бумагу? С какой скоростью он распространяется? На эти и подобные вопросы человечество старалось найти ответ с доисторических времен. Но свои секреты свет хранил дольше других явлений. Наши сведения об окружающем мире, полученные с помощью зрения, намного больше сведений, полученных с помощью других органов чувств.

Древние греки думали, что из глаз человека выходят какие-то лучи, они падают на предметы, и тогда что-то можно увидеть. Разве в таком случае глаз не должен видеть одинаково днем и ночью? Как вы думаете? Впоследствии английский ученый И. Ньютон предложил рассматривать свет как поток частиц. Этот поток называется **лучом света.** Луч света выходит из какого-то источника, например, Солнца и падает на предметы. Отразившись от них, он попадает нам в глаза и поэтому мы видим предметы, так объяснял Ньютон. Это предположение объясняет многие процессы, связанные со светом, но далеко не все. Например, от Солнца может произойти возгорание, под действием света происходит обесцвечивание материалов и т.д. В процессе изучения подобных явлений ученые создали новые теории о природе света.

ТЕМА 47

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ИСКУССТВЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ СВЕТА

Тела, излучающие свет, называются *источниками света*. Например, Солнце, звезды, электрическая лампочка, горящая свеча, пламя костра и т.д. Некоторые тела или предметы, такие как Луна или зеркала, сами не являются источниками света, но светят отраженным светом.

Некоторые насекомые и рыбы тоже излучают свет. Источники света условно можно поделить на два вида: естественные источники света и искусственные источники света (рис. 102).

Солнце, звезды, молния, полярное сияние, золотой жук, некоторые виды рыб, перегной являются **естественными источниками света**. Источники света, созданные людьми, называются **искусственными источниками света.** К ним относятся электрическая лампочка, пламя костра, керосиновая лампа, экран телевизора, электрическая и газовая сварка, горящий природный газ и т.д.

Луч, выходящий из источника света, имеет различную окраску. Основной причиной излучения света каким-либо телом является нагревание. В зависимости от того, какова температура тела – высокая или низкая, меняется и цвет излучения. Например, если через электрическую лампочку не проходит определенный ток, она тускнеет и не очень хорошо освещает комнату.

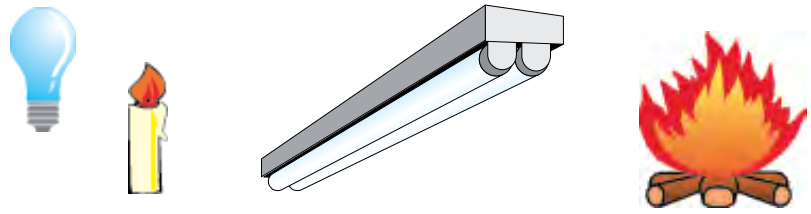
Естественные источники света	
Искуственные источники света	
Приемники света	

Рис. 102

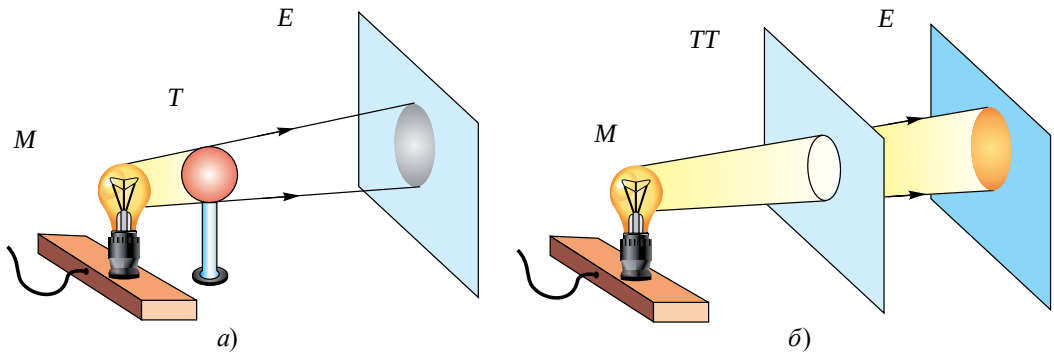
Тела, реагирующие на свет, *называются приемниками света*. Человеческий глаз выполняет эту функцию. Сюда же относятся фотопленки, фотоаппараты, видеокамеры, солнечные батареи, пульты управления телевизором и видеомагнитофоном. Под действием солнечных лучей в растениях протекают сложные процессы и выделяется необходимый для жизни на Земле кислород, образуются белки и масла.

1. *Какие еще источники света вы знаете?*
2. *Существуют ли тела, излучающие свет в холодном состоянии?*
3. *Какие еще устройства, работающие от воздействия света, вы знаете?*

ТЕМА 48

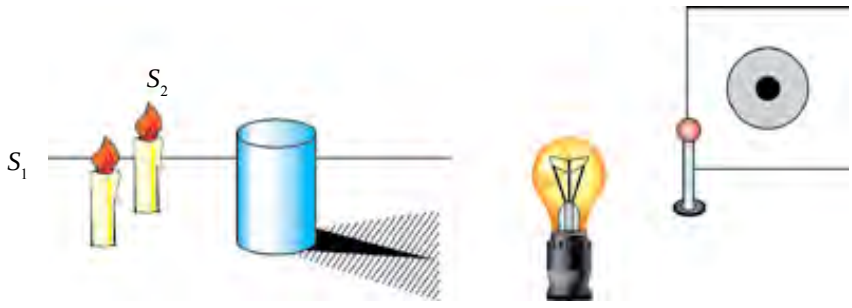
ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ СВЕТА. ТЕНЬ И ПОЛУТЕНЬ

Для того чтобы изучить распространение света, проведем следующий опыт. Между источником света *M* и экраном *E* поместим препятствие *T* (рис. 103 *а*). На экране появится тень диска. Если между источником света *M* и экраном поместить препятствие с щелью *TT*, на экране увидим световое пятно, соответствующее щели (рис. 103, *б*). Если мысленно провести две прямые линии через точки на границе тени и на поверхности препятствия, а затем продолжить их далее, то окажется, что точкой пересечения этих линий является источник света. То же произойдет, если провести линии через световое пятно и



а) *б*)

Рис. 103



а) *б*)

Рис. 104

границы щели на экране. Отсюда мы приходим к выводу, что свет распространяется прямолинейно. Поэтому свет еще называют **лучом**. В математике при проведении линии часто употребляют выражение «проведем луч». На рис. 103 показана тень, образовавшаяся за предметом. Центральная часть тени – темная, на краях – полутемная.

Темную часть называют **тенью**, а полутемную часть называют **полутенью**. На рис. 104, *а* показано, как на предмет падает свет от двух источников S_1 и S_2. На тень за предметом ни от какого источника свет не падает. В полутень падает свет от одного из источников. В область за полутенью свет падает от обоих источников. Если погасить одну из свечей, то за предметом будет только тень.

Попробуйте дать объяснение картине, наблюдаемой на рис. 104, *б*. В нем размеры шара намного меньше размера электрической лампочки.

Практическое задание

Заполните глубокий таз водой. Взяв карандаш и держа его над тазом, проследите за его тенью под водой. Затем окуните половину карандаша в воду и снова проследите за его тенью. Обратите внимание на то, что тень делится на две части, и расстояние между тенями большое и светлое. Подумайте о причине этого.

1. *Почему в облачный день не образуются тени от предметов?*
2. *Если на стену спроектировать тень какого-либо предмета, от чего будет зависеть размер тени?*
3. *Какие еще явления подтверждают прямолинейное распространение света?*

ТЕМА 49

СОЛНЕЧНЫЕ И ЛУННЫЕ ЗАТМЕНИЯ

В природе образование тени и полутени в крупном масштабе можно наблюдать при солнечном и лунном затмениях. Известно, что вокруг Солнца вращаются, кроме других планет, Земля со своим естественным спутником Луной. Земля делает один оборот вокруг Солнца за 365,26 суток. Луна же делает один оборот вокруг Земли за 29,5 суток. В процессе их движения в какой-то момент, если между Землей и Солнцем окажется Луна, она закрывает лучи, идущие от Солнца. Тогда происходит затмение Солнца (рис. 105).

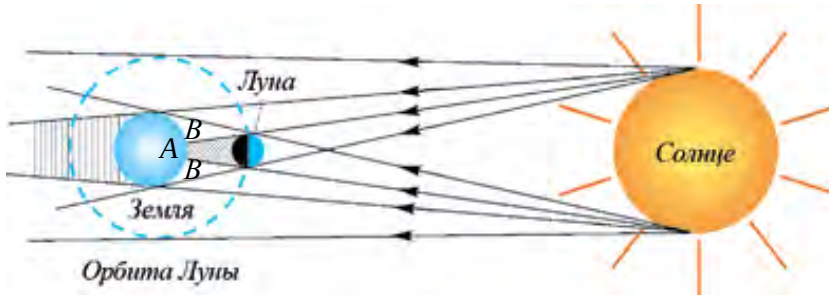


Рис. 105

Солнечные лучи, падающие на область *A* на Земле, полностью перекрываются Луной, и там будет темно. В этом месте наблюдается полное затмение Солнца. В области *B* на Земле будет полутень. Здесь наблюдается частичное затмение Солнца. В местах полного затмения Солнца на Земле наступает полная темнота, и на небе видны звезды. Эта область Земли не нагревается, за счет чего поднимается ветер. От этого начинают выть собаки, очень беспокоятся домашние животные. В прошлом и люди боялись затмений.

Если между Луной и Солнцем оказывается Земля, то наступает затмение Луны (рис. 106). Луна не излучает свет. Она просто отражает падающие на нее солнечные лучи. Когда Земля закрывает падающие на Луну лучи Солнца, тень Земли падает на Луну. Если бы у Земли не было атмосферы, то во время затмения Луны она была бы не видна. Солнечные лучи преломляются в атмосфере Земли, и поэтому при затмении Луны она окрашивается в красноватый цвет.

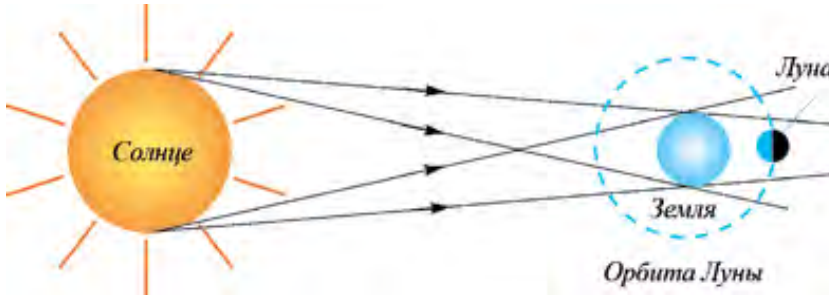


Рис. 106

В старину не знали причину затмения Луны, поэтому во время затмения людей охватывал сильный страх. Чтобы объяснить причину происходящего, они придумывали разные небылицы. В настоящее время предсказывают затмения Солнца и Луны с пояснением где,

когда и как они будут наблюдаться. При изучении этих явлений ученые наблюдают и солнечную корону, которая в другое время не видна.

За счет вращения Земли вокруг своей оси происходит смена ночи и дня. Луна также вращается вокруг своей оси. Мы видим светлую сторону Луны, а неосвещенную сторону не видим. Не путайте это с лунным затмением.



