

Глава I. ЯВЛЕНИЯ ПРЕВРАЩЕНИЯ ВЕЩЕСТВ

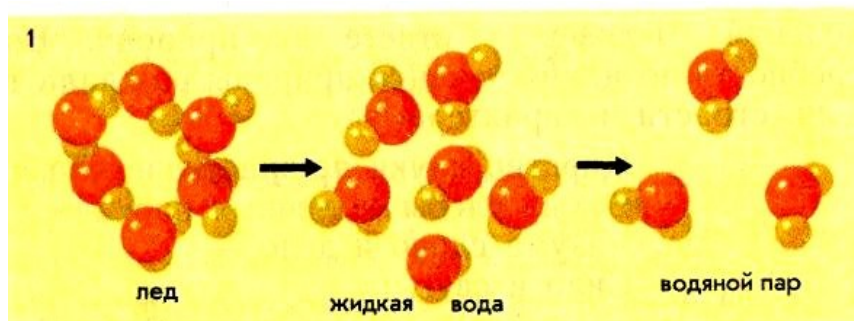
...Так что, мы видим, отнюдь не в ничто превращаются вещи, Но разлагаются все на тела основные обратно. Словом, не гибнет ничто, как будто совсем погибая, Так как природа всегда возрождает одно из другого И ничему не дает без смерти другого родиться.

Лукреций Кар. О природе вещей

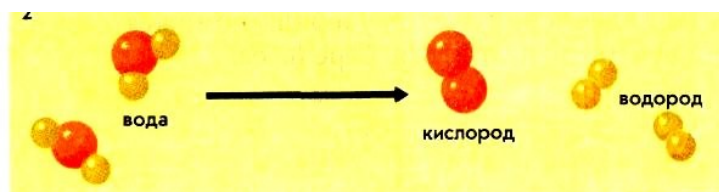
§ 1. ЯВЛЕНИЯ ПРЕВРАЩЕНИЯ ВЕЩЕСТВ. ПРИЗНАКИ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИИ

Все в мире изменяется. С телами и веществами могут происходить различные явления.

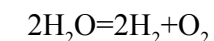
Если кусок сахара растереть в порошок, его форма изменится. Это изменение — механическое явление. Если лед превратить в жидкость, а затем в пар, то в этих случаях будет меняться физическое состояние воды. При механических, световых, звуковых явлениях не происходит превращения одних веществ в другие. Сахар при измельчении остается сахаром, его молекулы не разрушаются. Вода при переходе из твердого состояния в жидкое и газообразное тоже не превращается в другое вещество, ее молекулы сохраняют свой состав, который изображают химической формулой H_2O (рис. 1 — 1).



1. Превращения воды (на моделях): 1: таяние льда и испарение; 2: превращение воды в новые вещества — кислород и водород



Вы наблюдали и другие явления. Обугливание сахара при нагревании, разложение воды на водород и кислород под действием электрического тока — это примеры, показывающие, что одни вещества могут превратиться в другие. Из сахара образуется уголь и водяной пар, вода превращается в два газа — водород и кислород. Превращение воды в новые вещества изображают химическим уравнением:



Эту запись можно прочесть так: из каждой двух молекул воды образуются две молекулы водорода и одна молекула кислорода.

Явления, при которых одни вещества превращаются в другие, относят к химическим явлениям. Атомы исходных веществ при химической реакции группируются по-другому, образуя частицы иного состава, то есть новые вещества. Так, атомы водорода и кислорода, которые были в составе воды, образовали другие частицы, соединившись попарно: два атома водорода образовали молекулу газа водорода, а два атома кислорода — молекулу газа кислорода (рис. 1 — 2).

Химические явления называют химическими реакциями. Слово

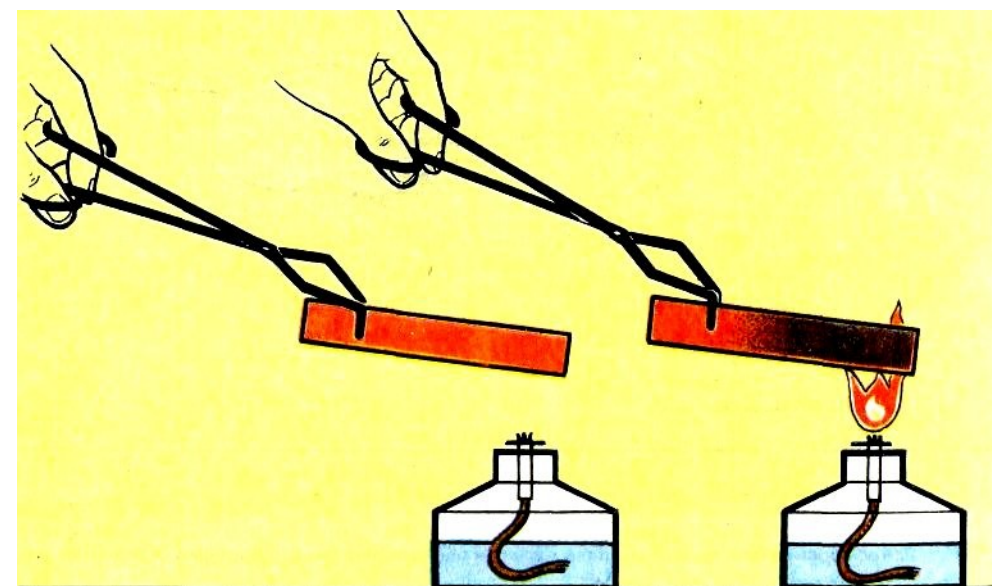
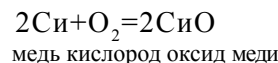


Рис. 2. Образование черного порошка оксида меди при нагревании пластинки из красноватой меди

реакция произошло от латинских слов *re* — «против» и *actio* — «действие», то есть действие в ответ на какое-либо воздействие.

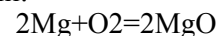
По каким признакам можно отличить химическую реакцию от другого явления?

Нагреем в пламени пластинку красноватого цвета из металла меди. Она покроется налетом черного порошка. Изменение цвета показывает, что образовалось новое вещество — оксид меди черного цвета (рис. 2). Химическое уравнение этой реакции:



Металл магний не нужно долго нагревать. Он быстро загорается и ослепительно горит. При этом блестящий серебристый магний превращается в белый порошок — оксид магния (рис. 3).

Химическое уравнение этой реакции:



магний кислород оксид магния

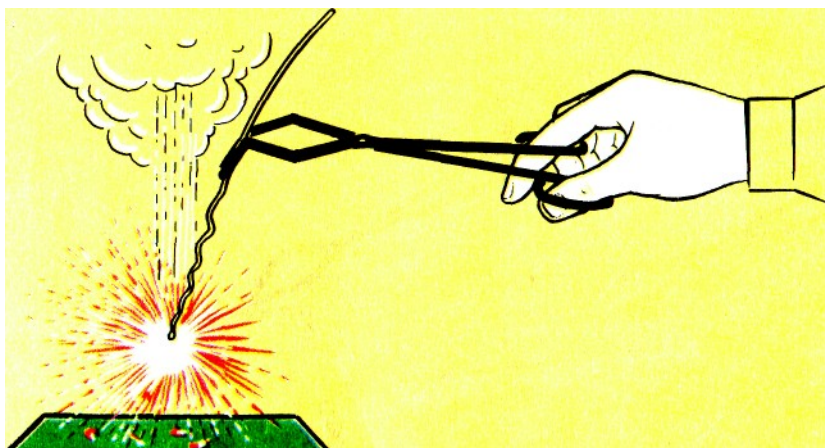
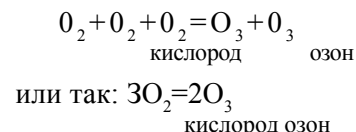


Рис. 3. Яркое горение блестящего металла магния и образование белого порошка оксида магния

Приятный свежий запах воздуха после грозы появляется потому, что кислород частично превращается в пахучий газ озон O_3 . Такое превращение — тоже химическая реакция. Ее можно показать химическим уравнением:



Новые вещества отличаются от взятых до реакции цветом, запахом или другими свойствами. Если при каком-либо явлении изменился цвет, появился другой запах, выделилось тепло или свет, то можно сказать, что это химическая реакция, потому что все это — ее признаки.

О том, что произошла химическая реакция, о ее признаках мы судим по световым, электрическим, тепловым, звуковым явлениям. Так, осенние листья меняют свою окраску на желтую и красную потому, что зеленый пигмент хлорофилл частично разрушается, а в листьях образуются другие вещества, например оранжевый каротин. Желтый лист падает на землю, подчиняясь физическим законам. Дыхание как биологическое явление

невозможно без химических реакций, при которых кислород взаимодействует с находящимся в крови веществом — гемоглобином. При дыхании также происходят явления испарения и диффузии.

В природе постоянно происходят химические реакции. Одни идут быстро, другие медленно. Камни из гранита и других горных пород превращаются в песок и глину под воздействием кислорода воздуха, воды, тепла солнечных лучей.

Белый известняк — твердая прочная порода, из которой издавна строили дома, крепостные стены. Под воздействием углекислого газа и воды нерастворимый известняк превращается в растворимый. Когда такие явления происходят с отложениями известняка в земной коре, в ней образуются пустоты, пещеры — это называют карстом. Разрушение горных пород, которое происходит в результате химических реакций, называют химическим выветриванием. В клетки и ткани живых организмов поступают вещества, полученные из пищи, и кислород. Из них в результате химических реакций образуются новые органические вещества. В зеленых растениях на свету из углекислого газа и воды образуются глюкоза и крахмал, а также кислород, поступающий в воздух. Благодаря этим процессам организм живет и растет.

Химические явления (реакции) — это превращение одних веществ в другие в результате перегруппировки атомов. Признак химических реакций — образование новых веществ, отличающихся от исходных цветом, запахом, сопровождающееся поглощением или выделением тепла и света. Химические реакции, сопровождающиеся физическими явлениями, лежат в основе биологических процессов.

ХИМИЧЕСКОЕ ЯВЛЕНИЕ *ХИМИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ*
ПРИЗНАКИ РЕАКЦИИ *ХИМИЧЕСКОЕ УРАВНЕНИЕ

1. Каковы признаки химических реакций?
2. Что общего и чем различаются описания явлений в приведенных ниже стихотворных строчках?

И вот сентябрь!..

Седая мгла вьется вокруг холмов;

Росой затоплена равнина;

Желтеет сень кудрявая дубов,

И красен круглый лист осины...

Е. Баратынский

Еще в полях белеет снег,

А воды уж весной шумят

Бегут и будят сонный брег,

Бегут и блещут и гласят...

Ф. Тютчев

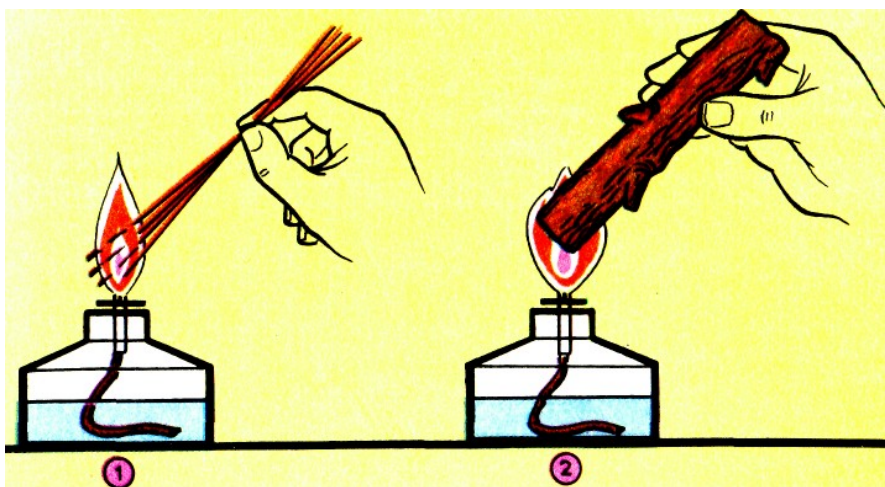
- 3 Опишите явления, которые происходят при распознавании углекислого газа с помощью известковой воды.

§ 2. УСЛОВИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Соприкосновение веществ — самое главное условие для химической реакции. Например, ржавчина образуется на поверхности железных предметов, если железо соприкасается с воздухом и влагой.

Поэтому химическую реакцию называют взаимодействием веществ.

Образование ржавчины на поверхности железа приводит к его разрушению. Поэтому стараются не допустить, чтобы металл соприкасался с веществами окружающей среды, и защищают поверхность металлических изделий красками, лаками, покрывают смазочными



маслами.

Рис. 4. Пучок лучинок (1) горит быстрее, чем большая доска (2) такой же массы

Чтобы ускорить реакцию, например реакцию горения топлива, увеличивают поверхность соприкосновения древесины с кислородом. Для этого полено расщепляют на лучины. Общая поверхность всех лучин больше поверхности одного полена, реакция горения идет быстрее (рис. 4).

Другое условие для многих реакций — определенная температура. Например, уголь, серу, чтобы они загорелись и превратились в углекислый газ и сернистый газ, нагревают. На химических заводах для каждой реакции создают наиболее подходящие условия: измельчают вещества, растворяют, очищают от примесей, нагревают или охлаждают, подвергают воздействию высокого давления. Приборы позволяют следить за изменением условий и управлять химическими реакциями.

Соприкосновение веществ и определенные воздействия: нагревание, действие света, давления, электрического тока — составляют условия для химических реакций. Изменяя условия, можно ускорить или прекратить химическую реакцию.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ВЕЩЕСТВ *УСЛОВИЕ РЕАКЦИИ * ПОВЕРХНОСТЬ СОПРИКОСНОВЕНИЯ ВЕЩЕСТВ

1. Вспомните, какие условия нужны для реакции превращения воды в водород и кислород? 2. В каком из показанных на рис.5 случаев известковая вода помутнеет быстрее? 3. Почему свеча в открытом стакане долго горит, а если стакан прикрыть, гаснет?

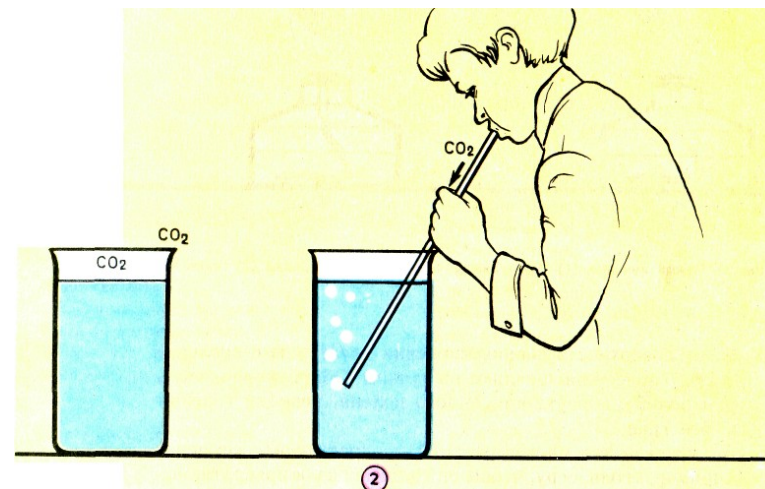


Рис. 5. Реакция углекислого газа с известковой водой: 1 —углекислый газ над поверхностью известковой воды; 2 — углекислый газ пропускают в раствор

§ 3. РЕАКЦИИ РАЗЛОЖЕНИЯ

В химических реакциях происходит перегруппировка атомов. Химических реакций очень много. Для удобства изучения их классифицируют.

Познакомимся сначала с реакциями разложения. К ним относят все реакции, при которых из одного вещества образуется два или несколько новых веществ.

Мы уже знаем такую реакцию. Это реакция разложения воды на два вещества: водород и кислород. Познакомимся еще с одной реакцией — разложением малахита. Это вещество встречается в природе в виде зелёного минерала малахита, из которого делают красивые шкатулки, вазы, украшения. Многие из вас читали сказы уральского писателя П. Бажова о мастерах, обрабатывавших малахит на Урале. Вспомните о Степане («Медной горы хозяйка») или о Даниле-мастере («Каменный цветок», «Горный мастер»). В одном из самых известных сказов, «Малахитовой шкатулке», описаны украшения, сделанные из малахита, и прекрасный зал в царском дворце, где «потолки высокие на столбах из чистого малахиту. Стены тоже в рост человека малахитом выложены, а по верхнему карнизу малахитовый узор прошел». Это знаменитый малахитовый зал в Эрмитаже, украшенный различными предметами, выточенными из малахита. Камень красив, богат оттенками, прожилки другого цвета образуют необыкновенный узор: «Будто из середины-то дерево вырастает, а на ветке птица сидит и внизу тоже птица».