Практическое задание

Возьмите 100 или 50 сумовую монету и через нее посмотрите на Солнце. Если держать монету близко к глазу, Солнце полностью закрывается ею. Если медленно удалять монету от глаза, то закрытым окажется центр Солнца, и оно будет видно в виде кольца. При проведении опыта на глаза наденьте темные очки.



1. *Можно ли, стоя на Луне, наблюдать затмение Земли?*
2. *Какое событие наблюдается чаще в течение года: затмение Луны или затмение Солнца?*
3. *Наблюдается ли частичное затмение Луны?*



• Между Землей и Солнцем двигаются две планеты. Они называются Меркурий и Венера. Когда они оказываются между Землей и Солнцем, происходит ли солнечное затмение? Из-за того, что расстояние между Землей и этими планетами очень большое, тень от них будет очень маленькой. При этом в телескоп на солнечном диске можно видеть перемещение темного пятна

• За 2000 лет до н.э. в древнем Вавилоне знали, что затмения повторяются с определенной периодичностью. Этот период называется *саросом* (по-арабски – повторение), и он равен $6585\frac{1}{3}$ суткам, т.е. 18 годам 11,3 суткам. За этот период наблюдаются 43 затмения Солнца и 28 затмений Луны.

СКОРОСТЬ СВЕТА. ОТРАЖЕНИЕ И ПРЕЛОМЛЕНИЕ СВЕТА

Аристотель считал, что луч света распространяется мгновенно. Галилей пытался определить скорость света. Два человека находились друг от друга на расстоянии нескольких километров, и один из них держал в руке фонарь. Закрывая фонарь на некоторое время, один из наблюдателей засекал время. Второй наблюдатель засекал время, в течение которого он видел луч. Но эксперимент закончился неудачей. Впервые скорость света удалось измерить датскому астроному *Олафу Ремеру* в 1676 году. После него многие ученые измеряли скорость света разными методами. Скорость света – очень большая, в вакууме она равна $v = 300\,000$ км/с.

В природе никакое тело или частица не двигается с такой скоростью. При переходе из одной среды в другую скорость света изменяется. Например, если в воде скорость света равна 225000 км/с, то в стекле она равна 200 000 км/с. Свет от Солнца, двигающийся с такой большой скоростью, достигает Земли за 8,3 минуты.

Отражение света. Вспомните, что делает обезьяна или другое животное, если оно первый раз оказывается перед зеркалом. Животное пытается схватить находящееся в зеркале свое отражение. Идущие на водопой животные или первобытные люди, увидев свое отражение в чистой воде, также испытывали странные ощущения.

Луч света отражается от различных веществ – зеркала, поверхности воды, оконного стекла, полированной поверхности металла и других предметов. Когда свет попадает из воздуха в воду, часть его отражается, а часть проникает в воду. Для изучения явления отражения пользуются следующим устройством (рис. 107). В центре оптического диска установим зеркало и направим на зеркало луч «световой указки» (лазер). Мы видим, как луч отражается от зеркала. Если изменить угол падения луча, то угол отражения тоже изменится соответственно падающему лучу.

Угол между перпендикуляром, восстановленным в точке падения, и падающим лучом называется **углом падения** (α). Угол между перпендикуляром, востановленным в точке падения, и отраженным лучом называется **углом отражения** (γ). Опыты показывают, что **угол отражения всегда равен углу падения**. Это называется **законом отражения света**

$$\alpha = \gamma.$$

Если бы поверхность предмета была абсолютно гладкой, луч отразился бы от нее только в одну сторону, и мы увидели бы луч только с этой стороны. На самом деле на поверхности предмета имеются неровности, и поэтому луч света от такой поверхности рассеивается. От рассеянного света глаза не устают. Поэтому для освещения комнаты применяются осветители с рассеянным излучением

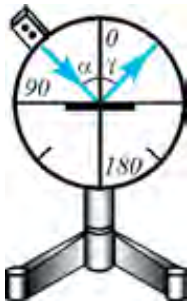


Рис. 107

Преломление света. Для изучения преломления света на оптический диск вместо плоского зеркала устанавливаем стекло в форме полукруга (рис. 108). Если на стекло «световой указкой» направить луч света, то увидим, что часть света *1* отразилась, а часть света *2* преломляется и проникает в стекло. **Угол между перпендикуляром, восстановленным в точке падения, и преломленным лучом называется углом преломления** β. Опыты показывают, что угол преломления меньше угла падения. Значит, при прохождении из одной среды в другую свет меняет свое направление. Вследствие преломления наблюдается кажущееся изменение формы предметов, их расположения и размеров, например, трубочка в стакане с водой кажется поломанной, если посмотреть на воду в пруде, он кажется неглубоким (рис. 109). Причина преломления света при переходе из одной среды в другую заключается в изменении скорости света. При переходе света из стекла в воздух или из воды в воздух угол преломления будет больше угла падения. Поэтому для обитателей воды внешний мир будет видеться совершенно другим.

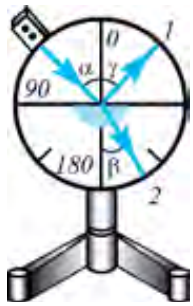
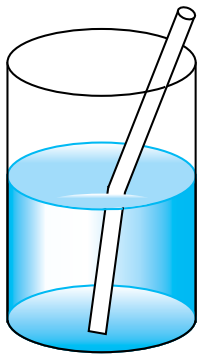


Рис. 108


Рис. 109

Практическое задание

Поставьте на стол пиалу и положите в нее монету. Отойдите от стола так, чтобы не было видно монеты. Затем попросите товарища налить в пиалу воду. Когда пиала наполнится водой, вы вновь увидите монету. Объясните причину.

1. *Почему, если намочить бумагу, то будут видны буквы на обратной стороне?*
2. *Мальчик, сидящий на берегу озера, видит в воде отражение Солнца. Если мальчик встанет, в какую сторону сместится отражение Солнца?*
3. *Будут ли одинаково выглядеть камни, водоросли и др. предметы, если смотреть на них находясь под водой и над водой?*

ТЕМА 51

ВЗГЛЯДЫ БЕРУНИ И АВИЦЕННЫ НА СВЕТОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Световые явления также привлекали внимание мыслителей Беруни и Авиценны. Ранее мы говорили, что основным источником энергии (тепла) на Земле является Солнце. Об этом Беруни в своей книге «Памятники минувших поколений» пишет так:



Ибн Сино (Авиценна)

«Некоторые утверждают, что причина тепла в лучах Солнца – это лучи, а некоторые утверждают, что это отражение луча – изменение угла. Это не так, наоборот, в самих лучах существует тепло». Беруни доказывает, что на Землю тепло от Солнца приходит за счет излучения. О скорости света он пишет следующее: «Некоторые говорят, что она вне времени, так как это не вещество, некоторые говорят, его время быстрое, но быстрее его ничего нет, и скорость света нельзя почувствовать». Ученый утверждает, что ни одно тело или частица в природе не может двигаться быстрее света. Беруни так объясняет причины затмений Солнца и Луны: «Причина затмения Луны в том, что Луна оказывается в тени Земли. Затмение Солнца происходит из-за того, что Луна оказывается между Солнцем и Землей. Поэтому затмение Луны не начинается с запада, а затмение Солнца – с востока. При затмении Солнца Луна приходит с запада и, как

облачко, закрывает Солнце. Уровень затмения в разных местах (городах) бывает различным. Но размер Луны, закрывающей Солнце, – маленький, а размер Земли, закрывающей Луну, – большой». Подумайте, насколько правильны были эти выводы Беруни. В переписке между Беруни и Авиценной по вопросу о преломлении света Беруни спрашивает: «Если круглый, прозрачный стеклянный сосуд наполнить чистой водой, он обжигает, выполняя роль линзы. Если вылить воду и наполнить воздухом, то не обжигает и не собирает лучи Солнца. Почему так происходит?» Авиценна отвечает: «Конечно, вода – плотное, тяжелое, прозрачное вещество, в ее основе лежит цвет. От всех тел с такими свойствами свет отражается (преломляется). Поэтому от круглого, заполненного водой сосуда свет отражается. У собираемых лучей мощность увеличивается. Но в воздухе луч не сильно преломляется, так как воздух – неплотный и прозрачный». Насколько правильны эти выводы мы узнаем, когда будем говорить о линзе.

О зрении и о причинах зрения Беруни задал Авиценне такой вопрос: «Лучом зрения познавать – видеть то, что находится под водой, а ведь яркость луча зрения отражается (преломляется) от прозрачных предметов? Ведь поверхность воды гладкая и блестящая».

Впоследствии Авиценна в своих трудах «Физика» и «Канон медицины» уточняет: «Если глаза излучают свет, освещают предметы и, как результат, мы видим предметы, то почему мы не видим ночью? Неужели света, излучаемого глазами, достаточно, чтобы освещать весь мир?». Говоря так, он опровергает выводы Платона. Авиценна, наоборот, объясняет, что основная причина зрения – это результат того, что лучи, идущие от предметов, попадают в глаз, преломляются в хрусталике, а затем создают изображение на сетчатке.

Авиценна правильно объясняет появление радуги на небе после дождя расщеплением солнечных лучей на цветные лучи при прохождении их через облака в атмосфере. Радуга имеет вид дуги, так как атмосфера Земли шарообразная.

Таким образом, мыслители Востока объясняли световые явления, опираясь не на различные легенды, а на свои научные наблюдения.



Практическое задание

Возьмите шарообразную колбу, наполните водой и понаблюдайте ее способность собирать солнечные лучи.

1. *Как видит человек?*
2. *Подумайте, насколько верны были представления Беруни и Авиценны о световых явлениях.*

•В Центральной Америке есть рыба Анаблинс. Она обладает способностью видеть одинаково в воде и на суше, так как, когда она плавает в воде, то половина ее больших глаз находится под водой, а другая половина – над водой.

ТЕМА 52

ПЛОСКОЕ ЗЕРКАЛО

Нет человека, который не смотрел бы в зеркало. Что мы видим, когда смотрим в зеркало? В зеркале мы видим собственное отражение и окружающие нас предметы. Изображение предмета в плоском зеркале равно по размеру самому предмету. Если мы приближаемся к зеркалу, изображение тоже приближается, если удаляемся, изображение тоже удаляется. Значит, изображение получается не на поверхности зеркала, а за зеркалом. В чем причина этого? Стеклянная пластина, покрытая с одной стороны серебром, называется **зеркалом**.

Свет, отраженный от предметов и вещей, падает на зеркало и отражается от серебряного покрытия. Используя закон отражения, рассмотрим построение изображения в плоском зеркале (рис. 110). Для построения изображения направим два луча от предмета к зеркалу. Эти лучи в соответствии с законом отражения отразятся от поверхности зеркала. Если продолжить отраженные лучи в противоположном направлении, изображение предмета будет за зеркалом.

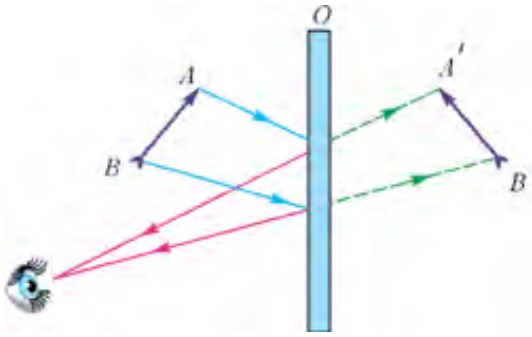


Рис. 110

Если теперь измерить расстояние от изображения до зеркала и от зеркала до предмета, то они будут равны.