После обработки малахита остается мелкий порошок, который можно использовать для химических реакций. Состав малахита изображают химической формулой CuCH_2O_3 (ее запоминать не нужно, а надо обратить внимание на то, из каких химических элементов состоит этот минерал).

Поместим в пробирку этот зелёный порошок. Закроем пробирку пробкой с газоотводной трубкой. Конец трубки опустим в стакан с известковой водой. Теперь нагреем пробирку с малахитом. Мы заметим, что порошок из зеленого стал черным.

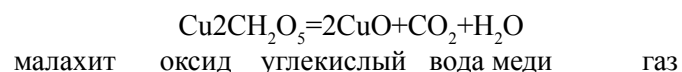
Малахит превратился в оксид меди — порошок черного цвета. Его состав — CuO .

В известковую воду проходят пузырьки газа из трубочки и известковая вода мутнеет. Значит, выделяется углекислый газ CO_2 .

Если внимательно изучить, что осталось в пробирке, то можно обнаружить капельки воды H_2O . Она появляется на холодных стенках пробирки возле пробки (рис. 6).

Реакцию можно выразить схемой:

Малахит = оксид меди + углекислый газ + вода. Можно изобразить эту реакцию химическим уравнением:



Итак, одно вещество (малахит) разложилось на три вещества (оксид меди, углекислый газ, воду).

Реакция разложения — это один из основных типов химических реакций. К реакциям разложения относят реакции, при которых из одного вещества образуются два или несколько новых веществ.

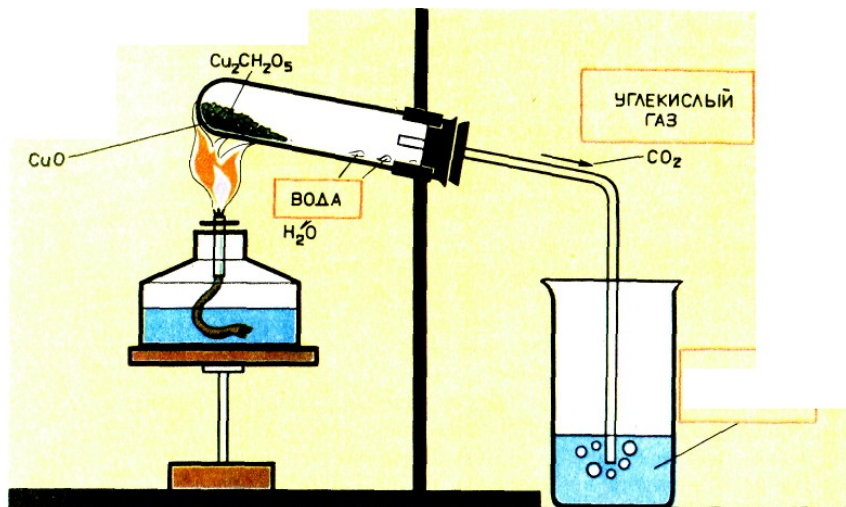


Рис. 6. Разложение малахита (основного карбоната меди)

РЕАКЦИЯ РАЗЛОЖЕНИЯ * МАЛАХИТ * ИЗВЕСТКОВАЯ ВОДА * ОКСИД МЕДИ

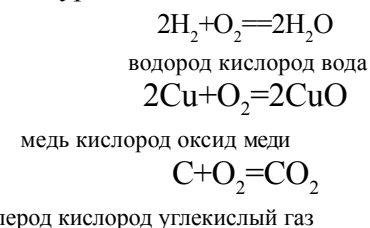
1. При прокаливании известняка, состоящего из карбоната кальция CaCO_3 , образуются известковая жженая, или оксид кальция, и углекислый газ CO_2 . Можно ли назвать эту реакцию реакцией разложения? Ответ объясните.
2. Вспомните, что происходит с сахаром при длительном нагревании. Можно ли считать этот процесс реакцией разложения и почему? Каковы признаки и условия этой реакции?

§ 4. РЕАКЦИИ СОЕДИНЕНИЯ

Если бы в природе происходили только реакции разложения, то остались бы лишь простые вещества или даже одиночные атомы. Должны быть реакции другого типа, а именно реакции соединения. Название говорит о том, что при этих реакциях из двух или нескольких веществ образуется одно новое вещество.

Вам уже известны некоторые реакции соединения. Так, из двух газов — водорода и кислорода — получается вода. При прокаливании меди к ее атомам присоединяются атомы кислорода и образуется оксид меди. Уголь, сгорая, соединяется с кислородом и превращается в углекислый газ.

Изобразим химическими уравнениями все названные реакции:



Проведем еще один опыт.

Возьмем немного порошка серы (5) — вещества светло-желтого цвета! Этот порошок часто используют для борьбы с насекомыми-вредителями и болезнями растений. Он не растворяется в воде, не тонет в ней, а плавает по поверхности.

Порошка железа (Fe) возьмем вдвое больше. Железо — вещество серого цвета, притягивается к магниту, тонет в воде.

Смешаем оба порошка в ступке и разотрем смесь пестиком. Получился порошок чуть светлее, чем железо, но темнее серы. Однако это не новое вещество, а лишь смесь двух веществ, которую легко разделить. Бросив смесь в воду, заметим, что железо опустится на дно, а сера останется на поверхности. Магнитом можно извлечь из смеси все частички железа (рис. 7).

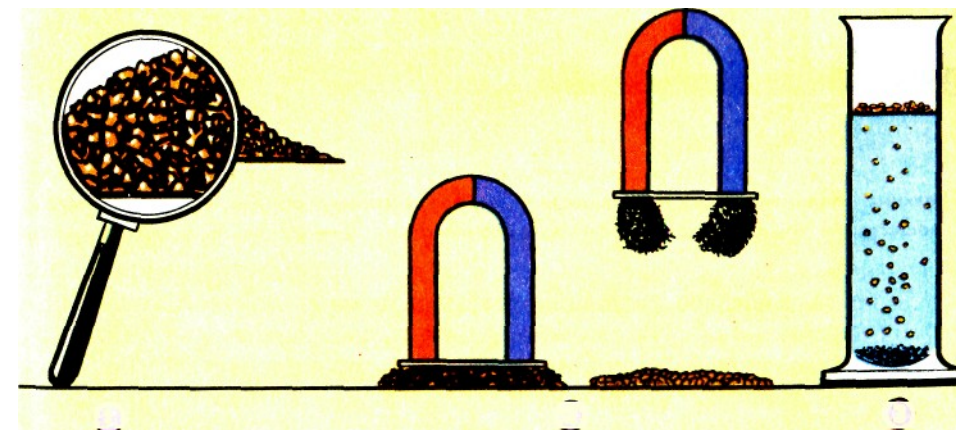


Рис. 7

Теперь проведем опыт.

Нагреем смесь железа и серы в пробирке. Вскоре мы увидим, как вещество станет темнеть, а затем раскалится даже тогда, когда мы прекратим нагревание.

Изменение цвета и выделение теплоты — признаки химической реакции. Извлечем то, что образовалось в пробирке при этой химической реакции. Мы обнаружим вещество темно-серого цвета, которое тонет в воде и не притягивается магнитом. Его свойства не похожи ни на свойства железа, ни на свойства серы. Это новое вещество — сульфид железа. Его состав изображают химической формулой FeS (рис. 8).

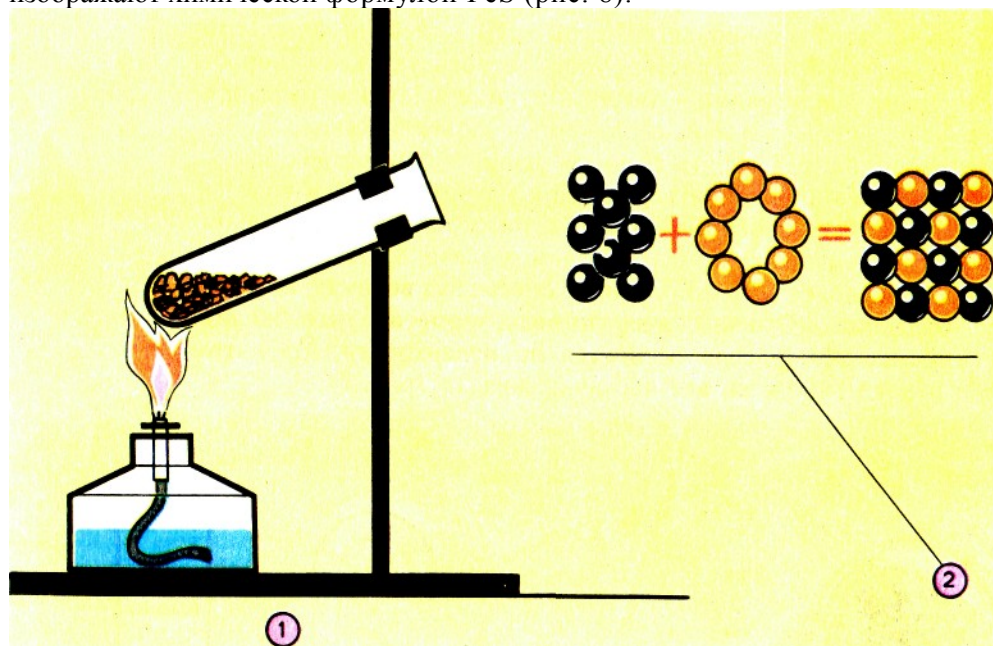
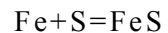


Рис. 8. Реакция соединения простых веществ — железа и серы с образованием сложного вещества — сульфида железа: 1 — проведение опыта; 2 — модель реакции

Химическое уравнение этой реакции:



железо сера сульфид железа

Из двух веществ получилось одно новое вещество. Произошла реакция соединения.

На рисунке 8—2 показано на моделях, как по-новому группируются атомы железа и серы, образуя сложное вещество — сульфид железа.

При реакциях соединения из двух или нескольких веществ получается одно новое вещество.

РЕАКЦИЯ СОЕДИНЕНИЯ *СУЛЬФИД ЖЕЛЕЗА *СМЕСЬ * СЛОЖНОЕ ВЕЩЕСТВО

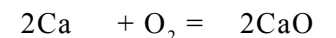
1. Чем отличаются реакции разложения от реакций соединения? Приведите пример реакции соединения. Перечислите признаки этой реакции. Назовите условия, при которых она идет.

2. Что произошло бы, если бы в природе происходили только реакции соединения?

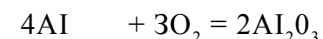
3. Приведите пример известной вам реакции разложения. Назовите условия, которые нужно создать, чтобы реакция началась. Назовите признаки этой реакции.

§ 5. ОКСИДЫ

Оксиды — класс сложных неорганических веществ. Они чаще всего «рождаются» из простых веществ при реакции соединения их с кислородом. Например:



кальций кислород оксид
кальция



алюминий кислород оксид
алюминия

Оксидов много, значительно больше, чем простых веществ. В природе неметалл кремний (Si) не встречается в виде простого вещества, его получают искусственным путем. Но всюду мы встречаем оксид кремния SiO₂, или кремнезем. Он — основа земной коры, преимущественно из него состоит речной песок, многие минералы. Кристаллы природных минералов из оксида кремния известны как поделочные камни: горный хрусталь, аметист, сердолик, агат, оникс, опал. Их разнообразная окраска зависит от небольших примесей других оксидов к оксиду кремния SiO₂.

В природе мы не встретим и алюминий в форме простого вещества — металла Al. Однако оксид алюминия Al₂O₃ широко распространен на Земле. Он вместе с другими оксидами образует

глину. Есть и драгоценные камни из оксида алюминия. Это рубин, и сапфир, камни различных оттенков красного и голубого цвета.

Нет в земной коре и чистого железа, если не считать железных «небесных камней», то есть метеоритов, падающих на Землю из космоса. А оксидов железа в природе довольно много. Они образуют железные руды: магнитный железняк, где есть оксид FeO·F₂O₃; красный железняк, состоящий из оксида Fe₂O₃; бурый железняк FeO.

Оксиды — это класс сложных неорганических веществ, состоящих из двух химических элементов, один из которых кислород. Оксиды могут быть продуктами реакций соединения металлов и неметаллов с кислородом. Оксиды широко распространены в природе.

- ОКСИД * МЕТАЛЛ * НЕМЕТАЛЛ * КРЕМНЕЗЕМ * ЖЕЛЕЗНАЯ РУДА
- 1. Почему в природе практически нет простого вещества H₂, но много его оксида — воды H₂O?
- 2. Чем отличаются по составу оксиды: а) углекислый газ CO₂ и угарный газ CO; б) красный железняк Fe₂O₃ и бурый железняк FeO; в) вода H₂O и перекись водорода (пероксид водорода) H₂O₂?

§ 6. ВАЛЕНТНОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

От бесконечных времен постоянным толчкам подвергаясь, Всякие виды пройдя сочетаний и разных движений, В расположенья они наконец попадают, из коих Вся совокупность вещей получилась в теперешнем виде И, приведенная раз в состояние нужных движений, Много бесчисленных лет сохраняется так...

Лукреций Кар. О природе вещей

Мы живем в мире химических элементов. Из атомов нескольких десятков видов образовано все на Земле и во Вселенной. Веществ в природе великое множество, и каждое можно отличить от других.

Так, воду мы всегда узнаем по ее свойствам и отличим ее от других веществ. Вода всегда имеет один и тот же состав, ее химическая формула H_2O .

Углекислый газ, где бы он ни находился и как бы он ни получался, всегда имеет состав CO_2 . Каждая его молекула всегда состоит из одного атома углерода и двух атомов кислорода.

Почему у веществ постоянный состав?

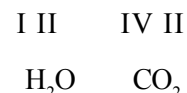
Атомы химических элементов имеют особое природное свойство — они могут удерживать определенное число других атомов. Это свойство получило название **валентность** (от латинского слова *Valentia*, что означает «сила»).

Валентность атомов химических элементов выражают числом (от 1 до 8). Так, валентность водорода 1, а валентность кислорода 2. Это значит, что атом кислорода может удержать два атома водорода. Вот почему формула воды H_2O .

Какова валентность углерода в углекислом газе?

Легко сообразить. Если атом углерода удерживает два атома кислорода, который двухвалентен, то атом углерода четырехвалентен.

Принято обозначать валентность римскими цифрами и записывать их над химическим знаком в формулах, например так:



Некоторые химические элементы имеют постоянную валентность, а другие — переменную валентность. Например, углерод может быть четырехвалентным, как в углекислом газе, но может быть и двухвалентным, как в угарном газе CO :



угарный газ, или оксид углерода (II)

В химическом названии веществ, содержащих элементы с переменной валентностью, как правило, указывают величину валентности элемента в скобках после его названия.

В сложных веществах атомы разных химических элементов находятся в определенных количественных соотношениях согласно их природному свойству — валентности. Валентность выражают числами от 1 до 8. Водород всегда одновалентен, кислород — двухвалентен.

ВАЛЕНТНОСТЬ АТОМОВ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ * ПОСТОЯННАЯ
ВАЛЕНТНОСТЬ * ПЕРЕМЕННАЯ ВАЛЕНТНОСТЬ

- I. Почему состав воды не может быть таким:
 H_5O или HO_4 ?
- II. Какова валентность углерода природном газе метане,
химическая формула которого CH_4 ?
- III. . Что означает слово «валентность»?

§ 7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВАЛЕНТНОСТИ

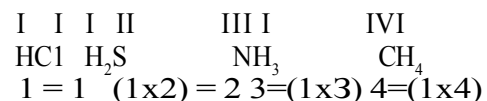
ПО ХИМИЧЕСКИМ ФОРМУЛАМ СЛОЖНЫХ ВЕЩЕСТВ, СОСТОЯЩИХ ИЗ ДВУХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Почему необходимо знать валентность химических элементов? Это нужно для того, чтобы узнавать состав веществ. Зная состав, можно предугадать свойства веществ и решить, как правильно их использовать и как с ними обращаться.

Научимся и мы определять валентность по известным химическим формулам. Позднее мы познакомимся с тем, как узнавать состав любого вещества.

Определим валентность химических элементов в таких веществах: хлороводороде HCl , сероводороде H_2S , аммиаке NH_3 , метане CH_4 . Хлороводород, растворяясь в воде, образует соляную кислоту. Она есть в желудочном соке нашего организма. Сероводород — газ с очень неприятным запахом, который образуется при гниении белков, например при гниении белка куриных яиц. Аммиак — тоже пахучий газ. Его запах известен всем, кто нюхал нашатырный спирт, то есть раствор аммиака в воде. Метан — природный газ, который идет по трубопроводу к горелкам бытовых газовых плит.

В составе всех этих веществ есть водород, который одновалентен. Валентность элементов, которые с ним соединены, будет равна числу атомов водорода. Валентность хлора, следовательно, равна 1, серы — 2, азота — 3, углерода — 4. Запишем ответы римскими цифрами:



В сложном веществе, состоящем из двух элементов, суммарное значение валентности атомов одного элемента всегда равно сумме числовых значений валентности другого элемента.

***ВАЛЕНТНОСТЬ * СУММАРНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ВАЛЕНТНОСТИ?** 1. Определите валентность химических элементов в сложных веществах, формулы которых приведены ниже: а) SiH_4 PH_3 H_2O ; б) NO_2 NO N_2O_3 2. Определите валентность химических элементов, полученных в результате реакций соединения, - в оксиде меди, сернистом газе, сульфиде железа, где сера двухвалентна.

§ 8. ГОРЕНИЕ. УСЛОВИЯ ГОРЕНИЯ И ЕГО ПРЕКРАЩЕНИЯ

Один из признаков химической реакции — выделение света и тепла. Такие реакции называют **горением**.

Горение — самая первая реакция, которую стали использовать еще первобытные люди. С помощью огня они обогривались и готовили пищу, а позднее научились выплавлять металлы из природных руд и получать другие нужные человеку вещества и материалы.

В русском языке есть много пословиц об огне: «Не шути с огнем — обожжешься», «Огня бойся, воды берегись», «Огонь — беда и вода — беда, а без огня и воды — нет хуже беды». И все же огонь, живое пламя, всегда притягивал к себе человека, завораживал его.

Вслушайтесь в строки замечательного русского поэта А. А. Фета:

Ярким солнцем в лесу пламенеет костер, И, сжимаясь, трещит
можжевелик; Точно пьяных гигантов столпившийся хор,
Раскрасневшись, качается ельник. Я и думать забыл про
холодную ночь, До костей и до сердца прогрело; Что
смущало, колеблясь, умчалось прочь, Будто искры в дыму,
улетело...

Понять сущность горения сумели только в XVIII веке. Французский ученый Антуан Лавуазье на опытах доказал, что при горении веществ происходит взаимодействие кислорода воздуха с горючими материалами, то есть **окисление**. Каковы условия горения?

Чтобы зажечь горючее вещество, его надо нагреть до температуры воспламенения. Температура воспламенения древесины — примерно 270°C , серы — около 250°C , каменного угля — 350°C .

Чтобы в воздухе шел процесс горения, нужно присутствие кислорода. Это — второе необходимое условие горения.

А как решить обратную задачу — погасить горящее вещество?

Очевидно, нужно либо охладить его до температуры, которая ниже, чем **температура воспламенения**, либо прекратить доступ кислорода.

Чтобы погасить пламя горячей спиртовой лампочки, то есть спиртовки, накрывают фитиль колпачком и тем самым прекращают доступ кислорода, который содержится в воздухе. Огонь гасят накрывая горящий предмет плотной тканью, брезентом. При пожаре нужно дей-ствовать решительно и быстро (рис. 9).

Горящую древесину заливают водой, которая охлаждает ее и частично перекрывает доступ кислорода. А горящие бензин, керосин, нефть водой не зальешь. Они легче воды и будут гореть, плавая на поверхности воды. В этих случаях на помощь приходит углекислый газ, который выделяется при работе огнетушителя. В огнетушителе он получается при взаимодействии кислоты с содой, перемешивается с веществами, образующими пену, которая струей направляется на горящие предметы. Углекислый газ тяжелее воздуха. Он опускается на горящее вещество, оттесняя от него кислород. Пламя гаснет (рис. 10).



Пожарные знают, что на раскаленные металлы нельзя лить воду, а надо пользоваться огнетушителем. Вода при попадании на раскаленный металл может разложиться на два газа — водород и кислород. Смесь их взрывоопасна, поэтому пожар не прекратится, а, наоборот, усилится.

Рис.9 Гашение загоревшегося плотной тканью



Рис. 10. Огнетушитель: 1 —устройство (в разрезе); 2 — тушение горящего бензина

Знания об условиях горения и его прекращения нужны любому человеку, чтобы уберечься от пожаров.

Процесс окисления может происходить с выделением тепла, но без света, идти медленно. Примером медленного окисления может быть гниение органических остатков растений и животных, а также разложение навоза. Навоз медленно взаимодействует с кислородом воздуха, при этой реакции выделяется тепло, поэтому в парниках и теплицах навоз используют не только как органическое удобрение, но и для утепления почвы.

Горючие материалы в результате медленного окисления иногда так сильно разогреваются, что загораются. Известно, что промасленные материалы, долгое время пролежавшие в куче, могут самовозгореться. Поэтому на заводах запрещается оставлять в цехах тряпки от протирки станков и машин.

Горение — это реакция окисления веществ с выделением света и тепла. Условия горения: нагревание до температуры воспламенения, наличие кислорода. Условия прекращения горения: охлаждение и прекращение доступа кислорода. Медленное окисление сопровождается выделением тепла.

ГОРЕНИЕ * МЕДЛЕННОЕ ОКИСЛЕНИЕ * ТЕМПЕРАТУРА ВОСПЛАМЕНЕНИЯ

1. Почему в воздухе горение происходит медленнее, чем в чистом кислороде?
2. Что такое температура воспламенения?
3. Как вы прекратите горение:
 - а) сухой травы; б) разлитого бензина?
4. Что такое самовозгорание? Когда оно происходит?
5. Объясните, как вы понимаете приведенные в тексте пословицы.

§ 9. СТРОЕНИЕ ПЛАМЕНИ

Из скольких и каких частей состоит пламя?

Рассмотрим пламя спиртовки или свечи (рис. 11). Мы увидим три части пламени: темную внутреннюю, яркую среднюю и менее яркую наружную. Изучим наружную часть пламени. Внесем на несколько секунд в пламя лучинку, при этом будем держать ее так, как показано на рисунке 12. Лучинка не успеет загореться, но все же обуглится, потемнеет в той части, которая пересекла наружную часть пламени. Значит, эта часть пламени самая горячая и в ней надо держать нагреваемый предмет.

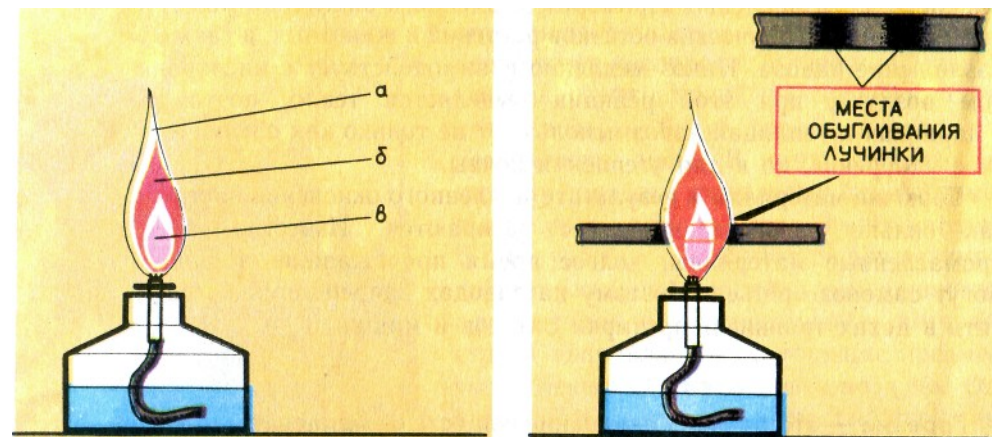


Рис. 11. Пламя спиртовки — наружная (а), средняя (б) и внутренняя (в) части

Рис. 12. Опыт, доказывающий, что наружная часть пламени самая горячая

В наружной части пламени, которая соприкасается с воздухом, полностью сгорает горючее вещество — спирт, парафин свечи или воск. При их сгорании образуется углекислый газ и вода в виде пара.

Изучим среднюю часть пламени. Подержим в средней части пламени фарфоровую пластинку или другой предмет. Мы увидим, что предмет покрылся черной сажей, то есть частичками угля (рис. 13).

Откуда взялся уголь?

Частички угля образовались при реакции разложения молекул горючего вещества. Произошло то же самое явление, какое происходит при обугливание сахара при нагревании. Частички угля в средней части пламени еще не успевают сгореть, они здесь сильно разогреты, раскалены и светятся. Этим объясняется то, что средняя часть пламени самая яркая.

Изучим внутреннюю часть пламени. Внесем во внутреннюю часть пламени стеклянную трубочку с оттянутым концом (рис. 14). Если поднести горящую спичку к отверстию трубочки, на ее конце появится пламя.

Оказывается, внутренняя часть пламени содержит пары парафина.

§ 10. ВИДЫ ТОПЛИВА И УСЛОВИЯ ЕГО РАЦИОНАЛЬНОГО СЖИГАНИЯ

Топливом называют горючие материалы, которые используют для получения тепла. Горючих веществ много, но не все служат топливом.

Топливо может быть жидким, твердым и газообразным.

Каменный уголь образовался из древних растений. Залежи каменного угля находятся на месте первобытных лесов. Стволы древовидных папоротников и хвойных деревьев, отмирая, оказались под слоями глины, песка. С течением времени благодаря процессу разложения древесины образовалось плотное по структуре вещество, которое называют каменным углем.

Горючие сланцы — это чаще всего глина, включающая органические вещества. Глина, как и песок, залегает в природе слоями. Вы могли видеть размытый крутой берег реки или обрыв и обратить внимание на то, что красивые, разноцветные слои песка чередуются со слоями глины. Слой оседал за слоем в течение тысяч лет. Поэтому нижние слои всегда древнее верхних. Они плотнее и тверже, напоминают камень, который легко раскалывается на тонкие ровные пластинки. Затвердевшая, не размокающая в воде глина называется глинистым сланцем. Если в нем много органических веществ, то его используют как топливо.

Торф образуется на дне болот при частичном разложении отмерших растений, чаще всего мохообразных. Торф используют как топливо, применяют его и как удобрение.

Древесину обычно употребляют в качестве топлива в быту. В промышленности для этой цели ее не используют. Она ценна как строительный материал и как сырье для химической переработки. Из нее получают бумагу, уксусную кислоту, спирт, искусственные волокна.

К жидким видам топлива относят бензин, керосин, мазут. Все эти вещества получают из нефти. Жидкое топливо необходимо для двигателей автомобилей, для реактивных двигателей на самолетах, ракетах.

Наиболее выгодно и эффективно газообразное топливо — природный газ. При его сгорании не остается никакого твердого остатка, так как в нем нет негорючих минеральных веществ.

Любое природное топливо содержит такие химические элементы: углерод С, водород Н и кислород О. При горении эти элементы образуют углекислый газ CO_2 и воду H_2O . Если топливо содержит примеси, то они при окислении могут образовывать вещества, загрязняющие окружающую среду, например оксид серы (IV), или сернистый газ SO_2 , оксид азота (IV) NO_2 и другие. На промышленных предприятиях делают специальные фильтры -уловители вредных отходов сгорания топлива.

Большое внимание необходимо уделять рациональному (от латинского слова *rationalis*, что значит «разумный») сжиганию топлива. Рациональное сжигание топлива — это экономное его расходование для получения максимального количества тепла. Важно соблюдать правильное соотношение топлива и воздуха. Если мало воздуха, то топливо будет сгорать не полностью, образуя сажу, то есть несгоревший уголь, улетающий в трубу и загрязняющий воздух. Если слишком много воздуха, то часть топлива будет расходоваться на нагревание этого избытка воздуха. Нагретый воздух будет улетать в трубу, унося часть тепла и создавая тепловое загрязнение окружающей среды. И в том и в другом случае сжигание топлива производится нерационально.

На промышленных предприятиях точно рассчитывают, сколько и какого

топлива требуется для получения нужного количества теплоты. Определяют, какой приток воздуха нужно создать, чтобы весь кислород полностью расходовался для горения.

Рациональное сжигание топлива более безопасно экологически, потому что при полном его сгорании не загрязняется окружающая среда.

Топливо — это горючие вещества, которые широко распространены в природе. Различают три вида топлива: твердое, жидкое, газообразное. Для рационального сжигания топлива необходимо точно соблюдать условия реакции горения.

* ТОПЛИВО *РАЦИОНАЛЬНОЕ СЖИГАНИЕ ТОПЛИВА

1.Измельчите кусочек каменного угля. На сыпьте в пробирку немного угольного порошка и сильно нагрейте. Что появилось на стенках пробирки? Осторожно понюхайте выделяющийся газ. Как вы думаете, уголь состоит из чистого углерода (С) или в нем есть примеси других веществ?

2.Обните, почему водород можно считать экологически чистым топливом.

3.Найдите на карте России месторождения твердого, жидкого и газообразного топлива.

Почему не всякое горючее вещество называют топливом? Почему, например, нельзя использовать как топливо серу, хотя она горит и встречается в природе в больших количествах?

Какие основные виды топлива вы знаете, чем они отличаются друг от друга? Чем сходны все виды топлива?

Глава К. МЕХАНИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

*Сила сцепленья Вяжет пары, Моць
тяготенья Держит миры...*

Н. А. Морозов

§ 14. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕЛ. ДВИЖЕНИЕ

Механическое движение

Каждый из нас знаком с **механическими явлениями** — падением тел на поверхность Земли, движением Луны вокруг Земли, вращением колес автомобиля.

Любое механическое явление связано с перемещением тел относительно друг друга в пространстве. Брошенный камень перемещается относительно поверхности Земли, приближается к ней и, наконец, падает на эту поверхность. Луна перемещается относительно любого тела, находящегося на поверхности Земли, например относительно дома, в котором вы живете. Вы сами, когда идете в школу, перемещаетесь относительно домов, деревьев. Такое перемещение тел называют **механическим движением** (рис. 24).

В нижней части рисунка 24 изображена доска, на которой лежит тяжелый груз. Эта доска находится в покое, но части ее переместились относительно друг друга: средняя часть доски опустилась вниз. Доска изменила свою форму. Перемещение частей одного и того же тела относительно друг друга тоже является механическим явлением. При этом тело изменяет форму, а иногда и размеры — **деформируется**. Деформируются детали машин и станков, деформируются полы в наших домах, на которых стоит мебель, деформируются парты, где лежат ваши учебники.

Движение всегда привлекало внимание человека. Поэты, художники воспроизводят движение в слове, рисунке, в линиях и красках. Вспомните стихи Пушкина о зимней дороге.

При изучении механического движения тел пользуются понятием скорость, которое вам известно из математики. Выражение «скорость автомобиля равна 80 км/ч» означает, что за каждый 1 час времени автомобиль проходит расстояние (путь), равное 80 километрам. Скорости движения тел могут быть как очень маленькими, так и очень большими. Например, скорость движения черепахи в среднем всего 0,2 км/ч, а скорость космического корабля, движущегося по орбите вокруг Земли, — 7,8 км/с (или 28000 км/ч)..