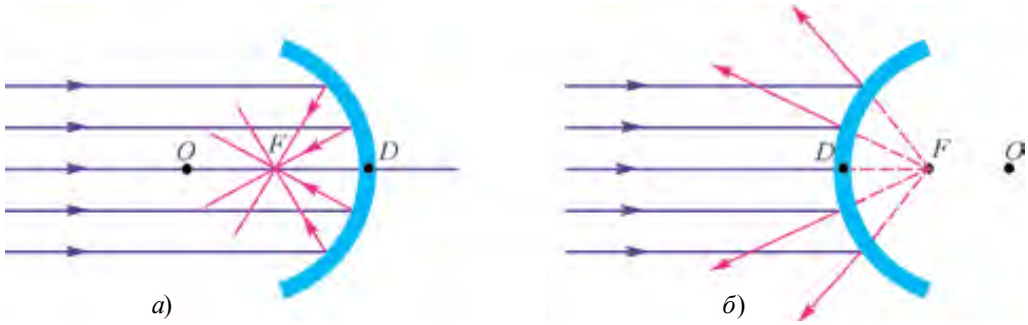
Если к своему изображению в зеркале мы протянем правую руку, изображение протянет нам левую руку. Значит, в плоском зеркале левая сторона меняется с правой. Предмет в зеркале не излучает.

Поэтому изображение называется **мнимым.** Таким образом, **изображение предмета в плоском зеркале мнимое, прямое, равно по размеру предмету: на каком расстоянии предмет находится от зеркала, на таком же расстоянии будет он за зеркалом, а левая сторона поменяется с правой.**

***Сферические зеркала.** Сферическое зеркало представляет собой часть шарового сегмента. Оно бывает двух видов: вогнутое и выпуклое. У вогнутых зеркал луч отражается от внутренней поверхности сферы, у выпуклых – от внешней поверхности сферы.

Если направить лучи Солнца в вогнутое зеркало, они собираются в одной точке (рис. 111, *а*). Эта точка располагается на главной оптической оси вогнутого зеркала и называется **фокусом**. Расстояние от центра зеркала до точки *F* называется **фокусным расстоянием**.

Солнечные лучи, падающие на выпуклое зеркало, рассеиваются (рис. 111, *б*). Если мысленно продолжить рассеянные лучи, они пересекутся в точке *F.* Она называется мнимым фокусом. *OD* – радиус кривизны зеркала, *OF* – **фокусное расстояние** зеркала. $OF = \frac{OD}{2}$.



а) *б*)

Рис. 111

$$F = \frac{R}{2}.$$

Если источник света расположить в фокусе вогнутой линзы, то отраженные от зеркала лучи будут параллельны главной оптической оси зеркала. Для построения изображения в зеркалах достаточно выбрать два луча, выходящих из предмета. На рис. 112 приведен пример построения изображения горящей свечи.

На рис. 112 предмет расположен за двойным фокусом 2*F* от зеркала. Направим луч *1* параллельно главной оптической оси, луч *2* направим на главный фокус *F.* Эти лучи отразятся от зеркала, и в точке их пересечения будет изображение свечи. Изображение будет обратное, уменьшенное и действительное. Если предмет расположен

между **двойным фокусом** $2F$ и фокусом F (рис. 113), изображение и в этом случае построим с помощью лучей *1* и *2*. Изображение будет обратное, увеличенное и действительное. Если предмет расположится на двойном фокусном расстоянии $2F$ от зеркала, изображение совпадет с предметом.

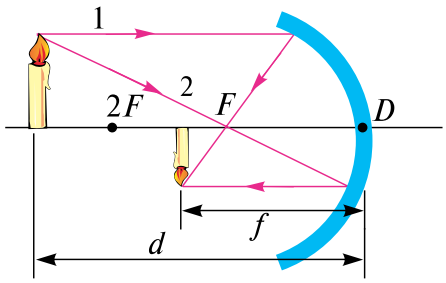


Рис. 112

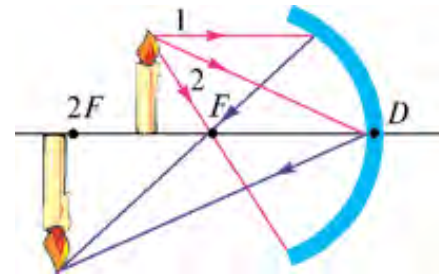


Рис. 113

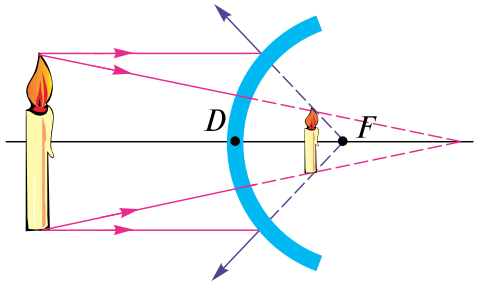


Рис. 114.

На рис. 114 приведена схема построения изображения на выпуклом зеркале. Изображение будет прямым, уменьшенным и мнимым.

Расчеты показывают, что между расстоянием d – от предмета до центра зеркала, расстоянием f – от изображения до центра зеркала и фокусным расстоянием F существует связь:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}.$$

В вогнутых зеркалах расстояния d и F всегда положительные. Значение расстояния f для действительного изображения положительное, для мнимого изображения – отрицательное.

Сферические зеркала находят широкое применение в повседневной жизни и технике. Выпуклое зеркало устанавливается в автомобилях для заднего обзора, так как в нем можно увидеть больше пространства, чем в плоском зеркале. Вогнутые зеркала обладают свойством собирать лучи, и поэтому они используются в прожекторах, автомобильных фарах и ручных фонариках.

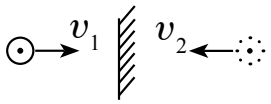
1. *Как вы объясните понятие «мнимое изображение»?*
2. *Как на практике определить фокус сферических зеркал?*

3. Совпадают ли центр сферической поверхности и фокус зеркала?

4. Где надо расположить предмет, чтобы в вогнутом зеркале получить увеличенное изображение?

Пример решения задач

Задача 1. Человек приближается к зеркалу со скоростью 1 м/с. С какой скоростью его изображение приближается к зеркалу?

Дано:	Формула:	Решение:
$v_1 = 1\ \frac{\text{м}}{\text{с}}$		Насколько человек приблизится к зеркалу, настолько же приблизится к зеркалу его изображение. Значит, $v_1 = v_2$
Требуется найти $v_2 = ?$		*Ответ:* $1\ \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Упражнение 10.

1. Постройте изображение в случае, когда предмет расположен на расстоянии $2F$ от сферического зеркала.

2. Предмет располагается от вогнутого зеркала на расстоянии 250 см. Фокусное расстояние зеркала 245 см. Найдите расстояние от зеркала до изображения. (*Ответ*: ≈ 124 см).

3. На плоское зеркало луч падает под углом α. Если повернуть зеркало на угол β, на какой угол повернется отраженный луч? (*Ответ*: 2β).

4. Два плоских зеркала установлены параллельно. Если между ними расположить предмет, сколько изображений будет в зеркалах? (*Ответ*: 2).

5*. На каком расстоянии от лица человек должен держать выпуклое зеркало диаметром 5 см, чтобы полностью увидеть в нем свое лицо? Фокусное расстояние зеркала 7,5 см, длина лица 20 см. (*Ответ*: 0,45 м).

6. Как нужно установить источники света, чтобы тень от руки хирурга не закрывала место операции?

7. Как будет расположено Солнце относительно горизонта, если тень предмета равна высоте предмета?

8. Каким видом зеркала предпочтительно пользоваться в качестве зеркала заднего вида внутри автомобиля?

СВЕДЕНИЯ О ЛИНЗАХ

Мы рассмотрели преломление света на границе двух сред. На практике широко используют преломление света на сферических поверхностях. **Прозрачное тело, ограниченное с двух или с одной стороны сферическими поверхностями, называется *линзой*.** Обычно линзы изготавливают из стекла. Если центральная часть линзы толще, чем ее края, то такая линза называется **выпуклой**, а если центральная часть тоньше, чем края, – **вогнутой**. Прямую, проведенную через центры сферических поверхностей O_1 и O_2, называют **главной оптической осью линзы** (рис. 115). Точка, находящаяся в центре линзы и лежащая на оптической оси, называется **оптическим центром линзы**. Свет по-разному проходит через выпуклые и вогнутые линзы. Возьмем выпуклую линзу и расположим ее перпендикулярно солнечным лучам. Направим прошедший через линзу луч на лист бумаги. Передвигая линзу добьемся, чтобы лучи собрались в одну точку, из которой через некоторое время появится дымок. Значит, прошедшие через линзу лучи собираются в одной точке (рис. 116). Эта точка называется **фокусом линзы** (F). Расстояние от оптического центра линзы до фокуса называют фокусным расстоянием линзы. Если на линзу в обратном направлении направить параллельные лучи, то они соберутся на второй стороне линзы. Отсюда следует, что **любая линза с обеих сторон имеет по одному фокусу.**

Если провести такой опыт с вогнутой линзой, лучи, наоборот, рассеются (рис. 117). Если мысленно продолжить рассеянные лучи, то они соберутся на оптической оси в точке F. Фокус вогнутой линзы мнимый. Поэтому выпуклые линзы называют **собирающими**, а вогнутые – **рассеивающими**.

Одна сторона линзы может быть сферической, а другая плоской.

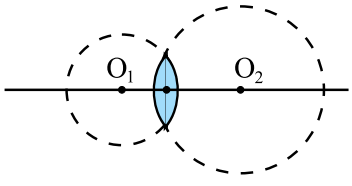


Рис. 115

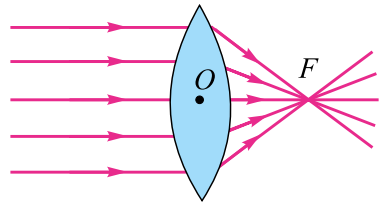


Рис. 116

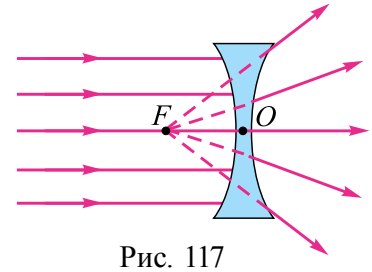


Рис. 117

Если выпуклую линзу расположить на определенном расстоянии от предмета, изображение в ней будет увеличенным. Этой ее особенностью пользуются для увеличения изображения предметов.

Величина, обратная фокусному расстоянию, называется *оптической силой* линзы и выражается формулой:

$$D = \frac{1}{F}$$

Если $F = 1$ м, то $D = \frac{1}{\text{м}} = 1$ **диоптрия.**

Сокращенно $D = 1$ дптр.

Для вогнутой линзы D имеет отрицательное значение.



Практическое задание

С помощью собирающей линзы, очков – соберите солнечные лучи в одну точку и определите фокусное расстояние линзы.