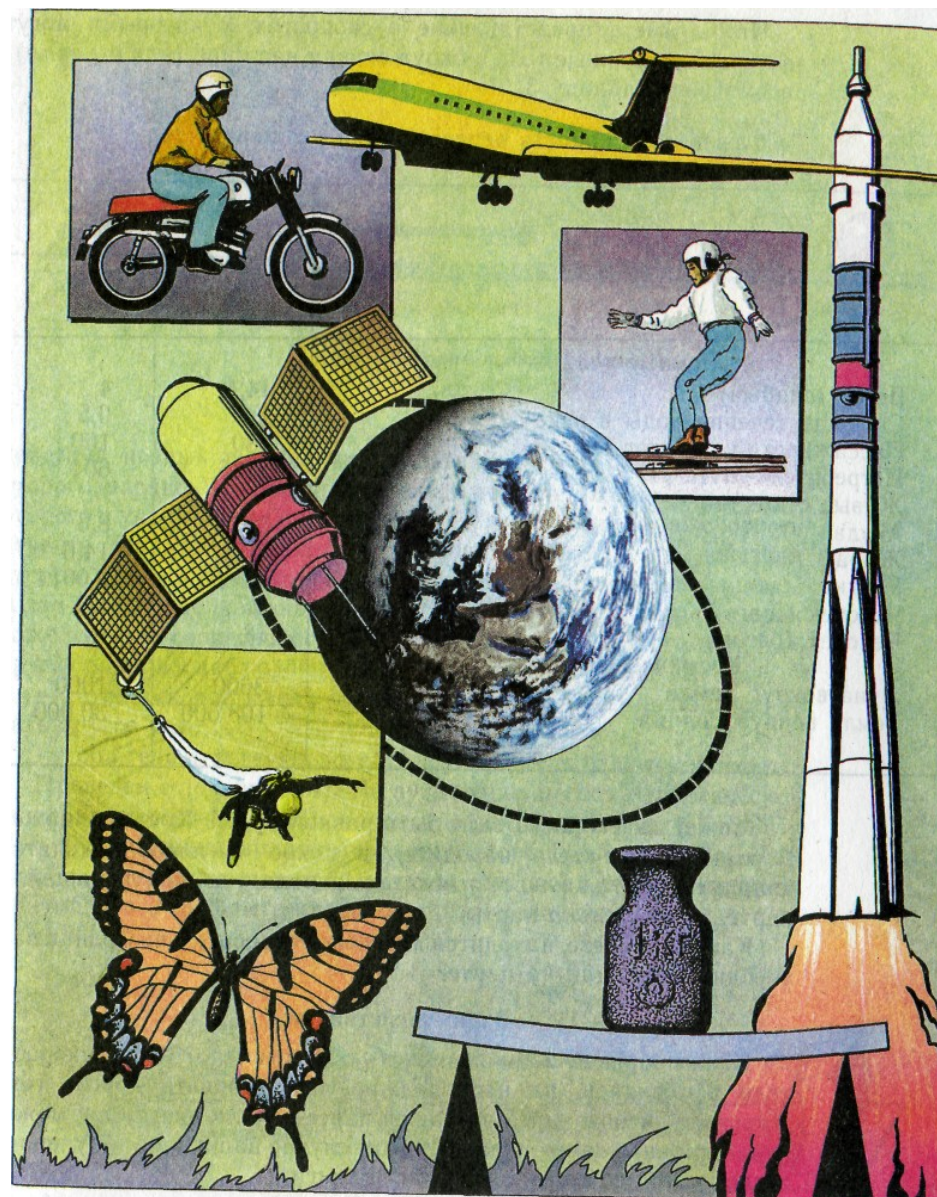


Рис. 24. Механическое движение различных тел

Взаимодействие тел.

Каким образом можно изменить скорость тела? Чтобы скорость тела изменилась, на него должно подействовать другое тело. Например, чтобы книга на вашей парте начала двигаться, можно подействовать на нее рукой. В этом случае ваша рука и будет тем телом, которое изменило скорость книги.

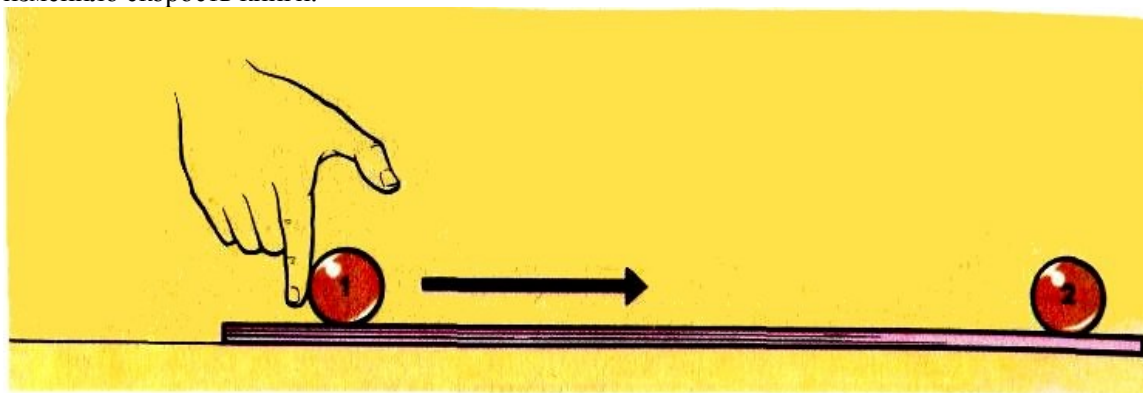


Рис.25. Взаимодействие шариков.

Обратимся к опыту (рис.25). На горизонтальном желобе на некотором расстоянии друг от друга расположены два неподвижных шарика. Заставим первый шарик изменить свою скорость и начать двигаться, подтолкнув его рукой. В результате этого действия первый шарик начал двигаться по желобу в сторону второго шарика. Что произойдет, когда первый шарик докатится до второго и ударит его? Опыт показывает, что скорость первого шарика уменьшится. Значит, в результате действия второго шарика на первый скорость первого уменьшилась. А что произошло со вторым шариком? После удара второй шарик тоже изменил свою скорость и начал двигаться. Из этого и многих других опытов и наблюдений можно сделать следующие выводы:

- чтобы скорость тела изменилась, на него должно подействовать другое тело
- оба тела действуют друг на друга — **взаимодействуют**.

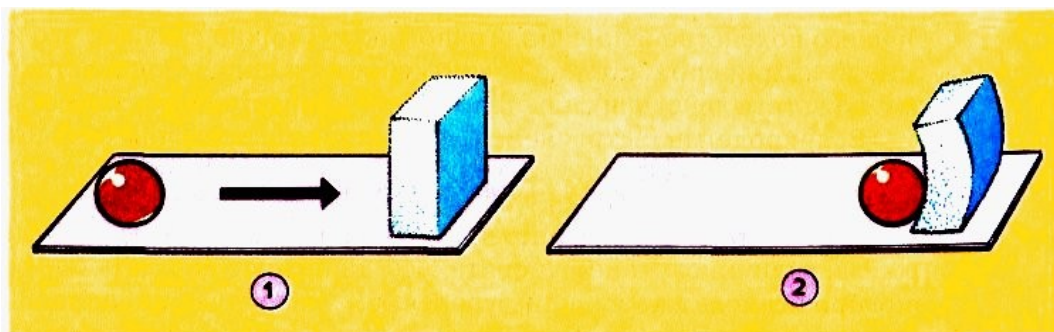


Рис.26. Столкновение шарика с куском поролона.

Проведем еще один опыт. На пути движущегося металлического шарика поместим кусок поролона, прочно закрепив его (Рис.26). При столкновении шарика с поролоном скорость шарика уменьшается и он останавливается, а кусок поролона деформируется. Значит, и в

этом опыте происходит взаимодействие тел.

Механические явления связаны с перемещением тел относительно друг друга в пространстве (механическое движение) или с перемещением частей одного и того же тела относительно друг друга (деформация). Механическое движение характеризуют скоростью. Чтобы изменилась скорость тела, на него должно подействовать другое тело. Тела всегда взаимодействуют, то есть действуют друг на друга.

*МЕХАНИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ *МЕХАНИЧЕСКОЕ ДВИЖЕНИЕ * ДЕФОРМАЦИЯ
*СКОРОСТЬ *ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕЛ

1. Рассмотрите рисунок 24. Назовите движущиеся тела. Относительно каких других тел они движутся?
2. Приведите примеры механического движения: а) в природе; б) в технике; в) в быту
3. Прodelайте следующий опыт. Возьмите кусок резинового шнура длиной 15-20 см. Сделайте на концах небольшие петли и подвесьте его на одной из них. Возьмите тело массой 100—200 г и подвесьте его на нижней петле шнура. Что произошло со шнуром? Какие тела взаимодействуют в этом опыте?
4. Скорость, с которой может бежать заяц, a 60 км/ч. Скорость, с которой может лететь комнатная муха, — 5 м/с. Что означают величины?

§ 15. СИЛА. ИЗМЕРЕНИЕ СИЛ. ДИНАМОМЕТР

Вы знаете, что при действии одного тела на другое происходит их взаимодействие. Для описания и характеристики действия одного из взаимодействующих тел применяется понятие **силы**. Если в результате столкновения двух шариков, как было показано на рисунке 25, второй шарик начал двигаться, то можно сказать, что на него подействовала сила. Точно так же можно сказать, что и на первый шарик при столкновении действует сила. Следовательно, в результате действия силы тело может изменить свою скорость.

В природе мы встречаемся с действиями различных сил.

Сила тяжести

Мяч, которым вы играете в футбол или волейбол, ручка или книга, если их случайно уронить, всегда падают вниз. Любое тело, подброшенное вверх или уроненное, обязательно падает на *поверхность Земли*. Это происходит потому, что все тела притягиваются Землей. Такое явление называют **тяготением**. На все тела, окружающие нас, и на нас самих действует сила притяжения Земли, которую называют **силой тяжести**.

Благодаря силе тяжести удерживаются на поверхности Земли воды рек, озер, морей и океанов. Эта сила не дает атмосфере покинуть нашу планету.

Сила тяжести всегда направлена вертикально вниз. Ее удобно изображать на рисунках отрезком прямой линии со стрелкой на конце, как показано на рисунке 27. Принято обозначать силу буквой F («эф») — от английского слова *force* — «сила»).

Сила упругости

Рассмотрим рисунок 28—2. На груз, висящий на пружине, действует сила тяжести, но он не падает на поверхность Земли, а остается висеть на пружине. Скорость груза равна нулю. Что же позволяет грузу находиться в этом положении? Оказывается, кроме силы тяжести, на груз действует и другая сила — **сила упругости** пружины. Как же возникла эта сила? Под действием груза пружина растянулась, то есть деформировалась. Одни части пружины переместились относительно других. В результате деформации пружины и возникла сила упругости.

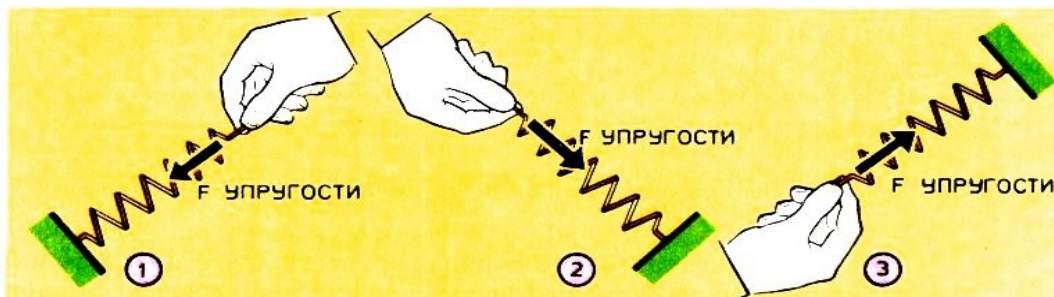


Рис. 28. Направление силы упругости

Эта сила возникает, например, когда тело пытаются растянуть, сжать, закрутить. Причем чем больше растягивают или сжимают тело, тем больше сила упругости.

Сила упругости возникает и в том случае, если на поверхность тела (стол, пол) или подвес (нить, пружина) оказывает действие другое тело за счет земного тяготения. Например, если человек стоит на полу, он давит на пол; если грузик подвешен на пружине, он растягивает пружину. Силу, с которой вследствие притяжения к Земле тело действует на опору или подвес, называют **весом тела**. Следовательно, вес человека — это сила, с которой он давит на пол.

Как и любая сила, сила упругости имеет направление. Проведем опыт. Прикрепим небольшую пружину одним концом к деревянной опоре и, придерживая ее, будем растягивать пружину, меняя ее положение. Всякий раз возникающая сила упругости будет направлена вдоль пружины, препятствуя ее растяжению (рис. 28).

Сила трения

Есть еще одна сила, с которой мы очень часто встречаемся. Подтолкните игрушечную машину, заставьте ее двигаться. Что произойдет с машиной через некоторое время? Она остановится. То же можно наблюдать, если толкнуть карандаш и проследить за его движением. Что заставило эти тела остановиться? Оба тела остановились под действием силы, которую называют **силой трения**. Сила трения возникает при движении одного тела по поверхности другого.

Если одно тело скользит по поверхности другого, то возникающую при этом силу называют **силой трения скольжения**. Сила трения скольжения возникает, когда вы скользите на санках или на лыжах. Куда направлена эта сила? Сила трения всегда направлена в сторону, противоположную движению. Если вы не будете отталкиваться палками, когда катитесь на лыжах, то под действием силы трения в конце концов остановитесь.

Вы знаете, что силу упругости можно увеличить или уменьшить, если сильнее или слабее растянуть пружину. А как увеличить или уменьшить силу трения? Это можно сделать несколькими способами.

Проделайте опыт. Возьмите две дощечки: одну гладкую, а вторую с наклеенной полоской наждачной бумаги. Заставьте деревянный кубик скользить сначала по гладкой, а затем по шероховатой поверхности дощечки. В первом случае кубик до остановки пройдет некоторое расстояние, а во втором — почти сразу остановится. Значит, во втором случае сила трения была больше, чем в первом. Можно сделать вывод, что величина силы трения скольжения зависит от состояния трущихся поверхностей. Следовательно, чтобы уменьшить силу трения скольжения между поверхностями тел, нужно сделать эти поверхности более гладкими, а чтобы увеличить — более шероховатыми.

Силу трения скольжения можно уменьшить и другим способом, например при помощи смазки поверхностей. Так поступают для уменьшения силы трения между скользящими деталями различных машин и механизмов.

Но и это не все! Если кубик, с которым мы проводили опыты, поставить на колеса и укрепить их, то при движении сила трения станет очень мала. Кубик после толчка проедет по доске значительно большее расстояние. Колеса не скользят по доске, а катятся. В этом случае силу трения называют **силой трения качения**. Сила трения качения гораздо меньше, чем сила трения скольжения.

Единица силы

Чтобы сравнить между собой различные силы и, например, заранее рассчитать, какую силу может выдержать железнодорожный мост, механизм, инструмент, необходимо выразить величину силы определенным числом.

В пятом классе вы познакомились с единицей массы — 1 кг. Для определения величины силы используется единица 1 Н (ньютон). Эта единица названа в честь английского ученого Исаака Ньютона. Чему же равна сила в 1 Н? Существует ли эталон этой единицы?

Нет, для единицы массы 1 кг эталон существует, а для единицы силы — нет. Единица силы определяется иначе. Определяют единицу силы (1 ньютон), используя понятие силы тяжести.

Так как величина силы тяжести зависит от массы тела, можно найти тело такой массы, что действующая на него сила тяжести будет равна 1 Н. Масса такого тела оказывается невелика. Она равна приблизительно 102 г. На тело массой 204 г будет действовать сила тяжести, равная 2 Н, и т. д.

Используя обозначение силы, можно кратко записать: на тело массой 102 г действует сила $F_1 = 1Н$, на тело массой 204 г действует сила $F_2 = 2Н$.

Динамометр

Прибор, с помощью которого можно измерить силу, называется динамометром (от двух греческих слов: *dinamis* — «сила» и *metreo* — «меряю»). Одной из разновидностей такого прибора является пружинный

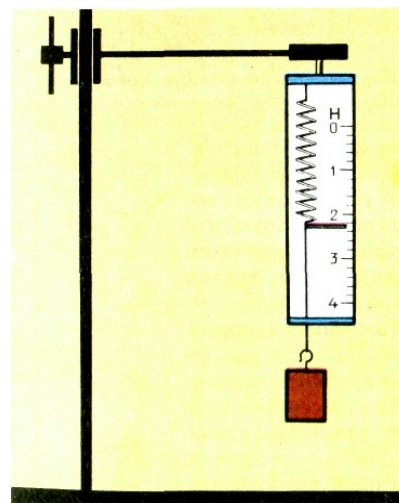


Рис. 32. Динамометр

динамометр. Называется он так потому, что главной его частью является упругая пружина. Один конец пружины закреплен на дощечке, а другой в виде стержня с крючком на конце свободен. На пружине есть указатель (рис. 32). Чем больше сила, приложенная к крючку динамометра, тем сильнее растягивается пружина прибора. Сила упругости, возникающая в пружине, всегда равна по величине той силе, которая действует на крючок. Но пока на приборе нет шкалы, мы не сможем определить численное значение силы. Динамометр надо проградуировать, то есть сделать шкалу с делениями.

Практическая работа «Градуирование динамометра и измерение сил».

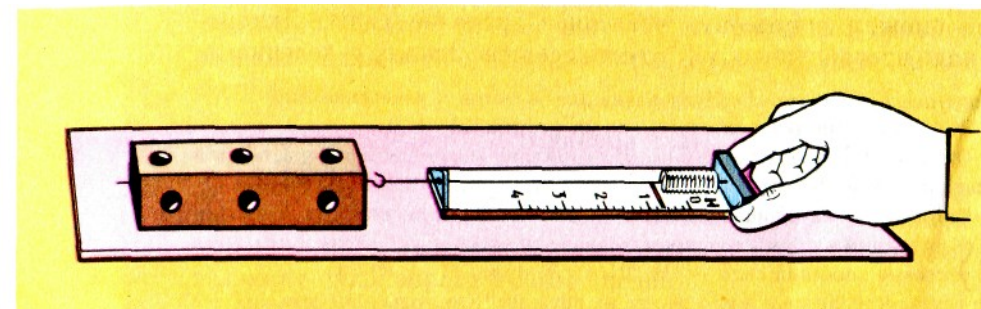
- IV. Закрепите дощечку в штативе, как на рисунке 33—1.
- V. Отметьте нулевое деление шкалы: положение указателя при нерастянутой пружине (рис. 33—2).
- VI. Осторожно подвешивая грузы, сначала один, потом два, три и четыре, отметьте штрихами на бумаге соответствующие положения указателя и напишите рядом числовые значения силы— 1Н, 2Н и т. п. (рис. 33—3, 33—4).

Не оставляйте грузики долго висеть на пружине. Как только вы отметите все положения указателя, сразу снимите их!

1. Промежутки между штрихами разделите на четыре равные части. Расстояние между двумя ближайшими штрихами на шкале называется ценой деления. Какая цена деления получилась у вашего прибора? Запишите в тетрадь: цена деления=...
2. Каков предел измерения вашего динамометра, то есть наибольшая величина, которую он может измерить? Запишите в тетрадь: F пред. = ...
3. Измерьте силу тяжести, действующую на деревянный брусок. Для этого подвесьте его на крючке динамометра и заметьте положение указателя. Запишите показание прибора: $F = \dots$

Измерьте силу трения, действующую на деревянный брусок, скользящий по деревянной линейке (рис. 34). Указатель динамометра должен при этом находиться в одном и том же положении. Запишите $F_{тр} = \dots$

Рис. 34. Измерение силы трения



Действие одного тела на другое характеризуют силой. Наша планета притягивает все тела. Сила, действующая на тело вследствие притяжения к Земле, называется силой тяжести. Сила тяжести всегда направлена вертикально вниз. При деформации тел возникает сила упругости. Вес тела — это сила, с которой тело действует на поверхность другого тела или подвес. При движении одного тела по поверхности другого возникает сила трения. Направлена сила трения противоположно движению тела. Единица силы 1 ньютон (Н). 1 ньютон равен силе тяжести, действующей на тело массой примерно 102 г.

СИЛА *ТЯГОТЕНИЕ *СИЛА ТЯЖЕСТИ *СИЛА УПРУГОСТИ *СИЛА ТРЕНИЯ *
ЕДИНИЦА СИЛЫ 1 НЬЮТОН

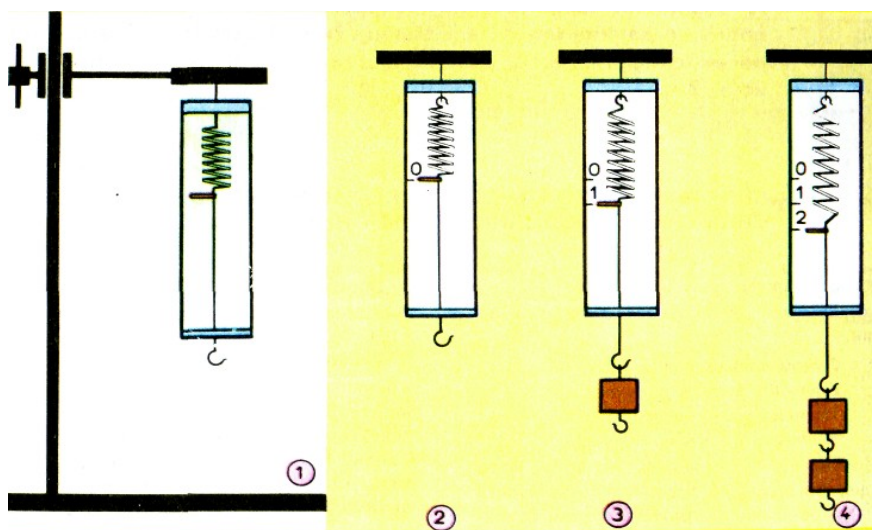


Рис. 33. Градуирование динамометра: 1—укрепление дощечки в штативе, 2— динамо, без груза, динамометр с одним (3) и двумя (4) грузами

§ 16. АРХИМЕДОВА СИЛА

Наверное, вы задумывались над тем, почему одни тела плавают на поверхности воды, а другие тонут, почему возможно плавание судов, подводных лодок, полет воздушных шаров и дирижаблей?

Мяч, опущенный в воду, всплывает на поверхность воды. Почему? На мяч подействовала сила, которая вытолкнула его из воды.

Практическая работа «Обнаружение и измерение силы, действующей на тела в жидкости».

Для работы вам потребуются: стеклянный сосуд с водой; тело, привязанное к тонкому резиновому шнуру; динамометр.

VII. Возьмите за конец резиновый шнур и поднимите привязанное к нему тело (рис. 35). Затем опустите тело в сосуд с водой. Что вы наблюдаете?

VIII. Подвесьте тело к пружине динамометра и заметьте показание динамометра (рис. 36). Опустите тело в воду. Запишите показание динамометра.

IX. Какой вывод можно сделать из этих наблюдений? Вывод запишите в тетрадь.

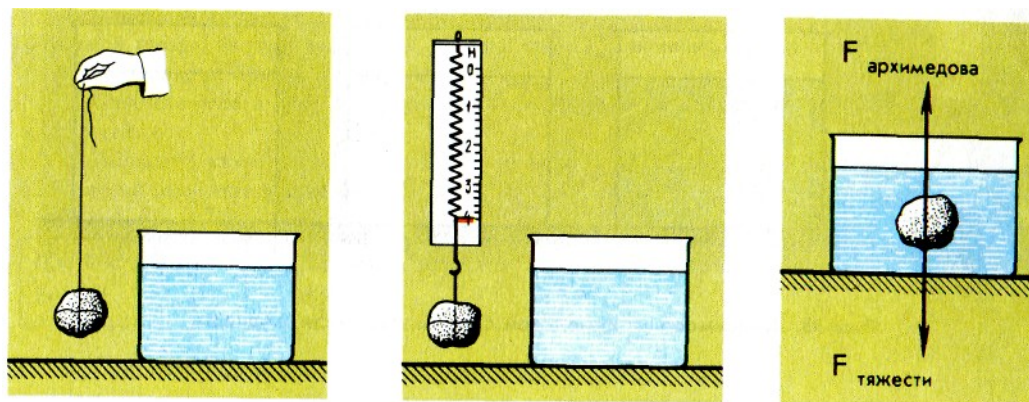


Рис. 37. Силы, действующие на тело, погруженное в сосуд с водой

На тело, находящееся в жидкости, действует сила, выталкивающая это тело из жидкости. Впервые величину выталкивающей силы, действующей на тело в жидкости, рассчитал древнегреческий ученый Архимед, живший в III веке до нашей эры. Поэтому эту силу называют **архимедовой силой**. Обозначают архимедову силу так: F архимедова ($F_{арх.}$).

Как направлена архимедова сила? Вы обратили внимание на то, что при опускании тела в воду пружина сокращается (сжимается). Она сократится точно так же, если действовать на тело снизу вверх с некоторой силой, например рукой. Следовательно, *архимедова сила действует на тело и направлена вверх*. Изобразим силы, действующие на погруженное в воду тело (рис. 37).

Только ли в воде на тело действует архимедова сила?

Тело, подвешенное к динамометру, последовательно погрузим в дистиллированную воду, керосин и подсолнечное масло (рис. 38). По указателю динамометра отметим значение архимедовой силы. В какой жидкости архимедова сила больше? Из опыта можно сделать вывод, что значение архимедовой силы зависит от плотности жидкости: чем больше плотность, тем больше значение архимедовой силы.

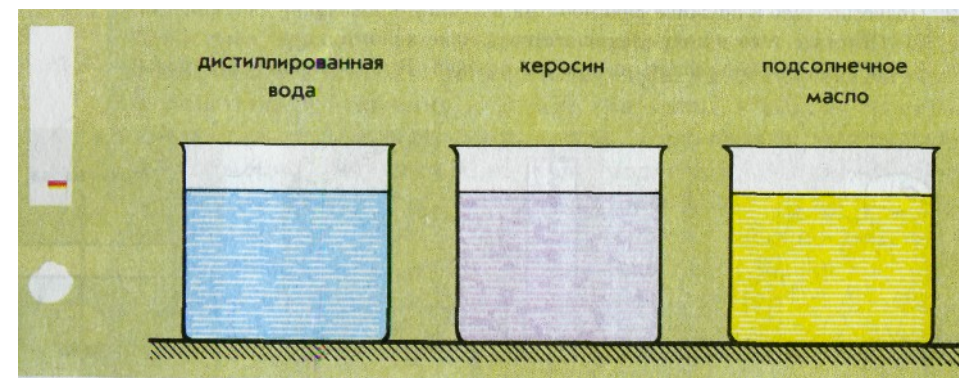


Рис. 38. Зависимость архимедовой силы от плотности жидкости

Условия плавания тел

Прделаем опыт. В отливной сосуд нальем воду до уровня боковой трубки (рис. 39). После этого в сосуд погрузим плавающее тело, предварительно взвесив его в воздухе. Тело вытесняет объем воды, равный объему погруженной части тела. Взвесив эту воду, найдем, что ее вес равен силе тяжести, действующей на плавающее тело, или весу этого тела в воздухе. Но вес воды, вытесненной погруженной частью тела, равен архимедовой силе. Следовательно, *тело плавает в жидкости, если сила тяжести равна архимедовой силе*: $F_{тяж.} = F_{арх.}$

Практическая работа «Определение условий плавания тел».

Вам понадобятся: сосуд с водой и набор тел (стальной гвоздь, фарфоровый ролик, кусочки свинца, алюминия, органического стекла, пенопласта, пробки, парафина).

Опустите тела в воду по очереди. Плотности веществ найдите в таблице плотностей.

Выясните, какие из этих тел плавают в воде, а какие тонут. Результаты наблюдений оформите в виде таблицы.

§ 17. ДАВЛЕНИЕ. АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ

Как вы думаете, может ли рука произвести действие в несколько раз больше того, которое гусеничный трактор оказывает на почву? Оказывается, вы проделывали это неоднократно, например вдавливая кнопку в доску. Сила, с которой вы при этом действовали, была не слишком велика, около 50 Н. Подсчитайте, во сколько раз вес гусеничного трактора (он равен примерно 50 000 Н) больше этой силы. Но дело в том, что результат действия силы зависит не только от ее величины, но и от площади, на которую сила действует. Чем меньше площадь, тем большее действие оказывает одна и та же сила. Площадь острия кнопки 0,1 мм², площадь гусениц трактора примерно 1,5 м², что в 15 миллионов раз больше. Следовательно, действие, которое производится острием кнопки, примерно в 15000 раз больше.

Величину, которая характеризует действие силы на единицу площади поверхности, называют **давлением**.

Обозначают давление буквой «р» («пэ») (не путайте с обозначением веса «Р», там буква заглавная, а здесь маленькая). Для того чтобы определить, какое давление оказывает сила F на площадь S , нужно значение силы разделить на величину площади:

$$p = F/S$$

По этой формуле давление рассчитывают в том случае, когда сила действует равномерно на всю эту площадь перпендикулярно к ней: например, если надо определить, какое давление оказывает вода на дно стакана или человек, когда он стоит, на пол.

Какова же единица этой величины? Если подействовать силой в 1 Н на площадь 1 м², то давление будет равно 1 Н/м². Эта единица носит название «**паскаль**» по имени французского ученого Блеза Паскаля. Обозначается она 1 Па.

1 Па — очень маленькое давление. Такое давление окажет на вашу ладонь кусочек бумаги площадью 1 см².

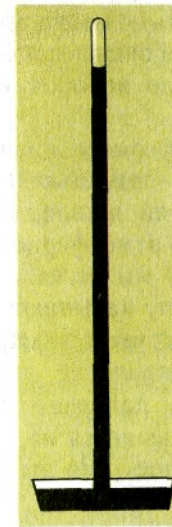
Вам знакомы слова: «Атмосферное давление равно 760 миллиметрам ртутного столба» (сокращенно записывают так: 760 мм рт. ст.)? **Миллиметры ртутного столба** — это также единица давления. Используют ее для измерения давления воздуха — атмосферного давления.

Прделаем следующий опыт. Нальем в сосуд воду. В воду опустим трубку, внутри которой находится поршень. Если поднимать поршень, то за ним будет подниматься и вода (рис. 40). Но оказалось, что выше 10 м вода за поршнем не поднимается.

Изучением этого явления занялся итальянский ученый Эванд-желиста Торричелли (1608 — 1647). Он взял стеклянную трубку длиной около 1 м, один конец которой был запаян, и заполнил ее



Рис. 40. Подъем воды за поршнем



41. Опыт Торричелли

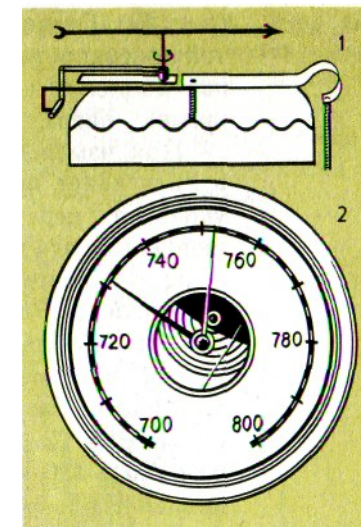


Рис. 42. Устройство (1) и внешний вид (2) барометра-анероида

ртутью, затем опрокинул эту трубку в сосуд с ртутью (рис. 41). Часть ртути из трубки вылилась в сосуд, а в трубке остался столб ртути высотой примерно 760 мм.

Торричелли предположил, что оставшаяся часть ртути не выливается из трубки потому, что этому препятствует давление воздуха. Атмосферный воздух давит на поверхность ртути в сосуде. Ртуть из трубки не выливается. Значит, давление ртути равно атмосферному давлению. Если бы оно было больше атмосферного, ртуть выливалась бы из трубки в сосуд (заметим, что в трубке над ртутью воздуха нет). Если бы оно было меньше атмосферного, ртуть поднималась бы по трубке вверх.

Вода поднималась за поршнем насоса именно в результате действия атмосферного давления. Столб воды высотой 10 м оказывает давление, равное атмосферному. Вот почему на высоту больше 10 м поршневой насос воду подавать не может.

Чем больше атмосферное давление, тем выше столб ртути в опыте Торричелли. Поэтому таким прибором можно измерять атмосферное давление. Называют его барометром (от слов *baros* — «давление» и *metreo* — «меряю»). Одной из главных частей этого прибора является ртуть. Поэтому прибор получил название ртутного барометра. Но он неудобен и небезопасен при использовании. Пары ртути (а ртуть с открытой поверхности в сосуде испаряется) вредны для человеческого организма.

Рассмотрим устройство другого барометра — анероида

42). Главная его часть — металлическая коробочка с волнистой поверхностью. Из коробочки выкачан воздух. Чтобы атмосферное давление не раздавило коробочку, пружинка оттягивает ее крышку вверх.

При изменении атмосферного давления крышка прогибается и натягивает пружину. С помощью особого механизма стрелка-указатель перемещается по шкале. Если стрелка стоит против цифры 750, это значит, что атмосферное давление в данный момент в данном месте равно 750 мм рт. ст.

Давление 760 мм рт. ст. называют нормальным атмосферным давлением. Следует знать, что это справедливо, только если мы измеряем атмосферное давление на уровне моря. В горах нормальное атмосферное давление значительно меньше. При подъеме на 12 м оно уменьшается на 1 мм рт. ст. Следовательно, на высоте 120 м нормальное (для этой территории) атмосферное давление равно 750 мм рт. ст.

Вычислите, чему равно нормальное атмосферное давление для Москвы, Санкт-Петербурга, вашего города или села. Для этого вам необходимо вспомнить, как определяют высоту места над уровнем моря.

Давление — физическая величина, численно равная силе, действующей на площадь, равную 1 м². Давление измеряется в паскалях. Атмосферное давление — давление воздуха, которое действует на все тела на Земле. Атмосферное давление измеряется в паскалях и миллиметрах ртутного столба.

ДАВЛЕНИЕ * АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ * БАРОМЕТР

1. Что представляет собой атмосфера Земли?
2. Расскажите об опытах, подтверждающих существование атмосферного давления.

1. Определите цену деления и показание барометра на рисунке 42.