1. *Где используются линзы?*
2. *Как меняется оптическая сила линзы, если ее полностью опустить в воду?*
3. *Какое получится изображение, если предмет поместить в фокусе выпуклой линзы?*

ТЕМА 54

РАЗЛОЖЕНИЕ СВЕТА НА СОСТАВЛЯЮЩИЕ ПРИ ПОМОЩИ СТЕКЛЯННОЙ ПРИЗМЫ. РАДУГА

Каждый из вас весной после дождя наблюдал на небе радугу. Часто радуга бывает двойная и в народе ее называют «Хасан-Хусан». Радугу можно наблюдать, когда поливаешь двор водой из шланга. Если вы будете идти в сторону радуги, она будет от вас удаляться и, наконец, исчезнет.

Первым исследовал разнообразие световых лучей Ньютон в 1666 году. По этому случаю Ньютон написал следующее: «Я в 1666 году (при полировке оптического стекла, не имеющего сферической формы) для исследования цвета световых лучей использовал треугольную призму. Для этого я затемнил комнату и для прохождения солнечных лучей оставил узкую щель. Призму расположил таким образом, чтобы проходящие через нее лучи падали на противоположную стену. Я

получил большое удовлетворение, увидев на стене живые цвета». Этот опыт вы сами можете повторить.

Для этого луч света, идущий от Солнца или электрической лампочки, направляют на треугольную призму. Падающий на призму белый свет разлагается на семь цветов (рис. 118). Порядок расположения цветов следующий: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий и фиолетовый. **Изображение, состоящее из семи цветов, называют *спектром*.** Выходящий из призмы луч не только имеет цвет, но и рассеивается по сравнению с входящим. Чтобы выяснить причину этого явления, оставим видимым только один луч, выходящий из призмы, остальные прикроем. На пути оставленного луча поместим призму. Измерив отклонение прошедших через призму

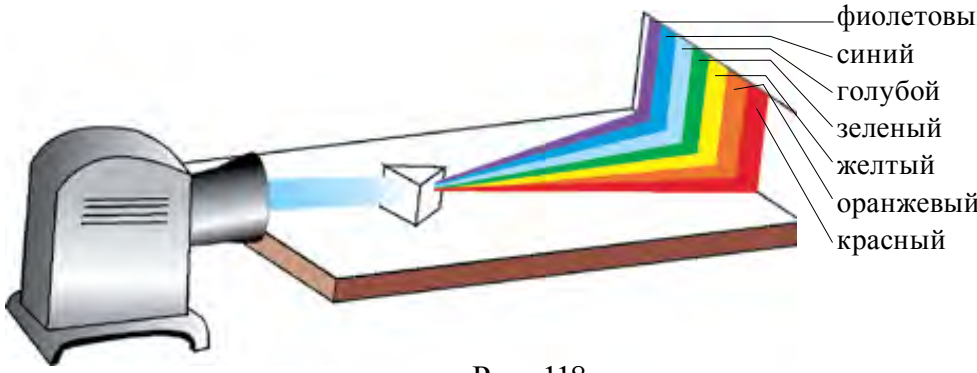


Рис. 118

лучей, увидим, что лучи разных цветов отклоняются на различные углы. Самое большое отклонение имеет фиолетовый луч, а самое маленькое отклонение имеет луч красного цвета. Если с помощью второй призмы собрать все пучки спектра, то опять получится белый свет. Этим Ньютон доказал, что идущий от Солнца белый свет состоит из смеси различных цветных лучей, сложенных в различной пропорции и действительно, в дальнейшем Юнг получил белый свет, сложив не семь, а всего три цвета: красный, голубой, зеленый. Если эти три цвета складывать в различной пропорции, то можно получить все остальные цвета. В современных цветных телевизорах все цвета получают при сложении этих трех цветов. Предметы имеют разный цвет от того, что в падающем на них свете они один цвет поглощают, а другой – отражают. Например, красный шар отражает только красный цвет, остальные поглощает. Черное тело поглощает практически все падающие на него цвета, а белое – все отражает.

Значит, радуга образуется от того, что лучи отражаются и преломляются от дождевых капель, как от призмы.

Аристотель считал, что радуга состоит из трех цветов: красный, зеленый, фиолетовый. Ньютон же сначала выделил пять цветов в радуге: красный, желтый, зеленый, синий, фиолетовый. Позднее он считал, что имеется десять цветов, но затем остановился на семи цветах. В действительности, если внимательно расмотреть радугу, можно увидеть, что цвета разделены друг от друга не четко. Цифра семь принята условно, т.к. это имеет определенное значение. Семь чудес света, семь слоев неба, семь дней недели и т.д. После грозы радуга бывает яркой, а после слабого дождя тусклой. Чем ниже солнце к горизонту, тем больше размеры радуги.



1. *Можно ли со всех сторон фонтана наблюдать радугу?*
2. *Что будет видно на экране, если на призму направить луч одного цвета?*
3. *Подумайте, почему небо голубое и почему при заходе и восходе Солнца небо окрашивается в красный цвет?*



• Расположение цветных полос в спектре можно узнать, если вспомнить фразу: «Каждый охотник желает знать, где сидят фазаны». Начальная буква каждого слова этой фразы совпадает с начальной буквой цвета. К – красный; О – оранжевый; Ж – желтый; З – зеленый; Г – голубой; С – синий; Ф – фиолетовый.

ТЕМА 55

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА. ИЗУЧЕНИЕ ОТРАЖЕНИЯ СВЕТА С ПОМОЩЬЮ ПЛОСКОГО ЗЕРКАЛА

Необходимые принадлежности. Оптический диск с добавленным плоским зеркалом, «световая указка» или рассчитанная на напряжение 3–6 вольт электрическая лампочка накаливания, белая плотная бумага размером 160 × 200 мм.

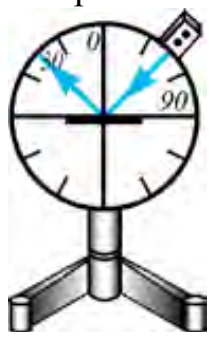


Рис. 119

Выполнение работы.

1. Соберите устройство, представленное на рис. 119. в середине оптического диска установите плоское зеркало.

2. На краю оптического диска закрепите «световую указку» (или электрическую лампочку накаливания), направьте на диск луч света.

3. Измените угол падения и определите соответствующий ему угол отражения. Результаты запишите на школьной доске.

4. Проверьте равенство угла падения и угла отражения.

5. Белая плотная бумага устанавливается в оптический диск со стороны отражаемого луча, при этом на бумаге будет виден отраженный луч. Если слегка повернуть бумагу, можно увидеть начало отраженного луча. Из этого явления сделайте выводы.

6. Установите «световую указку» с левой стороны оптического диска и повторите опыт.



1. *Как соотносится угол падения с углом отражения?*
2. *Как располагается отраженный луч по отношению к падающему? Находятся эти лучи на одной плоскости или нет?*
3. *Чему равен угол отражения, если угол падения равен 0°?*

ТЕМА 56

ИЗУЧЕНИЕ РАЗЛОЖЕНИЯ СВЕТА НА СПЕКТР ПРИ ПОМОЩИ СТЕКЛЯННОЙ ПРИЗМЫ

Необходимые принадлежности. Проекционный аппарат (устройство, имеющее внутри электрическую лампу накаливания и оптическую систему для фокусирования света), призмы, изготовленные из разных стекол, переносной экран.

Выполнение работы.

1. Соберите устройство, представленное на рис. 120.

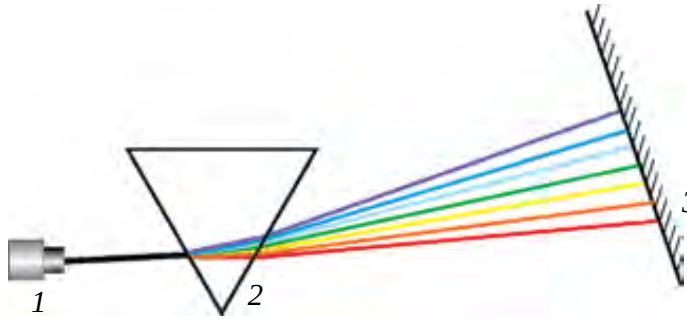


Рис. 120

2. Включите проекционный аппарат, и направьте узкий луч света на призму (для этого луч из проекционного аппарата пропускают через узкую щель).

3. Поворачивая призму, создайте на переносном экране четкое изображение спектра. На экране измерьте ширину спектра.

4. Повторите опыт с другой призмой.

5. Изучите зависимость ширины спектра от вида стекла призмы и от ширины основания призмы. Результаты запишите на доске.



1. Как зависит угол поворота лучей, выходящих из призмы, от цвета луча?

2. Каков порядок расположения лучей в спектре?

3. Почему ширина спектра зависит от ширины основания призмы?

Примеры решения задач.

Задача 1. На рис. 121 показан падающий на вогнутое зеркало луч. Через какой отрезок проходит отраженный луч? M – центр зеркала, F – фокус зеркала.

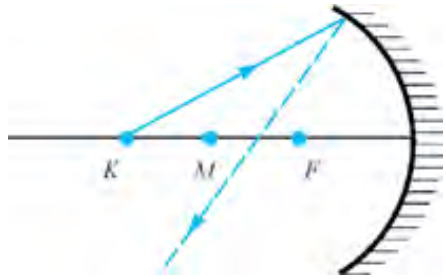
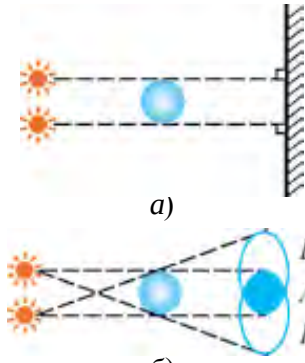


Рис. 121

Решение. В вогнутых зеркалах луч, идущий параллельно главной оптической оси, после отражения от зеркала проходит через фокус. Если луч приходит с расстояния большего, чем центр зеркала, то он после отражения проходит между точками M и F.

Задача 2. Два точечных источника света, маленький шарик и экран располагаются, как показано на рис. 122, *а*. Покажите, как на экране образуется тень и полутень от шарика.



а) *б*)

Рис. 122

Решение. Решение задачи можно показать, начертив схему хода лучей. В области A на экране будет тень, а в области B – полутень (рис. 122, *б*).

Задача 3. В вогнутом зеркале с фокусным расстоянием 20 см изображение свечи появилось на расстоянии $f = 30$ см. Найдите расстояние между зеркалом и свечой?

Дано:	Формула:	Решение:
$F = 20$ см $f = 30$ см	$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$	$\frac{1}{d} = \frac{1}{20} - \frac{1}{30} = \frac{3-2}{60} = \frac{1}{60} \cdot \frac{1}{\text{см}}$.
Требуется найти: $d = ?$	$\frac{1}{d} = \frac{1}{F} - \frac{1}{f}$	$d = 60$ см.

Ответ: 60 см.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ VI

1. Какие источники из приведенных ниже являются естественными источниками света?

1. Луна. 2. Солнце. 3. Звезды. 4. Электрическая лампочка. 5. Золотой жук. 6. Настольная лампа.

A) 1, 2, 3. B) 4, 5, 6. C) 2, 3, 5. D) все перечисленные.

2. Свет, излучаемый источником *S*, через препятствие *T* попадает на экран. Которые из точек *A, B* и *C* окажутся в тени?

A) точка *A*.
B) точка *C*
C) точка *B*.
D) точка *A* и *C*.