Если у вас дома есть барометр, определите цену деления его шкалы и запишите его показания при измерении давления на разной высоте: на первом и последнем

этажах дома; на берегу реки — у воды и на высоком склоне. Сравните показания и объясните их различия.

2. Прделайте следующий опыт. Положите на стол деревянную линейку или дощечку такой же формы. Половина линейки должна свешиваться со стола. Слегка надавите на свободный конец линейки, и вы увидите, что второй конец

легко приподнимается. А теперь накройте лежащий на столе конец линейки развернутым листом газеты и надавите еще раз. Что вы почувствовали?

Если резко ударить по свободному концу, можно сломать линейку, а газета едва приподнимется. Что держит линейку?

§ 18. РАБОТА И ЭНЕРГИЯ

Три друга взяли одинаковые футбольные мячи массой 400 г и поднялись на балконы 2, 3, 4-го этажей (рис. 43). Четвертый друг наблюдал за движением мячей на земле. Он обратил внимание на следующее: 1) во всех случаях, независимо от положения мяча, образуется система тел (мяч — планета Земля);

2) со стороны Земли на каждый из мячей действует одинаковая по направлению и значению сила тяжести: $F_{тяж.} = 4 \text{ Н}$; 3) при одновременном опускании мячей они проходят до падения на землю различные расстояния: $S_1 = 3 \text{ м}$, $S_2 = 6 \text{ м}$, $S_3 = 9 \text{ м}$.

Умножив силу тяжести, действующую на мяч, на расстояние, пройденное телами, можно рассчитать работу силы тяжести. Друзья знали, что работа обозначается буквой «А» и рассчитывается по формуле:

$$A = F \cdot S$$

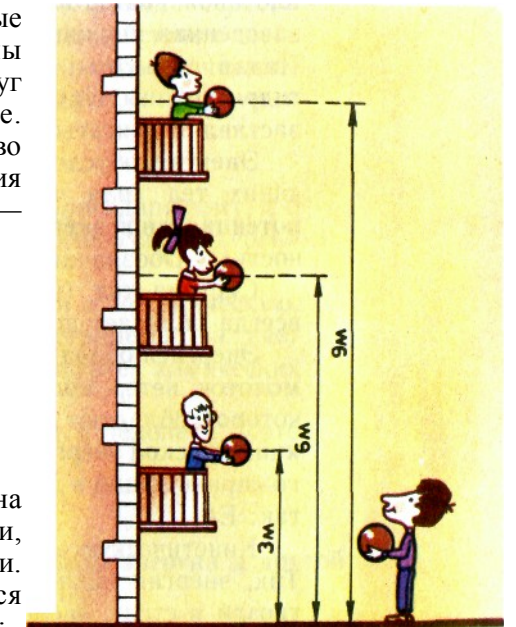


Рис. 43. Различные положения футбольного мяча

За единицу работы -принимают работу, совершенную силой в 1Н на пути в 1 м. Единицу работы называют **джоулем** и обозначают так: 1 Дж. Эта единица названа в честь английского ученого Джеймса Джоуля (1818—1889). 1 Дж (джоуль) = 1 Н (ньютон) • 1 м (метр),

$$\text{или } 1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Работа силы тяжести для каждого случая: A_1

$$= 4 \text{ Н} \cdot 3 \text{ м} = 12 \text{ Дж}$$

$$A_2 = 4 \text{ Н} \cdot 6 \text{ м} = 24 \text{ Дж}$$

$$A_3 = 4 \text{ Н} \cdot 9 \text{ м} = 36 \text{ Дж}$$

Следовательно, сила тяжести, действующая на мяч, совершила различную работу.

Если тело или система тел способны совершить работу, то считают, что они обладают энергией (от греческого *energeia* — «действие, деятельность»). **Энергия** — величина, показывающая, какую работу может совершить тело (или система тел). Чем большую работу способно совершить тело, тем большей энергией оно обладает.

Энергию обозначают буквой *E* и выражают в тех же единицах, что и работу, то есть в джоулях (Дж).

Тела, поднятые над поверхностью Земли (например, поднятая плотина вода), или тела, упруго деформированные (например, заведенная пружина часов, сжатый воздух), обладают энергией. Падая с высоты, вода совершает работу, приводя в действие гидротурбины. Пружина часов, раскручиваясь, совершает работу, заставляя двигаться часовой механизм.

Энергия, обусловленная взаимным положением взаимодействующих тел (или частей одного и того же тела), называется **потенциальной энергией** (от латинского слова *potentia* — «возможность»). Обозначают потенциальную энергию так: *Ep*.

Система тел (например, поднятая плотина вода и Земля) всегда обладает потенциальной энергией.

Энергией обладают и движущиеся тела, например движущийся молоток, ветер, колеблющийся маятник, летящая птица. Энергия, которой обладают тела вследствие своего движения, называется **кинетической энергией** (от греческого слова *kinetikos*, означающего «приводящий в движение»). Обозначают кинетическую энергию так: *Ek*.

Кинетическую энергию мы используем для совершения работы. Так, энергия движущегося молотка используется при вбивании гвоздя в стену, энергия ветра — для работы ветродвигателя.

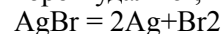
Тела могут обладать одновременно и потенциальной, и кинетической энергией. Например, пикирующий сокол обладает как кинетической энергией, так и потенциальной энергией относительно Земли.

Энергия может передаваться от одного тела к другому. Так, при стрельбе из лука потенциальная энергия натянутой тетивы переходит в кинетическую энергию летящей стрелы. Явления обычно сопровождаются превращением одного вида энергии в другой. Так, при движении стрелы в воздухе она нагревается. Это значит, что механическая энергия частично превращается во внутреннюю. Что понимают под внутренней энергией тела?

Как вы знаете, тела состоят из атомов и молекул. Частицы взаимодействуют — притягиваются и отталкиваются, то есть обладают потенциальной энергией; они непрерывно движутся, то есть обладают кинетической энергией. Энергию движения (кинетическую) и энергию взаимодействия (потенциальную) частиц, из которых состоят тела, называют **внутренней энергией тел**.

Солнце — источник энергии, оно оказывает воздействие на все тела Солнечной системы, в том числе и на Землю. Температура внутри Солнца около 15 млн. градусов. При такой температуре происходит превращение водорода в гелий, при этом выделяется большое количество энергии.

На Земле в растениях происходит превращение солнечной энергии в химическую при фотосинтезе. Солнечная энергия превращается в химическую при разложении бромида серебра $AgBr$ при фотографировании. На фотопленке под действием света бромид серебра превращается в мелкие частички серебра черного цвета и бром. При проявлении пленки бром удаляют, и получается негатив:



Жуки-светлячки хорошо заметны в темноте благодаря тому, что в особом органе свечения на конце брюшка химическая энергия превращается у них в световую (табл. 4).

Химическая энергия может превращаться и в механическую. Работа мышц животных и человека осуществляется за счет энергии, выделяемой в организме в результате химических превращений веществ.

Энергия, необходимая для жизни растений и человека, — это преобразованная энергия Солнца.

Таблица 4. **Превращение одного вида энергии в другой в живых организмах**

Превращение энергии	Где оно происходит
Химическая энергия в электрическую	Нервные клетки (головной мозг)
Световая энергия в химическую	Растения
Световая энергия в электрическую	Сетчатка глаза
Химическая энергия в механическую	Мышечные клетки (движения организмов)
Химическая энергия в световую	Органы свечения

Способность тела (или системы тел) совершать работу — энергия. Энергия, обусловленная взаимным положением взаимодействующих тел (или частей одного и того же тела), — потенциальная энергия. Энергия, которой обладают тела вследствие своего движения, — кинетическая энергия. Энергия движения и взаимодействия частиц, из которых состоит тело, — внутренняя энергия. Природные явления сопровождаются превращением одного вида энергии в другой.

РАБОТА * ЭНЕРГИЯ * ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ * КИНЕТИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ * ВНУТРЕННЯЯ ЭНЕРГИЯ * ДЖОУЛЬ

Глава III. ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

§ 19. РАЗНООБРАЗИЕ ТЕПЛОВЫХ ЯВЛЕНИИ

Жизнь на Земле зависит от энергии, излучаемой Солнцем. Около 1/3 солнечной энергии отражается от атмосферы обратно в космическое пространство, а 2/3 проходит сквозь нее до Земли. Большая часть этой энергии поглощается Землей и превращается в тепло, часть отражается от земной поверхности (рис. 44).

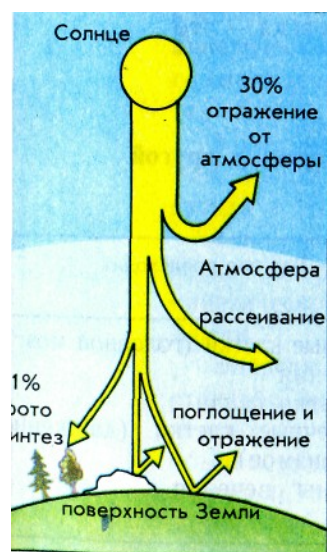


Рис. 44. Распределение солнечной энергии на Земле

самых грандиозных процессов в природе. За год в среднем с поверхности Земли испаряется 577 млн. м³ воды. Она испаряется с поверхности Мирового океана, озер, рек, водохранилищ и других водоемов. Огромное количество воды испаряют растения. Так, 1 га пшеницы испаряет около 2000 м³, 1 га капусты — около 8000 м³, а 1 га взрослых лиственных деревьев — до 15000 м³ воды за лето.

Испаряется не только вода, но и другие жидкости, а также твердые тела. Например, нафталин или камфора испаряются при комнатной температуре, минуя жидкое состояние. Точно так же испаряются кристаллы брома, иода, льда. Многие из вас наблюдали высыхание влажного белья на морозе. Вначале оно замерзает, затем лед испаряется и белье высыхает.

Испарение имеет большое значение в жизни человека и животных.

Нагревание и охлаждение

Вы, наверное, замечали, что, если опустить в стакан с горячей водой чайную ложку, она нагреется. Горячая вода, налитая в стакан, при этом охладится. Нагревание и охлаждение — это тепловые явления. Нагревание и охлаждение в природе происходят постоянно. В солнечный летний день нагреваются почва, камни, песок, вода в водоемах и другие тела. После захода Солнца за горизонт тела охлаждаются, воздух становится прохладнее. При нагревании температура тел повышается, а при охлаждении понижается.

Испарение и конденсация. Кипение

Летним вечером или ранним утром вы, вероятно, наблюдали туман над рекой, озером. При нагревании воды в кастрюле вы также наблюдали восходящие потоки. И жарким летом, и холодной осенью лужи после дождя высыхают. Что общего между всеми этими явлениями? Во всех случаях наблюдается превращение воды в водяной пар — испарение. Испарение — способ передачи влаги из водоемов в атмосферу. Испарение воды — один из

Недостаточное испарение может вызвать перегревание организма. Вы, наверное, замечали, что, выходя из воды после купания, даже в жаркий день ощущаете прохладу. Это происходит потому, что при испарении воды температура на поверхности тела понижается.

В природе широко распространен и другой процесс: превращение водяного пара в жидкость — конденсация. Попробуйте подышать на зеркало. Его поверхность покрывается капельками воды — это конденсируются водяные пары. С этим процессом мы встречаемся в повседневной жизни. Когда воздух становится холоднее, то водяной пар, находящийся в воздухе, оседает на траве, листьях и других предметах в виде маленьких капелек воды, то есть выпадает роса. Облака появляются также в результате конденсации водяного пара. Поднимаясь над землей и водоемами в верхние, более холодные слои воздуха, водяной пар образует облака, состоящие из мельчайших капелек воды. Если температура воздуха достаточно низкая, то капельки воды замерзают. Из таких облаков выпадает снег, а иногда и град.

При наблюдении за нагреванием воды в стеклянном сосуде можно заметить, как в ней появляются мелкие пузырьки. Поскольку вода испаряется не только с поверхности, но и внутри пузырьков, в них кроме воздуха будет накапливаться еще и водяной пар. Пузырьки с паром и воздухом растут и поднимаются вверх на поверхность жидкости. Достигнув поверхности, пузырьки лопаются, и находящийся в них водяной пар выходит в окружающую среду. Вода кипит (рис. 45). Кипение — это испарение, происходящее как с поверхности, так и изнутри жидкости.

Кипение происходит при определенной температуре — температуре кипения. Температура кипения воды близка к 100°C.

Испарение, конденсация, кипение — это тепловые явления.

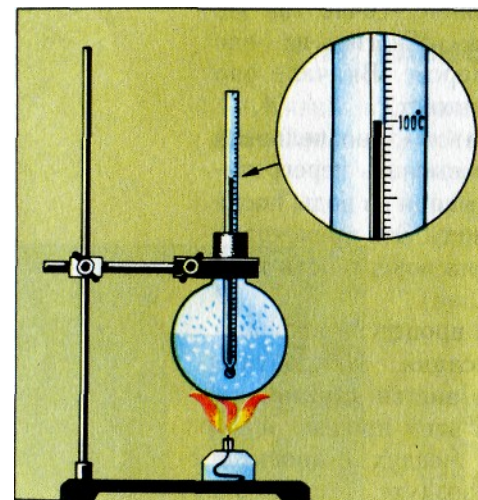


Рис. 45. Кипение воды некоторое время парафин застынет, перейдя в твердое состояние.

Плавление и отвердевание

Весной, когда пригревает Солнце, снег и лед начинают таять, превращаясь в воду. Таяние льда — это плавление. Осенью, когда начинаются заморозки, вода превращается в лед — наблюдается отвердевание. Плавление льда и отвердевание воды — это тепловые явления.

Металл также можно расплавить, если нагреть до высокой температуры. При этом металл из твердого состояния переходит в жидкое. При понижении температуры жидкий металл можно перевести в твердое состояние. Вы могли наблюдать плавление парафина, например, когда зажигали парафиновые свечи. Если потушить свечу, то через

Тепловое расширение тел

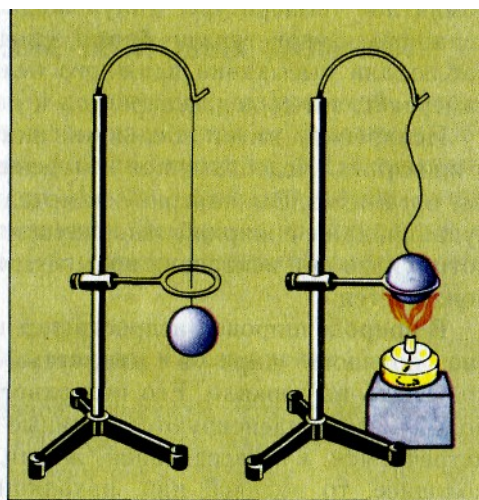


Рис. 46. Тепловое расширение твердых тел

Возьмем стальной шарик, подвешенный на цепочке. Подберем такое металлическое кольцо, через которое шарик может свободно проходить, но чтобы его диаметр лишь немного отличался от диаметра шарика (рис. 46—1). Что произойдет, если шарик нагреть? Нагретый шарик не сможет пройти через кольцо (рис. 46—2). Значит, при нагревании объем шарика увеличился, он расширился. Подождите, пока шарик охладится до прежней температуры, и попробуйте опять пропустить его сквозь кольцо. Он будет проходить свободно. Это явление получило название теплового расширения.

Расширяются при нагревании и сжимаются при охлаждении не только твердые тела, но и жидкости и газы.

С проявлениями теплового расширения вы часто встречаетесь дома, на улице. Его приходится учитывать в технике, в строительстве, быту. Например, телеграфные провода в жаркую летнюю погоду удлиняются и сильнее провисают, а зимой укорачиваются. Провода телеграфных, телефонных и других линий связи не натягивают очень сильно, чтобы не произошло их обрыва зимой. Железнодорожные мосты не закрепляют с обоих концов наглухо, а один конец ставят на катки или на ролики. Строительные балки укладывают так, чтобы в стенках оставались зазоры. Тогда при расширении балок не будут возникать трещины.

В природе распространены тепловые явления: нагревание и охлаждение, испарение и конденсация, кипение, плавление и отвердевание. Тепловое расширение тел — тепловое явление, которое проявляется в природе, учитывается в быту и технике.

Прочтите начало стихотворения И. С. Никитина «Утро»:

Звезды меркнут и гаснут. В огне облака.
Белый пар по лугам расстилается.
По зеркальной воде, по кудрям лозняка
От зари алый свет разливается.

Дремлет чуткий камыш. Тишь, безлюдье вокруг.

Чуть приметна тропинка росистая.
Куст заденешь плечом — на лицо тебе вдруг
С листьев брызнет роса серебристая...