3. Луч какого цвета отклонится на больший угол после прохождения через треугольную призму?

A) Фиолетовый. B) Зеленый. C) Красный. D) Синий.

4. Если зеркало повернуть на угол α, на какой угол повернется отраженный от зеркала луч?

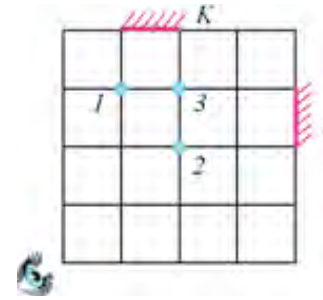
A) α. B) 2α. C) $\frac{\alpha}{2}$. D) $\frac{3}{2}\alpha$.

5*. Если предмет находится на расстоянии большем, чем $2F$, каким будет полученное изображение? F – фокусное расстояние.

A) Действительное, уменьшенное, обратное.
B) Действительное, уменьшенное, прямое.
C) Мнимое, увеличенное, обратное.
D) Мнимое, уменьшенное, обратное.

6. Если смотреть на зеркала *K* и *L*, какие из предметов, расположенных в точках 1, 2 и 3, можно увидеть в обоих зеркалах?

A) Только *1*.
B) Только *2*.
C) Только *3*.
D) *1* и *3*.



7. Какие цвета нужно смешать в определенной пропорции, чтобы получить белый свет?

A) Голубой, зеленый, фиолетовый. B) Зеленый, красный, голубой.
C) Желтый, синий, фиолетовый. D) Оранжевый, голубой, зеленый.

8. Человек стоит перед плоским зеркалом. Как изменится расстояние между человеком и его изображением, если он приблизится к зеркалу на 1 м?

A) Уменьшится на 2 м. B) Уменьшится на 1 м.
C) Увеличится на 2 м. D) Увеличится на 1 м.

9. Свет перешел из воздуха в стекло, из стекла в воду. Как изменится скорость света?

A) При переходе из воздуха в стекло увеличится, а при переходе из стекла в воду уменьшится.

B) При переходе из воздуха в стекло уменьшится, а при переходе из стекла в воду увеличится.

C) При переходе из воздуха в стекло уменьшится, а при переходе из стекла в воду не изменится.

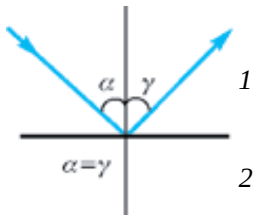
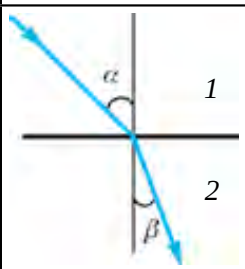
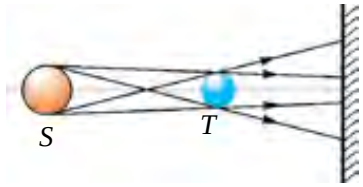
D) При переходе из воздуха в стекло и из стекла в воду уменьшится.

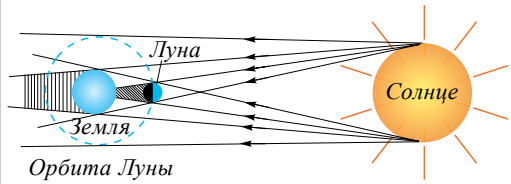
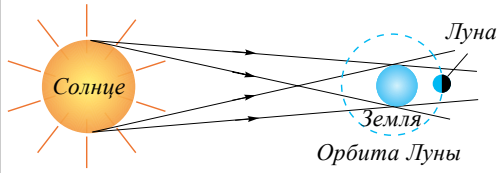
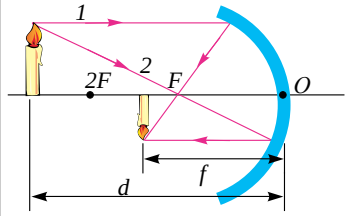
10. Если на предмет из красного стекла смотреть через стекло зеленого цвета, какого цвета будет предмет?

A) Зеленый. B) Красный. C) Темно-желтый. D) Черный.

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ БЕСЕДА

В нижеприведенной таблице вы ознакомитесь с кратким содержанием тем, изложенных в главе VI.

Источники света	Так называются тела, излучающие свет. Условно делятся на естественные и искусственные.
Приемники света	Тела, работающие под воздействием света. Фотопленка, фотобумага, видеокамера, солнечные батареи и др.
Распространение света	В прозрачной однородной среде свет распространяется прямолинейно. Линия распространения света называется *лучом света.*
Закон преломления света	 Угол между падающим лучом и перпендикуляром, восстановленным к плоскости в точке падения, называется углом падения *α,* угол между отраженным лучом и перпендикуляром называется *углом отражения γ.* Угол падения равен углу отражения.
Преломление света	 Угол между преломленным лучом и перпендикуляром, восстановленным из точки падения луча, называют *углом преломления β.* При переходе луча из среды с большей скоростью света в среду с меньшей скоростью света угол преломления будет меньше угла падения.
Тень и полутень	 Из-за прямолинейного распространения света область за предметом, куда не попадает свет, называется *тенью,* а область, куда свет попадает частично, называется *полутенью.*

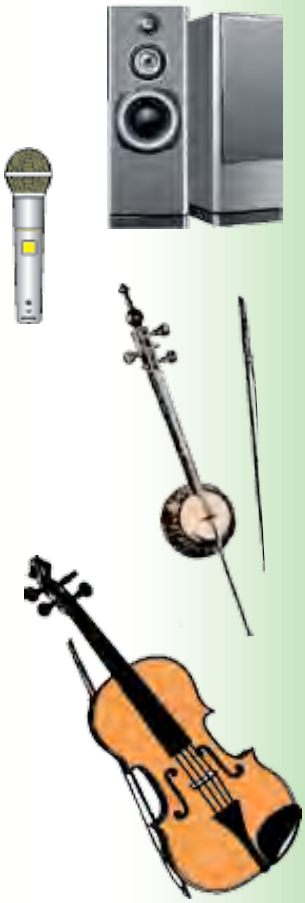
Затмение Солнца	 Явление, когда Луна находится между Солнцем и Землей. Луна закрывает лучи, идущие от Солнца к Земле. В зависимости от местоположения наблюдателя на Земле наблюдается полное или частичное затмение.
Затмение Луны	 Явление, когда Земля находится между Солнцем и Луной. Земная тень падает на Луну.
Скорость света	Путь, пройденный светом в однородной среде за 1 сек. Скорость света в вакууме равна v=300000 км/с. В остальных средах она меньше. В природе ни одно тело или частица не может двигаться со скоростью, равной или превышающей скорость света. Скорость света впервые измерена датским ученым О. Рёмером в 1676 г.
Зеркало	Стеклянная пластина, покрытая с одной стороны серебром. В зависимости от формы пластины различают плоские, выпуклые и вогнутые зеркала. Изображение предмета в плоском зеркале бывает *мнимое, прямое, равное* по размерам предмету, находится оно на таком же расстоянии за зеркалом, на каком предмет расположен перед зеркалом, правое и левое меняются местами.
Построение изображения в сферическом зеркале	 Для построения изображения достаточно двух проходящих следующим образом лучей: • через точку на границе предмета и фокус зеркала; • через точку на границе предмета параллельно главной оптической оси, который затем отражается от зеркала и проходит через его фокус.
Линза	Прозрачное тело, ограниченное с двух сторон сферическими поверхностями. Виды линз: выпуклая (собирающая), вогнутая (рассеивающая). Расстояние от фокуса до оптического центра линзы называют фокусным расстоянием (F) линзы. $D=\frac{1}{F}$ – оптическая сила линзы. $D=\frac{1}{\text{м}}=1$ дптр (диоптрия).
Оптические приборы	Проекционный аппарат.
Спектр испускания	Разложение белого света после прохождения через треугольную призму на цветные лучи. Состоит из 7 цветов: *красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый.*

ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ЗВУКОВЫХ ЯВЛЕНИЯХ

VII ГЛАВА

В этой главе Вы ознакомитесь с понятиями:

- **источники и приемники звука;**
- **распространение звука в различных средах;**
- **звуковые величины;**
- **отражение звука, эхо;**
- **использование звука в технике;**
- **музыкальные звуки и шумы;**
- **звук и здоровье;**
- **архитектурная акустика.**



ВВОДНАЯ БЕСЕДА

Мы постоянно слышим различные звуки: разговор людей, шум машин, музыку, журчание воды и т.д. Некоторые из них нам нравятся, а некоторые – нет. От звуков улучшается наше настроение, мы плодотворно работаем, учимся или наоборот. Посредством звука люди общаются друг с другом. В процессе общения развивается общество. Человек давно научился пользоваться звуками. Изучив законы звука, он изготовил различные музыкальные инструменты. Изобрел электромузыкальные инструменты, создающие искусственный звук. Вы не раз на концертах слышали, как музыканты пользуются такими инструментами. В медицине для выявления болезни и ее лечения используют разновидность звука, называемую ультразвуком. Ультразвук используют и в научно-исследовательских целях для определения качества готовой продукции, для определения глубины морей и океанов и т.д. Для ускорения некоторых химических процессов, для очистки мелких и хрупких частей машин и механизмов используется звук с большой мощностью.

ТЕМА 57

ИСТОЧНИКИ И ПРИЕМНИКИ ЗВУКА

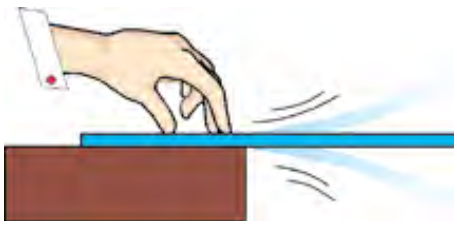


Рис. 123

Для того чтобы узнать, как образуется звук, проведем следующий эксперимент (рис. 123). Возьмем линейку, положим ее на стол, выставив один конец за край стола. Второй конец придавим рукой, как показано на рисунке. Если теперь надавить на выступающий конец и отпустить, то увидим, что конец линейки начнет колебаться. Создается ли при этом звук? Укоротим выступающую часть линейки и продолжим эксперимент. Мы услышим звук. Если мы будем укорачивать колеблющуюся часть линейки, звук будет слышен все более отчетливо.

Значит, у всех источников звука должно что-то колебаться. Действительно, если на динамик, как показано на рис. 124, положить мелкие кусочки пробки, пластмассовые шарики или

пульки от игрушечного пистолета, то эти предметы начинают подпрыгивать, когда динамик испускает звук.

Почему мы не слышали звука колеблющейся длинной линейки? Для того чтобы в этом разобраться, введем величины и понятия, характеризующие колебания.

1. ***Колебаниями*** **называются процессы, многократно повторяющиеся через определенные промежутки времени.**

2. **Число полных колебаний, совершаемых за одну секунду, называют *частотой колебаний*.** Частота обозначается буквой ν. Единицей частоты колебаний служит **1 герц (Гц)**. Герц равен частоте, при которой за 1 сек совершается 1 колебание: $\text{Гц} = \frac{1\text{ кол}}{1\text{ сек}}$.

Человеческое ухо воспринимает звуки частотой от 16 до 20000 Гц. Звук частотой меньше 16 Гц называется ***инфразвуком***, а частотой выше 20000 Гц – ***ультразвуком***.