Найдите в этих строках упоминание о тепле явлениях. О каких именно явлениях идет речь? Что означает словосочетание «белый пар»?

§ 20. СВОЙСТВА ВОДЫ

Вы уже знаете, что вода прозрачна, бесцветна, текуча, не имеет запаха и вкуса. Вода относится к тем редким веществам, которые иногда можно встретить одновременно в трех состояниях: в виде твердого тела (лед), в виде жидкости (вода) и в виде газа (водяной пар).

Какими же еще свойствами обладает вода?

Тепловое расширение воды

Что происходит с водой при нагревании? Проведем опыт. Небольшую стеклянную колбу, закрытую пробкой, через которую проходит узкая трубочка, наполним подкрашенной водой так, чтобы часть ее находилась в трубочке над пробкой (рис. 47-1). Отметим уровень воды цветным пластилином. Нагреем колбу в пламени спиртовки. Мы заметим, что уровень воды в трубке поднимется. Это значит, что при нагревании вода расширяется, а объем ее увеличивается (рис. 47-2). После прекращения нагревания уровень воды в трубке понижается (рис. 47-3). Значит, при охлаждении вода сжимается, а ее объем уменьшается.

Тепловое расширение испытывают и другие жидкости, например спирт, ртуть, керосин, нефть.

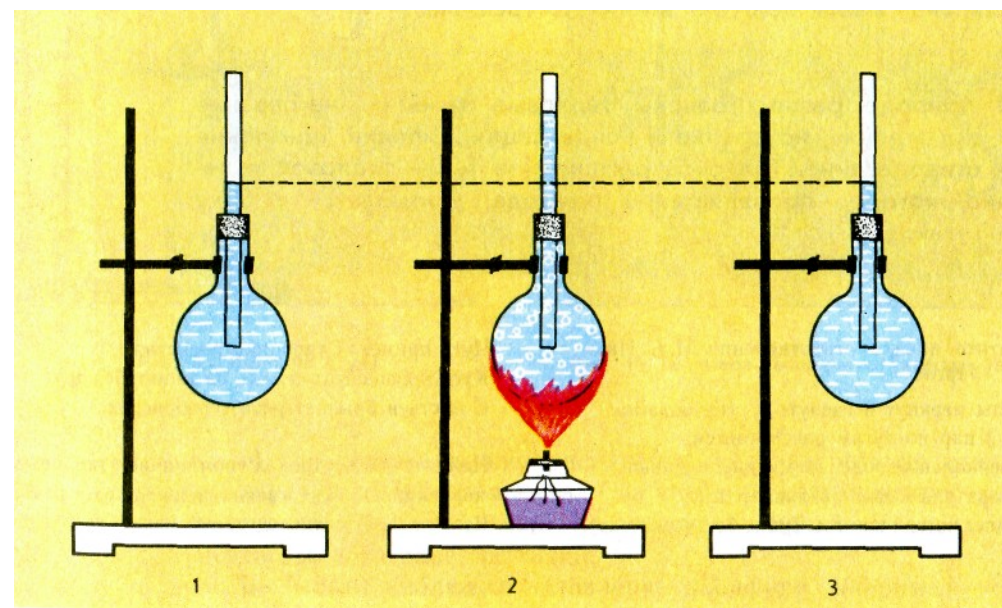


Рис. 47. Тепловое расширение воды

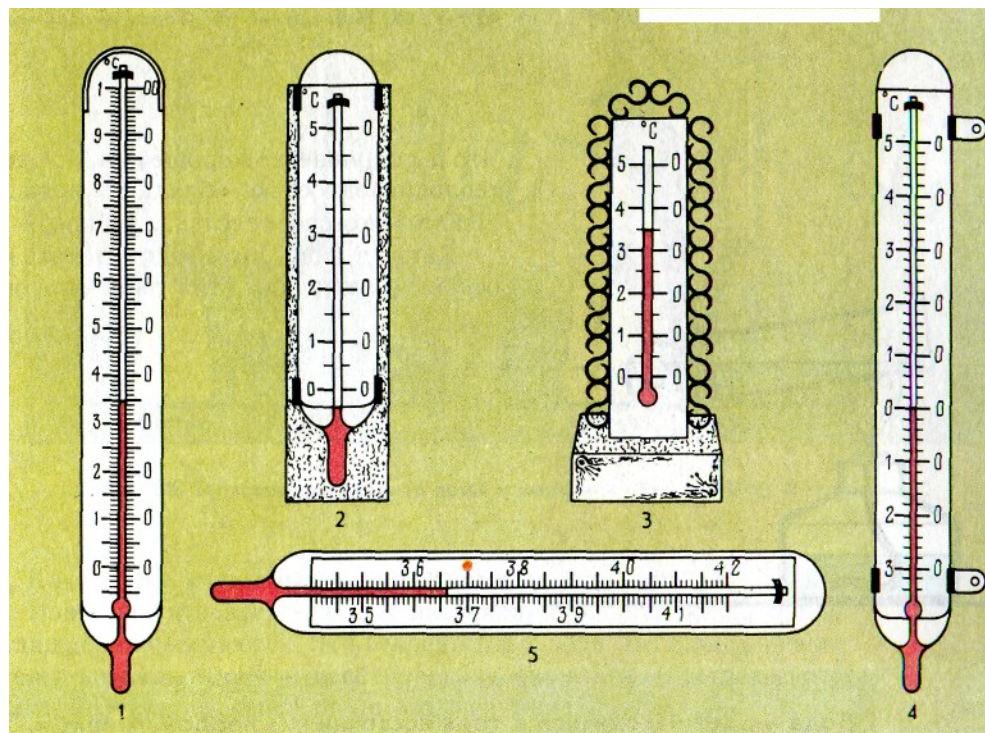


Рис. 48. Жидкостные термометры

Тепловое расширение жидкостей используется в измерительных приборах — жидкостных термометрах. На рисунке 48 показан внешний вид различных жидкостных термометров.

Вода обладает и другими важными свойствами. Чтобы убедиться в этом, выполните два опыта.

1. Наблюдение упругости воды

Наберите в медицинский шприц (или в стеклянную трубку с поршнем) воды.

При закрытом выпускном отверстии медицинского шприца (или стеклянной трубки с поршнем) попробуйте вдвинуть поршень, сжав воду. Что вы ощущаете?

Наблюдение теплопроводности воды

Налейте в пробирку столько воды, чтобы ее уровень не доходил до краев на 1,5—2 см, и положите в нее кусочек льда. Возьмите пробирку за нижний конец и нагревайте воду в верхней части пробирки (рис. 49). Нагрелась ли вода в нижней части пробирки?

§ 21. «СЮРПРИЗЫ» ВОДЫ

Как вы уже знаете, водная оболочка Земли называется гидросферой. Земля — единственная планета Солнечной системы, обладающая гидросферой. Вода — такая распространённая и такая на первый взгляд обыкновенная жидкость — обладает некоторыми особенностями, отличающими её от других жидкостей.

Какими же «чудесными» свойствами обладает вода?

Известно, что все тела при нагревании расширяются, а при охлаждении сжимаются. Это относится и к воде. Но в расширении и сжатии воды имеется особенность — аномалия (от греческого *anomalía* — отклонение от нормы, неправильность).

В сосуд с тающим льдом опустим колбу с трубкой, наполненную водой, и для сравнения, такую же колбу с керосином. Уровни жидкости в трубках одинаковы. После того как лёд растает, температура воды и керосина будет повышаться и принимать значения 0°C, 1°C, 2°C, 3°C, 4°C, 5°C и т. д. При этом уровень керосина будет повышаться — керосин расширяется. Вода же при нагревании от 0 до 4°C сжимается и лишь после того, как её температура примет значение 4°C, начнет расширяться. Будем охлаждать воду и керосин, например, от 15 до 0°C. Мы заметим, что керосин при охлаждении сжимается, вода же будет сжиматься только от 15 до 4°C, а затем от 4° до 0°C она расширяется.

Наибольшую плотность ρ , равную 1000 кг/м³, вода имеет при 4°C. Эта особенность воды имеет большое значение для живых организмов. Вы знаете, что в глубоких водоёмах (пруд, озеро, река) вода не промерзает до дна. Почему?

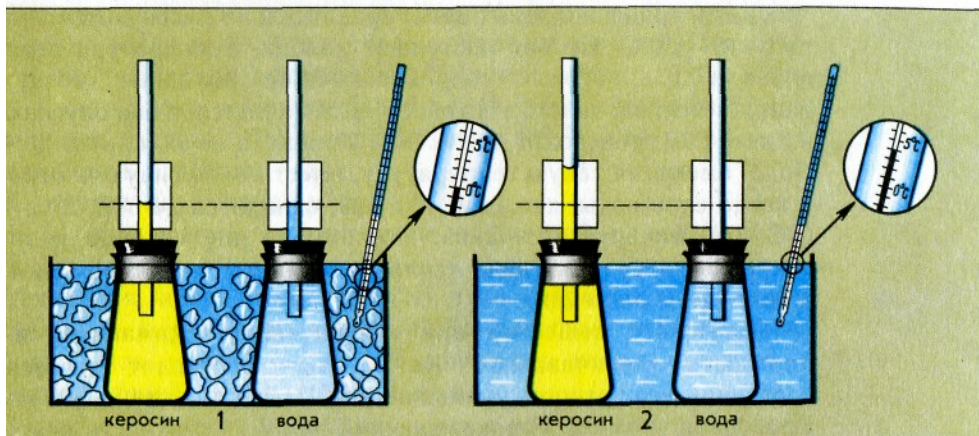


Рис. 51. Изменение плотности воды в зависимости от температуры

Летом вода в водоёмах имеет сравнительно высокую температуру — 18—25°C. Но вот наступают холода. Температура верхних слоев воды, которые соприкасаются с холодным воздухом, понижается, плотность этих слоев увеличивается, и они опускаются на дно. Так происходит до тех пор, пока вода не охладится до 4°C. Вода, имеющая такую температуру, имеет наибольшую плотность, и когда слои воды, лежащие над ней, охладятся до 3°C, 2°C, 1°C, 0°C, они не опустятся вниз. Поэтому на дне водоёма и зимой сохраняется сравнительно тёплый слой воды, в котором зимуют животные и растения.

Почти все вещества при отвердевании сжимаются, и их плотность увеличивается. Когда вода переходит в твердое состояние, её плотность уменьшается. Плотность льда — 900 кг/м³. Благодаря этому лёд, покрывающий зимой поверхность водоёма, не опускается на дно, не тонет. Почему же за долгую холодную зиму глубокие водоёмы не охлаждаются? А происходит это ещё и потому, что лёд и вода плохо проводят тепло. А если поверх льда лежит ещё и снег, а он состоит из кристалликов льда, между которыми находится воздух (воздух ещё хуже проводит тепло), то такая «шуба» надёжно защищает от мороза нижние слои в водоёмах.

Наибольшую плотность вода имеет при 4° С. Когда вода превращается в лёд, плотность её уменьшается. Вода — плохой проводник тепла. Особенность теплового расширения воды: при нагревании от 0 до 4°С вода сжимается, при охлаждении от 4 до 0°С — расширяется.

Глава IV. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И МАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

§ 22. ЭЛЕКТРИЗАЦИЯ ТЕЛ. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЗАРЯЖЕННЫХ ТЕЛ

и раздавалось потрескивание, когда вечером в темной комнате вы снимали шерстяной свитер или синтетическую кофточку. Такое же явление, но более грандиозное происходит иногда в природе. Обычно это бывает летом в жаркую погоду. Вы догадались, что речь идет о молнии.

Вот как описывает грозу писатель М. А. Булгаков: «Солнце исчезло, не дойдя до моря, в котором тонуло ежевечерне. Поглотив его, по небу с запада поднималась грозно и неуклонно грозовая туча. Края ее уже вскипали белой пеной, черное дымное брюхо отсвечивало желтым. Туча ворчала, и из нее время от времени вываливались огненные нити».

Не правда ли, грозная картина?

В течение многих тысячелетий люди наблюдали молнию и слышали гром, однако не знали причины этих явлений. Исследования, проведенные в XVIII веке американским ученым Франклином и русскими учеными Ломоносовым и Рихманом, доказали, что молния — это электрическая искра, а гром — сопровождающий ее характерный звук.

В классе мы можем наблюдать искру с помощью специального устройства, а у некоторых из вас подобное устройство есть и дома — это обыкновенная электрическая зажигалка.

Электризация тел

Для того чтобы понять, почему «искрит» в темноте снимаемый вами шерстяной свитер, познакомимся еще с одним электрическим явлением.

Проведите несколько раз по волосам расческой и поднесите ее после этого к мелко нарезанным кусочкам бумаги или металлической фольги. Что вы видите?

Такое же явление можно наблюдать, если потереть стеклянную палочку о шелк или бумагу, или палочку из эбонита о шерсть и после этого поднести ее к мелко нарезанным кусочкам бумаги: кусочки притянутся к ней.

Подвесим на шелковой нитке легкий грузик, например бумажную гильзу. Поднесем к гильзе стеклянную палочку. Положение гильзы не изменилось. Потрем стеклянную палочку о шелк и поднесем ее к гильзе. Вы видите, что гильза теперь притягивается к палочке (рис. 52).

Тело, которое после натирания притягивает к себе другие тела, называют **наэлектризованным**, так как этому телу сообщили электрический заряд.

Электризация тел происходит при соприкосновении и последующем разделении тел. Трут тела друг о друга, чтобы увеличить площадь соприкосновения и улучшить контакт между соприкасающимися телами, тем самым способствуя их электризации.

Электризуются тела, сделанные из разных веществ. В наших опытах электризовались пластмассовые расчески, стеклянная и эбонитовая палочки. Легко электризуются тела из капрона, янтаря. Способность янтаря, потертого о шерсть, притягивать пушинки,

Рис. 52. Притяжение бумажной гильзы к наэлектризованной палочке

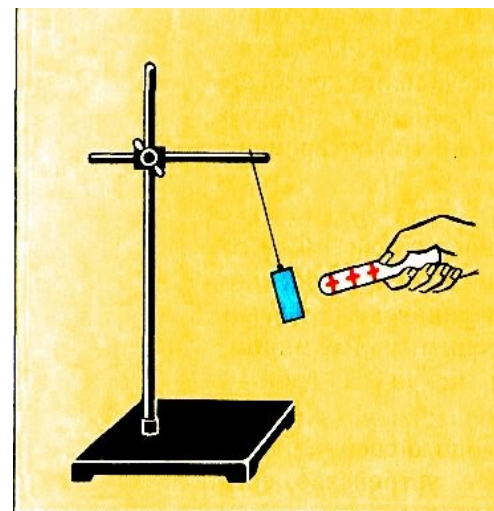
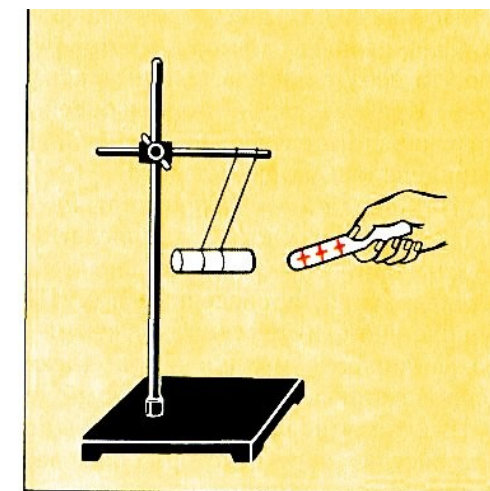


Рис. 53. Взаимодействие наэлектризованных тел к наэлектризованной палочке



соломинки была известна очень давно. В Древней Греции изучением этого явления занимался Фалес Милетский. Янтарь по-гречески *electron*, что значит «солнечный камень». Отсюда произошло и само слово «электричество».

Повторим еще раз опыт с бумажной гильзой и наэлектризованной стеклянной палочкой. Вы видите, что гильза притянулась к палочке, затем, прикоснувшись, оттолкнулась от нее.

Таким образом, можно сделать вывод, что наэлектризованные тела *взаимодействуют* друг с другом: или *притягиваются*, или *отталкиваются*.

Два рода зарядов

В каком случае наэлектризованные тела отталкиваются, а в каком случае притягиваются?

Для того чтобы ответить на этот вопрос, сделаем еще три опыта.

Наэлектризуем, потерев газетой, стеклянную палочку, подвешенную на шелковой нити. Поднесем к ней другую стеклянную палочку, также потертую о газету (рис. 53). Вы видите, что палочки отталкиваются друг от друга.