Камертоном называется прибор, издающий одну звуковую частоту (рис. 125). Камертон был изобретен английским музыкантом *Дж. Шором* в 1711 году и используется для настройки музыкальных инструментов. Камертон – изогнутый металлический стержень, закрепленный посередине на держателе (ножке). Чтобы удостовериться, колеблется камертон или нет, поднесем к нему маленький шарик, висящий на нитке. При звучании камертона шарик будет отскакивать от ветви камертона. Чтобы усилить звук, камертон устанавливают на деревянный ящик, открытый с одной стороны. Этот ящик называется резонатором. Поэтому под струнами таких музыкальных инструментов, как рубаб, тар, дутар, танбур натягивают тонкую пленку. Человеческий рот тоже похож на камертон. Если язык – это колеблющееся тело, то полость рта и гортань выполняют роль резонатора.



Рис. 124



Рис. 125

К приемникам звука, в первую очередь, относится человеческое ухо. Внутри человеческого уха имеется барабанная перепонка, при попадании звука она колеблется, и это колебание в виде сигналов передается в мозг. Человеческое ухо по-разному чувствует звук. Ухо у молодых и пожилых людей слышит не одинаково. Точно также различен и диапазон воспринимаемых частот у животных. Бабочки, собаки, мошки и летучие мыши воспринимают ультразвук. Дельфин воспринимает ультразвук частотой до 200 кГц.

Для приема звука созданы специальные микрофоны. Слово «микрофон» взято из греческого языка и состоит из двух слов «микрос» – маленький и «фон» – звук. В микрофоне звуковые колебания преобразуются в электрические, а затем усиливаются специальными усилителями.



Подумайте, как образуется звук в карнаях и сурнаях.



1. *Почему уменьшается чувствительность уха у людей, постоянно слушающих громкую музыку или аудиоплейер?*
2. *Какие явления в природе происходят вместе со звуком?*



• Инфразвук частотой 7–9 Гц пагубно влияет на здоровье людей. Он приводит к головной боли и тошноте. При длительном воздействии возможен летальный исход. Наблюдался такой случай. В одном из столичных театров показывали трагедию. Во время спектакля должен был играть орган. Чтобы усилить воздействие на зрителей, механик немного изменил трубу органа. После начала спектакля заиграл орган, и у людей начало появляться чувство страха. В результате люди сначала поодиночке, затем массово стали покидать театр. При проверке оказалось, что орган стал излучать инфразвук. В настоящее время действие инфразвука на здоровье людей изучено, и необходимо проверять, имеется ли инфразвук у источников звука.

ТЕМА 58

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЗВУКА В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ



Рис. 126

Для изучения распространения звука *Роберт Бойль* в 1660 году провел такой эксперимент. Он поместил часы под стеклянный колокол. Звук от часов был свободно слышен (рис. 126). После этого стали откачивать воздух из-под колокола. Звук от часов начал ослабевать и затем перестал быть слышимым. Значит, для распространения звука нужна среда. В вакууме для передачи звука ничего нет. Как же распространяется звук? При колебании ножек камертона воздух около него с одной стороны сжимается, с другой стороны создается разряжение. Затем сжатие и разряжение воздуха распространяется вокруг.

1. Распространение звука в газах. Наверное, вы обратили внимание на то, что на стадионах звук от радиодинамиков, расположенных в разных местах, слышится не одновременно, а друг за другом. Сначала мы видим свет ракетницы, а затем слышим звук. Во время грозы после вспышки молнии лишь через некоторое время мы слышим раскаты грома. Значит, скорость распространения звука намного меньше скорости света. Впервые скорость распространения звука была измерена в 1636 году французским ученым *М. Мерсеном*. При 20°C скорость звука в воздухе равна 343 м/с или 1235 км/час. Это примерно в два раза меньше, чем скорость ружейной пули. Скорость звука растет с повышением температуры воздуха. Так, при 10°C она равна 337,3 м/с, при 0°C – 331,5 м/с, при 30°C – 348,9 м/с и при 50°C – 360,3 м/с. В таблице 5 приводится скорость распространения звука при 0°C для различных газов, жидкостей и твердых тел.

2. Распространение звука в жидкостях. Так как плотность жидкости больше, чем плотность газов, то скорость распространения звука в них больше, чем в газах. Скорость распространения звука в воде впервые измерили *Дж. Колладон* и *Й. Штурт* в 1827 году на Женевском озере в Швейцарии. При температуре 8°C скорость звука в воде равна 1440 м/с. Некоторые из вас во время купания

слышали звук от удара двух камней под водой. Находясь вне воды, мы не слышим звуки, распространяющиеся в воде. Поэтому раньше люди думали, что рыбы не издают звуков. Выражение «нем, как рыба» неверно. На самом деле и рыбы, и киты, и дельфины издают звуки и общаются друг с другом. 99,9% звука, издаваемого в воде, отражается поверхностью воды. Точно также звук, издаваемый в воздухе, не проникает в воду.

3. Распространение звука в твердых телах. Чтобы изучить это, сделаем игрушечный телефон. Возьмем две пустые спичечные коробки, изготовленные из дерева. В каждую коробку положим по спичке. Возьмем длинную нитку, и, сделав отверстие в коробках, проденем через них нитку. Затем завяжем концы нитки на спичках. Закроем коробку и туго натянем нитку. Телефон готов! Дайте одну коробку товарищу и попросите приложить ее к уху. Возьмите свою коробку, натяните нитку и говорите в коробку, товарищ вас будет слышать. Здесь звук передается через нитку. Если приложить ухо к рельсам, то, не видя самого поезда, можно услышать, что он идет. В кино, например, индейцы узнают о приближении всадников или зверей, приложив ухо к земле. Из таблицы 5 видно, что скорость звука в твердых телах самая большая.

Таблица 5

Газы	v, м/с при 0°С	Жидкости	v, м/с при 20°С	Твердые тела	v, м/с
Углерод (II) оксид	338	Глицерин	1923	Алюминий	6260
Азот	333,6	Морская вода	1490	Железо	5850
Аргон	319	Ртуть	1451	Медь	4700
Кислород	316	Ацетон	1192	Серебро	3620
Хлор	206	Этиловый спирт	1188	Золото	3240



Практическое задание

1. Внимательно послушайте звуки, издаваемые водой в чайнике от начала нагревания до кипения. Результат обсудите в классе.
2. Если есть возможность, запишите свой голос на магнитофон и прослушайте запись. Узнали ли вы свой голос?

1. *Почему у слепых людей слух более чувствительный?*
2. *В каком случае звук распространяется дальше: в теплую погоду или в холодную? Попробуйте дать объяснение.*

ТЕМА 59

ЗВУКОВЫЕ ВЕЛИЧИНЫ

Звуки бывают громкими и слабыми, высокими и низкими, приятными и неприятными. Чем они отличаются друг от друга? Для этого введены специальные величины.

1. Громкость звука. Слегка ударим резиновым молоточком по одному из ветвей камертона, изображенного на рис. 125, пусть шарик не касается этой ветви. За счет колебания ветви камертона шарик будет отклоняться на некоторое расстояние. Ударим молоточком посильнее. Шарик отклоняется на большее расстояние.

Наибольшее отклонение ветви камертона называется *амплитудой колебания.* Чем с большей амплитудой колеблется камертон, тем громче он звучит. Звук обладает энергией. Если энергия звука будет меньше определенной величины, то такой звук человек не слышит. Эта минимальная граница энергии, приходящаяся на 1 м^2, определена как 0,000001 мкВт. Если энергия звука, приходящаяся на 1 м^2, приближается к 1 Вт/м^2, человек ощущает боль в ушах и колебания не воспринимает как звук. Громкость звука определяется на основании закона, предложенного немецкими физиками *В. Ветерсом* и *Г. Фехнером.* Нижняя граница громкости звука определена как **бел**. Эта величина названа в честь изобретателя телефона *Г. Белла.* Граница болевого ощущения определена как 130 дБ. (1 децибел = 1дБ = 0,1 Б). В соответствии с этим громкость равна: для разговора человека 40 дБ, для обыкновенного шума 80 дБ, а для шума самолета 110–120 дБ. Громкость звука можно увеличивать при помощи механических и электрических устройств. Например, звук, выходящий из рупора, направляется в одну сторону, вследствие чего уменьшается площадь его распространения. Рупор (рис. 127) направляет звук. В старину, когда не было устройств, увеличивающих громкость звука, люди с плохим слухом приставляли такой рупор к уху.



Рис. 127

2. Высота звука. Эта величина определяется частотой звука. Известно, что при разговоре или пении человек производит колебания не одинаковой частоты, а наоборот – различной частоты. Частота звуковых колебаний мужских голосов охватывает диапазон от 100 до 7000 Гц, женских – от 200 до 9000 Гц. Частота звука барабана, литавр находится в диапазоне от 90 до 14000 Гц.

3. Тембр звука. По тембру звука можно определить, кто говорит, кто поет или на каком музыкальном инструменте играют.

Основным тоном v_0 сложного звука называется тон, соответствующий наименьшей частоте, которая имеется в наборе частот данного звука. Тоны, соответствующие остальным частотам в составе звука, – $2v_0$, $3v_0$ и т.д., называются *обертонами.* Источники звука различаются тембрами, которые определяются количеством обертонов, силой обертонов и их высотой.

В зависимости от основного тона голоса мужчин подразделяются на *«бас»* (80–350 Гц), *«баритон»* (110–400 Гц), *«тенор»* (230–520 Гц), голоса женщин – на *«сопрано»* (260–1050 Гц), *«контральто»* (170–780 Гц), *«меццо-сопрано»* (200–900 Гц) и *«колоратурное сопрано»* (260–1400 Гц).

Практическое задание (выполняется в классе).
Ударьте по камертону сначала резиновым молоточком, затем ручкой молоточка и определите разницу в звучании камертона. Дома это можно выполнить при помощи стеклянных бокалов.

1. Чем отличается громкий крик от визга?
2. При настройке рубаба натягивают струны. Какой параметр звука при этом меняется?
3. Ведро наполняется водопроводной водой. Почему по мере наполнения ведра звук слышен сильнее?

• Точно так, как белый цвет разложили на семь цветов, звуковой тон тоже разделили на семь звуков: до-ре-ми-фа-соль-ля-си. Яркость цветов, сила звука оцениваются человеческим глазом и слухом субъективно. Научное разделение звуков на тоны приписывают Пифагору. Его ученики изготовили инструмент под названием «монохорд», состоящий из одной струны, натянутой на кедровую основу. Если натянуть и отпустить струну, она испускает звук одного тона. Если укоротить длину струны в два раза (прижав за середину), испускаемый звук будет более высокого тона. Таким образом была найдена закономерность, определяющая музыкальный тон длиной струны.

• Среди животных самые большие уши у слона. Многие думают, что в соответствии с этим слух у слона самый сильный. На самом деле уши у слона служат для поддержания постоянной температуры тела. Кровь, протекающая по сосудам ушей, охлаждается. Поэтому слон в жаркий день постоянно машет ушами.

ТЕМА 60

ОТРАЖЕНИЕ ЗВУКА. ЭХО

Мы видели, что при прохождении света из одной среды в другую он частично отражается, а частично проходит в другую среду. Также и звук, переходя из одной среды в другую, отражается от разделяющей их поверхности. В этом можно убедиться, если говорить в пустую бочку или трубку. Многие замечали усиление звука, когда говорят в новом доме или в пустом спортивном зале. Вы, наверное, обратили внимание на звонкие голоса при теле- и радиопередачах из закрытых спортивных сооружений. Причина этого – отражение звука от гладких стен. Если стена находится на расстоянии более 20 м, отраженный звук слышится чуть позже, чем звук от источника. Этот отраженный звук называется **эхом**. Если издать звук между параллельными стенами или в ущелье, эхо многократно повторяется. Эхо образуется не только при отражении звука от твердых предметов. Например, при вспышке одной молнии мы наблюдаем, что гром гремит многократно. Первый раскат грома самый сильный, а остальные постепенно ослабевают. Причина этого в том, что звук грома многократно отражается от гор, лесов, зданий и облаков.



Рис. 128

Отражение звука широко используется в быту и в технике. Например, для определения глубин морей и океанов, а также для обнаружения подводных лодок используется ультразвук (рис. 128). Для этого на дно моря направляется ультразвук и принимается отраженный звук. Измеряется время прохождения звука t туда и обратно и

определяется глубина моря h. Так как звук при этом проходит путь $2h$, то $2h = v_{зв.} \cdot t$. Отсюда $h = \frac{v_{зв.} \cdot t}{2}$, $v_{зв.}$ – скорость распространения звука в воде.

При помощи звука исследуют металлические слитки на предмет наличия в них пузырьков воздуха или других веществ. Источник и приемник звука перемещаются непосредственно по поверхности слитка. Если слиток имеет одинаковую плотность и однороден, то звук отражается без изменения. Если же в слитке имеются пустоты или другие включения, отраженный звук изменяется. В медицине при помощи ультразвука без вреда для здоровья исследуют внутренние органы человека.

Пример решения задач.

Через 3 секунды после молнии услышали гром. Определите приблизительно на каком расстоянии от вас находится грозовое облако?

Дано:	Формула:	Решение:
$t = 3$ с. $v_{звук} = 340$ м/с	$l = v_{зв.} \cdot t$ Так как скорость света намного больше скорости звука, не будем учитывать время, в течение которого свет доходит до нас.	$l = 340$ м/с $\cdot$ 3 с $=$ $= 1020$ м ≈ 1 км.
Требуется найти $l = ?$		*Ответ:* $l \approx 1$ км.



1. *Почему голос лучше слышен в комнате, чем на улице?*
2. *Как под водой могут связываться между собой две подводные лодки?*
3. *Встречали ли вы случаи, когда эхо мешало?*
4. *Почему людям нужны два уха?*



• Места наибольшего повторения эха: во дворце Вудсток (Англия) – 17 раз, в развалинах дворца Деренбург вблизи Гальберштадта – 27 раз, около Аберсбаха (бывшая Чехословакия) – 7 раз, во дворце около Милана – 40–50 раз. Возникновение эха зависит также от высоты звука. Высокотональные голоса детей и женщин создают больше повторений эха, чем мужской голос. Самый удобный звук для эха – это хлопо́к.

• Во многих местах мира построены такие здания, что если в определенном месте говорить шепотом, то в другом месте этот шепот будет слышен очень громко. В соборе Джиргенти, построенном на острове Сицилия, наблюдалось такое явление, и оно приводило к множеству казусов. Если случайно в одном месте находился кающийся в грехах верующий, то в другом месте собора его слова слышны были всем.

ТЕМА 61

МУЗЫКАЛЬНЫЕ ЗВУКИ И ШУМЫ. ЗВУК И ЗДОРОВЬЕ. АРХИТЕКТУРНАЯ АКУСТИКА

Как было сказано выше, мы живем в мире звуков. О приятном звуке мы говорим, что он музыкальный. Если звук не нравится, мы ощущаем дискомфорт. Голос плачущего ребенка для матери не кажется шумом. Кому-то звук литавр кажется музыкальным, для кого-то он будет только шумом. Поэтому сложно резко разграничить звуки. Вспомним историю о Насреддине. Однажды тот пошел в гости к другу, музыканту. Товарищ долго играл ему на различных музыкальных инструментах, а потом спросил: «Мулла Насреддин, звук какого из этих инструментов Вам больше всего понравился?». Насреддин сильно проголодался и ответил: «По-моему, самый хороший звук – это звук половника при ударе о котел». Различные звуки оказывают различное воздействие на людей. Музыкальные звуки нравятся всем. В музыкальных инструментах звук образуется следующим образом: колебания столба воздуха (карнай, сурнай, кларнет, флейта, саксофон и т.д.), колебания струны (рубаб, тар, дутар, танбур, скрипка, виолончель, гиджак и т.д.), колебания туго натянутой мембраны (бубен, барабан, литавры и т.д.) и колебания в электрических инструментах.

Частота, высота и тембр испускаемых ими звуков бывают разными. Например, частота звука скрипки около 260–15000 Гц, у кларнета 150–8000 Гц, у литавр 90–14000 Гц. Было изучено влияние музыкальных звуков на птиц и домашних животных. Любая приятная музыка или песня, если она звучит очень громко,

превращается в шум. Шум оказывает сильное влияние на здоровье и психику людей. Поэтому для предохранения от шума используют шумопоглощающие средства. Для оценки степени поглощения звука материалами и средами введена величина, называемая коэффициентом поглощения звука (α). Коэффициент α измеряется отношением энергии поглощенного звука к энергии падающего звука. В следующей таблице приведено значение коэффициента α для различных материалов (для звука частотой 500 Гц).

Таблица 6

Материал	α
Неоштукатуренная кирпичная стена	0,03
Бетонная стена	0,02
Линолеум (толщиной 0,5 см)	0,03
Фанера, набитая на стену	0,06
Оконное стекло	0,03
Ковер на стене	0,21
Стекловата (толщина 9 мм)	0,51

Из-за неблагоприятного влияния шума на здоровье человека принимаются меры для его снижения. Например, европейские страны запретили пролет и посадку в аэропортах самолетов, уровень шума которых превышает определенные нормы.

При проектировании зданий обращают внимание на распространение звука. Отдел науки, изучающий эту проблему, называется **архитектурной акустикой**. В правильно спроектированных театрах даже шепот на сцене хорошо слышен во всех уголках зрительного зала. Потолок у таких театров устроен подобно пустой скорлупе от яиц. Звук со сцены, отразившись от такого потолка, до любого уголка зала проходит один и тот же путь.

В таких залах сиденья, полы покрывают звукопоглощающим материалом.



Практическое задание

Сделайте «телефон», о котором рассказывалось в теме 58. Определите, при какой длине нити связь достаточная. Обратите внимание на качество слышимости в зависимости от натяжения нити.



1. *При открывании некоторых дверей мы слышим звук, похожий на звук скрипки. Как можно объяснить это?*
2. *На какую стену в многоэтажных домах полезно повесить ковер?*
3. *Можно ли получить информацию о том, как работает двигатель, слушая издаваемый им звук?*

Упражнение 11.

1. Мальчик, стоящий у скалы, услышал эхо своего голоса через 2 с. Чему равно расстояние от мальчика до скалы? (*Ответ:* 340 м).

2. Используя данные таблицы 5 из темы 54, определите, во сколько раз быстрее звук тепловоза распространяется по рельсам, чем по воздуху.

3. Когда должен запустить секундомер судья, стоящий в конце беговой дорожки: когда услышит звук стартового пистолета или когда увидит вспышку от выстрела?

4. Ультразвук со дна моря глубиной ~1,5 км был принят через 2 с. Чему равна скорость распространения ультразвука в морской воде? (*Ответ:* 1500 м/с).

5*. В студии звукозаписи, в целях защиты от внешних шумов, на стену повесили ковёр в два слоя. Во сколько раз уменьшится здесь шум?

6. От чего зависит количество повторов эха?

7. Чтобы уменьшить скрип открываемой двери, ее петли смазывают маслом. Почему при этом прекращается скрип?

8. Какой параметр издаваемого камертоном звука изменится при увеличении длины ветви камертона?

9. Водитель автомобиля проверяет степень накачанности баллона, ударив по нему ногой. Как связан звук, издаваемый баллоном, с давлением воздуха в баллоне?

10. Возможно ли услышать эхо в пустыне?

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ К ГЛАВЕ VII

1. Как называется любое повторяющееся движение

A) Звук. B) Колебательное движение.
C) Частота колебания. D) Резонатор.

2. В каком ответе правильно указан интервал скорости распространения звука в газах при нормальных условиях?

A) 1000–2000 м/с. B) 3000–4000 м/с.
C) 300–400 м/с. D) 500–1000 м/с.

3. Что такое камертон?

A) Прибор, издающий звук определенной частоты.
B) Духовой музыкальный инструмент.
C) Прибор, усиливающий звук.
D) Прибор, воспринимающий звук.

4. Назовите единицу измерения интенсивности звука?

A) дБ. B) Вт/м^2. C) Гц. D) Вт.

5. От чего зависит высота звука?

A) От амплитуды. B) От основного тона.
C) От числа обертонов. D) От частоты.

6. В каком ответе перечислены мужские голоса?

A) Бас, баритон, тенор. B) Бас, сопрано, тенор.
C) Сопрано, меццо-сопрано, баритон.
D) Колоратурное сопрано, меццо-сопрано, контральто.

7. Ультразвук вернулся со дна моря через 2,5 с. Чему равна глубина моря? Скорость распространения звука возьмите равной 1500 м/с.

A) 1875 м. B) 2550 м. C) 3550 м. D) 3000 м.

8. Количество колебаний в 1 с называется ... Вместо точек поставьте соответствующее слово.

A) ...амплитуда колебаний... B) ...высота звука...
C) ...тембр звука... D) ...частота...

9. От чего зависит тембр звука?

A) От числа обертонов. B) От силы обертонов.
C) От высоты звука. D) От частоты звука.

10. Чему равен болевой барьер уха человека?

A) 100–110 дБ. B) 130 дБ. C) 150 дБ. D) 180 дБ.

11. В каком ответе правильно указан частотный интервал инфразвука?

A) Меньше 16 Гц. B) Выше 20000 Гц..
C) 20–20000 Гц. D) 100–2000 Гц.

12. Для определения поглощения звука материалами нужно энергию поглощенного звука и энергию падающего звука ... Вместо точек поставьте соответствующее слово.

A) ...сложить... B) ...разделить...

C) ...вычесть... D) ...разделить и умножить на 100%...

13. Пропеллер вентилятора, установленного на потолке, делает 10 оборотов в секунду. Звук какого диапазона издает вентилятор?

A) Музыкальные звуки. B) Ультразвук.

C) Инфразвук. D) Шум.

14. Какую функцию выполняет резонатор, установленный в камертон?

A) Создать звук. B) Увеличить звук.

C) Приемник звука. D) Изменить тон.

15. При работе радиоприемника с запада на восток дул ветер со скоростью 25 м/с. Определите скорость распространения звука в этом направлении. Скорость распространения звука в воздухе в состоянии покоя равна 330 м/с.

A) 330 м/с. B) 355 м/с. C) 305 м/с. D) 300 м/с.

16. Многое насекомые издают звук при полете. В чем причина появления звука?

A) Желание насекомых общаться между собой.

B) Движение крыльев насекомых.

C) Отражение звуков от окружающих предметов.

D) Трение о воздух во время полета.

ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ БЕСЕДА

В нижеприведенной таблице вы ознакомитесь с кратким содержанием тем, изложенных в главе VII.

Звук	Колебания, распространяющиеся в среде. Частота колебаний в интервале от 16 до 20000 Гц. Если частота звука меньше 16 Гц, он называется инфразвуком, а больше 20000 Гц – ультразвуком. 1 Гц= 1/с.
Камертон	Прибор, издающий звук определенной частоты. Изобретен английским музыкантом Дж. Шором в 1711 г. Имеет вид буквы U.
Резонатор	Ящичек, усиливающий звук. В музыкальных инструментах покрывается тонкой кожей или фанерой.

Микрофон	Прибор, преобразующий звуковые колебания в электрические. Название состоит из двух слов «микрос» – маленький и «фон» – звук.
Скорость распространения звука	Для распространения звука нужна среда. В газах при температуре 0°С звук распространяется со скоростью 200–350 м/с, в жидкостях – 1100–2000 м/с, в твердых телах – 3000–6500 м/с.
Интенсивность (громкость) звука	Определяется энергией звука, приходящейся на единицу поверхности. Также зависит от частоты. Единица измерения – децибел (дБ). Верхний порог болевого ощущения равен 130 дБ.
Высота звука	Определяется частотой звука. Частота колебаний мужского голоса лежит в интервале 100–7000 Гц, а женского голоса 200–9000 Гц.
Тембр звука	Величина, определяемая числом и силой обертонов в звуке, а также высотой звука. Наименьшая частота ν_0 сложного звука называется основным тоном. Колебания с частотами $2\nu_0$, $3\nu_0$ и т.д. называются обертонами.
Эхо	Возвращение звука вследствие отражения от препятствия. В зависимости от количества препятствий, эхо может повторятся многократно.
Эхолот	Прибор, измеряющий глубину морей и океанов с использованием эха.
Коэффициент поглощения звука	Отношение поглощенной материалом энергии звука к первоначальной энергии звука.
Архитектурная акустика	Область науки, занимающаяся измерением акустических величин зданий, изучающая условия распространения в них звука и вырабатывающая соответствующие рекомендации.

скачано с сайта www.idum.uz

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Перышкин А.В. Физика. 7 кл. Учебник для общеобразовательных учебных заведений. – 6-е изд., стереотип. – М.: «Дрофа», 2002. – 192 с. ил.
2. Лукашик В.И., Иванова Е.В. Сборник задач по физике для 7–9 классов общеобразовательных учреждений.–17-е изд. – М.: «Просвещение», 2004. – 224 с. ил.
3. Гуревич А.Е. Физика. Строение вещества. 7 кл. Учебник для общеобразовательных учебных заведений. – 4-е изд. – М.: «Дрофа», 2000. – 192 с. ил.
4. Турдиев Н.Ш. Физика 6 синф. Ихтисослаштирилган давлат умум-таълим муассасадари 6 синф учун дарслик. – Т.: «Ўзбекистон миллий энциклопедияси» Давлат илмий нашриёти, – 2014. – 192-б.
5. Ўзбекистон миллий энциклопедияси. – Т.: «Ўзбекистон миллий энциклопедияси» Давлат илмий нашриёти, 2004.
6. Физика. Энциклопедия/под ред. Ю.В. Прохорова. – М.: «Большая Российская энциклопедия», 2003. – 944 с.

скачано с сайта www.idum.uz

СОДЕРЖАНИЕ

Тема 1. Введение. Что изучает физика? Физические явления 3
Тема 2. Сведения из истории развития физики 6
Тема 3. Значение физики в развитии общества. Развитие физики в Узбекистане 8
Тема 4. Некоторые термины, используемые в физике 9
Тема 5. Наблюдения и опыты 10
Тема 6. Физические величины и их измерение 12
Тема 7. Измерение и точность измерения 14

Глава I. ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СТРОЕНИИ ВЕЩЕСТВА

Вводная беседа 18
Тема 8. Учение Демокрита, Рази, Беруни и Авиценны о строении вещества 18
Тема 9. Молекулы и их размеры 20
Тема 10. Движение и взаимодействие молекул. Броуновское движение 22
Тема 11. Явление диффузии в различных средах 24
Тема 12. Молекулярное строение твердых тел, газов и жидкостей 26
Тема 13. Изучение явления диффузии в жидкостях (выполняется дома) 28
Тема 14. Масса тела. Единицы массы 29
Тема 15. Лабораторная работа. Измерение массы тела на рычажных весах 31
Тема 16. Плотность и единицы плотности. Методы определения плотности по Беруни и Хазину 33
Тема 17. Лабораторная работа. Определение плотности твердого тела 37
Контрольные вопросы к главе I 39
Заключительная беседа 41

Глава II. ПЕРВИЧНЫЕ СВЕДЕНИЯ О МЕХАНИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЯХ

Вводная беседа 44
Тема 18. Механическое движение тел. Траектория 45
Тема 19. Путь, пройденный телом, и время, затраченное на это. Единицы пройденного пути и времени 47
Тема 20. Понятие о равномерном и неравномерном движении. Скорость и единица ее измерения 49
Тема 21. Сведения о взаимодействии тел. Сила 52
Тема 22. Лабораторная работа. Измерение силы при помощи динамометра 55
Тема 23. Давление. Единицы давления 57
Тема 24. Закон Паскаля и его применение 60

Тема 25. Давление в жидкости и газе в состоянии покоя 62
Тема 26. Атмосферное давление. Опыт Торричелли 64
Тема 27. Закон Архимеда и его использование 67
Тема 28. Представление о работе и энергии. 70
Тема 29. Виды энергии. Мощность 73
Контрольные вопросы к главе II 77
Заключительная беседа 80

Глава III. РАВНОВЕСИЕ ТЕЛ. ПРОСТЫЕ МЕХАНИЗМЫ

Вводная беседа 84
Тема 30. Центр тяжести тела и его определение. Виды равновесия 84
Тема 31. Момент силы. Рычаг, равновесие сил на рычаге 87
Тема 32. Лабораторная работа. Изучение условий равновесия рычага 89
Тема 33. Простые механизмы: применение блока, наклонной плоскости, винта, клина и ворота 90
Тема 34. Равенство работы при использовании механизмов 93
Тема 35. Золотое правило механики. Коэффициент полезного действия механизмов 95
Контрольные вопросы к главе III 97
Заключительная беседа 99

Глава IV. ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ТЕПЛОВЫХ ЯВЛЕНИЯХ

Вводная беседа 102
Тема 36. Источники тепла. Приемники тепла 102
Тема 37. Расширение тел при нагревании 104
Тема 38. Передача теплоты в твердых телах и жидкостях. Теплопроводность. Конвекция 106
Тема 39. Излучение. Использование теплопередачи в быту и технике 108
Тема 40. Взгляды Фараби, Беруни и Авиценны на тепловые процессы 110
Тема 41. Температура. Термометры. Измерение температуры тела 112
Тема 42. Лабораторная работа. Измерение температуры воздуха и жидкости при помощи термометра 114
Контрольные вопросы к главе IV 115
Заключительная беседа 116

Глава V. ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЯХ

Введение 118
Тема 43. Электризация тел 118
Тема 44. Понятие об электрическом токе. Источники тока 121
Тема 45. Роль электрического тока в быту. Простые электрические цепи 124
Тема 46. Домашние электрические приборы. Экономия электрической энергии 127
Контрольные вопросы к главе V 128
Заключительная беседа 130

Глава VI. ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СВЕТОВЫХ ЯВЛЕНИЯХ

Вводная беседа 132
Тема 47. Естественные и искусственные источники света 132
Тема 48. Прямолинейное распространение света. Тень и полутень 134
Тема 49. Солнечные и лунные затмения 135
Тема 50. Скорость света. Отражение и преломление света 138
Тема 51. Взгляды Беруни и Авиценны на световые явления 140
Тема 52. Плоское зеркало 142
Тема 53. Сведения о линзах 146
Тема 54. Разложение света на составляющие при помощи стеклянной призмы. Радуга 147
Тема 55. Лабораторная работа. Изучение отражения света с помощью плоского зеркала 149
Тема 56. Изучение разложения света на спектр при помощи стеклянной призмы 150
Контрольные вопросы к главе VI 152
Заключительная беседа 153

Глава VII. ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ЗВУКОВЫХ ЯВЛЕНИЯХ

Вводная беседа 156
Тема 57. Источники и приемники звука 156
Тема 58. Распространение звука в различных средах 159
Тема 59. Звуковые величины 161
Тема 60. Отражение звука. Эхо 163
Тема 61. Музыкальные звуки и шумы. Звук и здоровье. Архитектурная акустика 165
Контрольные вопросы к главе VII 168
Заключительная беседа 169
Дополнительная литература 171

скачано с сайта www.idum.uz

Турдиев, Нарзикул Шеронович

Т- **Физика:** Учебник для учащихся 6-х классов средней школы. /Н. Ш. Турдиев – Ташкент: Издательство «Niso Poligraf», 2017. – 176 с.

ISBN 978-9943-4046-9-4

УДК: 372.853-161.1(075)
ББК 22.3я72

Narziqul Sheronovich Turdiyev

F I Z I K A

Umumiy o‘rta ta’lim maktablarining 6-sinfi uchun darslik

(Rus tilida)

Переводчик *Б. Курбанов*
Редактор *Т. Алиева*
Художественный редактор *Ж. Гурова*
Технический редактор *Д. Салихова*
Компьютерная верстка *Б. Бабаходжаева*

Оригинал-макет изготовлен Издательством «NISO POLIGRAF».
Ташкентский вилоят, Урта Чирчикский туман, ССГ, «Ок-Ота»,
Махалля Машъал, улица Марказий, дом 1.

Номер лицензии AI №265.24.04.2015.
Подписано в печать 28 июня 2017 года. Формат $70\times100\,^{1}/_{16}$.
Гарнитура «Times New Roman». Кегель 13. Офсетная печать.
Условных печатных листов 12,87. Учетно-издательских листов 12,76.
Договор №107. Тираж 62 760. Заказ №17-317.

Отпечатано в типографии издательско-полиграфического творческого дома «O‘zbekiston»
Агентства по печати и информации Республики Узбекистан. 100011, г. Ташкент, ул. Навои, 30.

скачано с сайта www.idum.uz

Сведения о состоянии учебника, выданного напрокатl

№	Имя, фамилия учащегося	Учебный год	Состояние учебника при получении	Подпись классного руково-дителя	Состояние учебника при сдаче	Подпись классного руководителя
1						
2						
3						
4						
5						
6						

Таблица заполняется классным руководителем при передаче учебника в пользование и возвращении назад в конце учебного года. При заполнении таблицы используются следующие оценочные критерии:

Новый	Состояние учебника при первой выдаче
Хорошо	Обложка целая, не оторвана от основной части книги. Все страницы в наличии, не порваны, на страницах нет записей и помарок.
Удовлетвори-тельно	Обложка не смята, слегка испачкана, края стерты. Восста-новлен пользователем. Вырванные страницы восстановлены, но некоторые страницы испорчены.
Неудовлетво-рительно	Обложка испачкана, порвана, корешок оторван от основной части книги или совсем отсутствует. Страницы порваны, некоторых вообще не хватает, имеющиеся исчерчены, испачканы. Учебник к дальнейшему использованию не при-годен, восстановить нельзя.