Сделаем то же самое с эбонитовыми палочками, потертыми о мех. Эбонитовые палочки тоже оттолкнутся. Можно сделать вывод, что тела, наэлектризованные одинаково, отталкиваются.

А теперь к стеклянной палочке, потертой газетой и затем подвешенной на шелковой нити, поднесем эбонитовую палочку, потертую о мех. Палочки притянутся друг к другу.

Можно предположить, что заряды, которые приобретает стеклянная палочка, потертая о газету, и эбонитовая палочка, потертая о мех, различны. Условились считать, что заряд, который в этом случае приобрела стеклянная палочка, положительный, а заряд, который приобрела эбонитовая палочка, отрицательный.

Опыты показали, что все другие тела электризуются или как стекло, потертое о

газету, или как эбонит, потертый о мех.

Интересно, что газета, с помощью которой была наэлектризована стеклянная палочка, также наэлектризовалась, причем на ней образовался отрицательный заряд. Когда электризуются соприкасающиеся тела, они всегда приобретают заряды, противоположные по знаку.

Итак, в природе существует два рода зарядов — **положительные и отрицательные**.

Вокруг заряженного тела существует электрическое поле, которое действует на другое заряженное тело, оказавшееся в нем.

Как взаимодействуют заряженные тела

Наши опыты позволяют сделать вывод и о том, как взаимодействуют заряженные тела. Тела, имеющие заряды одинакового знака, отталкиваются. Тела, имеющие заряды разного знака, притягиваются. Попробуйте объяснить следующие опыты.

Передадим заряд от наэлектризованной стеклянной палочки бумажному султану.

Бумажные полоски примут такой вид,

как на рис. 54—1. Почему?

Поднесем к этому султану второй, наэлектризованный от эбонитовой палочки. Бумажные полоски расположатся иначе (рис. 54—2). Почему?

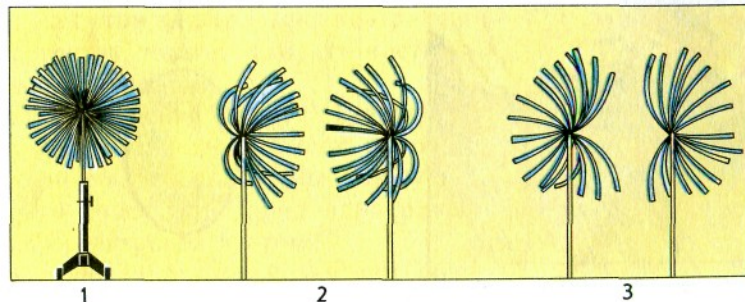


Рис. 54. опыты с бумажными султанами

3. Заменим второй султан на заряженный от стеклянной палочки, потертой о газету. Картина опять изменилась (рис. 54—3). Почему?

Зная, как взаимодействуют заряженные тела, объясним, почему бумажная гильза после прикосновения к заряженному телу отталкивается от него.

Дело в том, что при соприкосновении часть заряда с тела перешла на гильзу. Тела оказались заряженными одинаково и оттолкнулись друг от друга.

Из этого опыта можно сделать еще один важный вывод: заряд можно передавать от заряженного тела незаряженному.

Искра (электрический разряд) проскакивает между телами, имеющими противоположные по знаку заряды.

Попробуем объяснить причину возникновения молнии. Капельки воды, из которых состоят грозовые тучи, электризуются при трении о воздух и под воздействием солнечных лучей. Может получиться так, что рядом окажутся облака, имеющие заряды противоположных знаков (рис. 55). Между ними произойдет разряд — молния, сопровождаемая треском — громом.

В природе существуют два рода электрических зарядов — **положительные и отрицательные**. Тела, имеющие заряды одинакового знака, отталкиваются. Тела, имеющие заряды разного знака, притягиваются.

* ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЗАРЯЖЕННЫХ ТЕЛ * ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ *
ЭЛЕКТРИЗАЦИЯ ТЕЛ * ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЗАРЯД



Рис. 55. Возникновение молнии

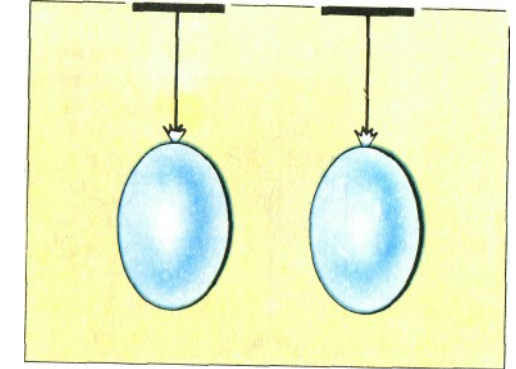


Рис. 56. Опыт с воздушными шариками

- I. Какие тела мы называем наэлектризованными?
- II. Как взаимодействуют наэлектризованные тела?

1. Прделайте следующие опыты: Надуйте воздушный шарик. Потрите его о шерсть или мех (можно даже о свои волосы). Поднесите шарик к сухой стене, ковру, шторе. Шарик «прилипнет» к ним. Надуйте другой воздушный шарик, наэлектризуйте его и подвесьте оба шарика так, чтобы они не касались друг друга (рис. 56). Что вы видите? Объясните наблюдаемое явление.

2. Прочитайте начало стихотворения поэта П. Когана «Гроза»:

Косым стремительным углом
И ветром, режущим глаза,
Переломившейся ветлой
На землю падала гроза.

И, громом возвестив весну,

Она звенела по траве,

С размаху вышибая дверь

В стремительность и крутизну

И вниз. К обрыву. Под уклон.

К воде...

О каком явлении, обязательном для грозы, не упомянуто в этом описании?

§ 24. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК. ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

§ 23. СТРОЕНИЕ АТОМА. ЭЛЕКТРОН

При объяснении различных явлений в 5 классе мы пользовались знаниями о молекулярном строении вещества. Но для объяснения электрических явлений этих знаний недостаточно. Почему тела электризуются? Почему на двух соприкасающихся телах возникают заряды противоположного знака? Каким образом передаются заряды от одних тел к другим? Чтобы ответить на эти и другие вопросы, необходимо знать, как устроен атом.

Известно, что в обычном состоянии атомы и молекулы электрически нейтральны. Но в природе должны существовать и заряженные частицы.

В 1897 году английский физик Р. Томсон открыл такую частицу — **электрон**. Условились считать, что заряд, которым он обладает, отрицательный. Электрон входит в состав атома. Но так как атом электрически нейтрален, значит, в его состав должны входить частицы с положительным зарядом.

В 1911 году английский физик Э. Резерфорд предложил следующую модель атома: положительно заряженное ядро и электроны, движущиеся вокруг него (рис. 57). Заряд ядра равен общему заряду электронов в атоме.

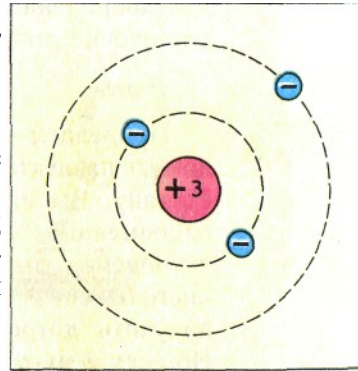


Рис. 57. Схема атома по Резерфорду

Знания о строении атомов позволяют объяснить явление электризации при трении. Когда эбонитовую палочку трют о шерсть, электроны шерсти переходят на эбонит. Поэтому эбонит заряжается отрицательно (на нем будет избыток электронов), а шерсть — положительно. Как показывает опыт, заряды эбонитовой палочки и шерсти равны по величине, так как сколько электронов потеряла шерсть, столько их получил эбонит.

Если теперь заряженной эбонитовой палочкой дотронуться до незаряженной бумажной гильзы, часть электронов перейдет на нее, а гильза тоже окажется заряженной отрицательно и оттолкнется от палочки.

В состав атома входят положительно заряженное ядро и отрицательно заряженные электроны, движущиеся вокруг него. Заряд атома равен общему заряду электронов в атоме. Тело, в котором избыток электронов, заряжено отрицательно, а тело с недостатком электронов — положительно.

*ЭЛЕКТРОН * ЯДРО АТОМА

Электрические заряды могут не только накапливаться, но и двигаться. Это происходит при искровом разряде, в том числе гигантском разряде — молнии. Но в этих случаях движение заряда кратковременное. А можно ли заставить заряды двигаться достаточно долго и как это сделать?

Электрический ток

Прделаем опыт с заряженным бумажным султаном. Передадим от наэлектризованной стеклянной палочки заряд бумажному султану. Вы видите, как расположились его листочки, получив одноименные электрические заряды (см. рис. 54 —1). Едва мы дотронемся до стержня султана металлической палочкой, как листочки опадут. Мы разрядили султан. Такой же результат можно получить, дотронувшись до стержня заряженного султана рукой. Но если в руку взять незаряженную стеклянную или эбонитовую палочку и палочкой дотронуться до стержня заряженного бумажного султана, то листочки не опадут. Заряд останется на султани. Когда мы дотронулись до него металлическим стержнем, листочки султана опали, потому что заряды ушли по металлическому проводнику и нашему телу в землю. Для того чтобы по металлическому стержню опять начали перемещаться заряды, необходимо вновь зарядить султан. Чтобы это движение продолжалось достаточно долго, нужно передавать султану электрический заряд постоянно.

Направленное (или, как говорят, упорядоченное) движение зарядов в проводнике называется **электрическим током**. В металлическом проводнике движутся электроны.

Невозможно представить себе нашу жизнь без электричества: оно освещает наши жилища и согревает их, заставляет работать радио, телефон, телевизор, холодильник и другие домашние приборы и устройства. Электрический ток используется на производстве и транспорте.

Электрическая цепь

Чтобы по проводнику шел электрический ток, используют источники тока. Простейший источник тока — батарейка для карманного фонаря. Именно ее мы будем использовать в своих опытах.

Прежде всего надо научиться собирать электрическую цепь.

1. Рассмотрите необходимое для опыта оборудование: батарейку, электрическую лампочку на подставке, ключ, соединительные провода.

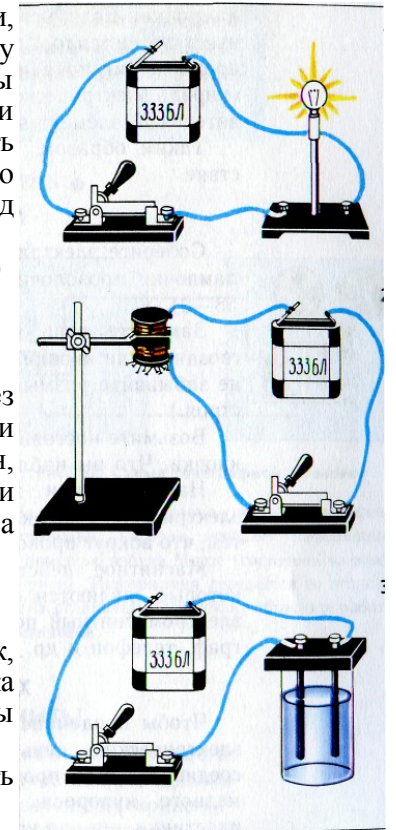


Рис. 58. Сборка электрической цепи: 1 — с электрической лампочкой; 2 — с электрическим магнитом; 3 — с раствором медного купорола

2. Соберите электрическую цепь в такой последовательности: присоедините к одному из полюсов батарейки проводник, другой конец проводника присоедините к одной из клемм подставки лампочки; вторым проводником соедините другую клемму лампочки и клемму ключа; третьим проводником соедините вторую клемму ключа и другой полюс батарейки (рис. 58—1).

3. Замкните ключ. Что вы наблюдаете?

4. Разомкните ключ. Электрическую цепь пока не разбирайте.

Если бы мы не видели электрическую лампочку, которая загорелась после замыкания ключа, то не могли бы сказать, существует ли в цепи электрический ток. Наличие тока в цепи можно обнаружить по его действиям. Познакомимся на опытах с некоторыми действиями электрического тока.

Тепловое действие тока

Обратимся к электрической цепи с лампочкой, которую вы собрали. Опять замкните ключ. Вы видите, как загорелась лампочка. Если осторожно дотронуться до лампочки пальцем, чувствуется тепло. Спираль электрической лампочки нагрелась при прохождении тока и раскалилась. Электрический ток нагревает спираль электрической плитки, электрический кипятильник, нагревательный элемент электрического камина.

Таким образом, электрический ток оказывает тепловое действие.

Магнитное действие тока

Соберите электрическую цепь, включив вместо электрической лампочки проволочную катушку с железным сердечником (рис. 58—2).

Замкните цепь и поднесите к концам катушки железные гвоздики или кнопки. Что вы наблюдаете? (После каждого опыта не забывайте размыкать цепь, иначе батарейка скоро выйдет из строя.)

Возьмите постоянный магнит и поднесите к нему гвоздики или кнопки. Что вы наблюдаете в этом случае?

На основании этого опыта можно сделать вывод, что электрический ток оказывает магнитное действие. Это объясняется тем, что вокруг проводника с током существует магнитное поле.

Магнитное действие тока используют в электромагнитах, которые являются составной частью таких устройств, как электромагнитный подъемный кран, электрический звонок, телеграф, телефон и др.

Химическое действие тока

Чтобы продемонстрировать еще одно действие тока, соберем электрическую цепь, состоящую из источника тока, ключа, соединительных проводов и химического стакана с раствором медного купороса, в который опущены две металлические пластинки или два угольных стержня (рис. 58—3). Замкнем цепь. Через некоторое время мы увидим, что на одном стержне появился налет красного цвета. Это медь. Атомы меди входят в состав молекулы медного купороса. При прохождении тока через раствор

медного купороса выделяется медь и осаждается на одном из стержней.

Это явление называется электролизом. В этом проявляется химическое действие тока. Его используют для получения меди.

Электрическим током называется упорядоченное (направленное) движение зарядов. Электрическая цепь состоит из источника тока, потребителя (например, электрической лампочки, проволочной катушки, нагревательного элемента любого электронагревательного прибора), выключателя и соединительных проводов. Электрический ток оказывает тепловое, химическое и магнитное действие.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК * ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ * ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

- X. Какое практическое использование имеет тепловое, химическое и магнитное действие электрического тока?
- XI. Назовите основные части электрической цепи.

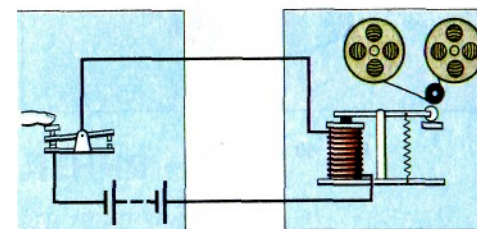


Рис. 59. Схема телеграфной установки

На рис. 59 показана схема телеграфной установки, которая передает информацию с помощью азбуки Морзе (состоящей из точек и тире). Информация передается со станции А на станцию Б. По рисунку объясните работу установки.

§ 25. ПОСТОЯННЫЕ МАГНИТЫ

Существуют тела, долгое время сохраняющие намагниченность. Их называют постоянными магнитами, в отличие от проводников с током, магнитное действие которых прекращается с прекращением тока. Постоянные магниты могут иметь различную форму (рис. 60). У них всегда имеется два полюса — северный и южный. Принято окрашивать северный полюс постоянного магнита в синий цвет, а южный — в красный. Постоянные магниты обладают магнитным полем. При этом их одноименные полюса отталкиваются, разноименные — притягиваются.

Магнитная стрелка — главная часть компаса. Это постоянный магнит (рис. 61).

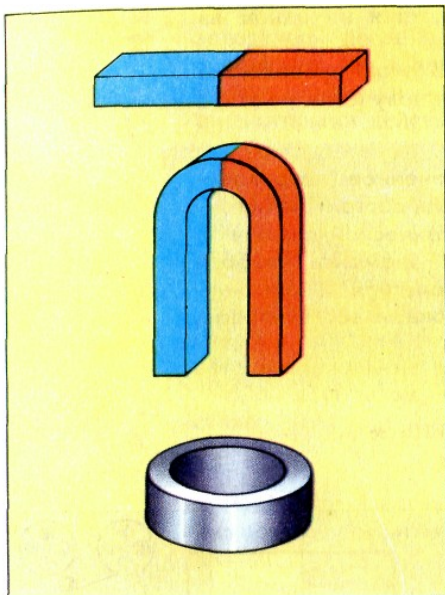


Рис. 60. Магниты

Планета Земля, как и почти все планеты Солнечной системы, обладает магнитным полем, и магнитная стрелка компаса всегда устанавливается таким образом, что указывает направление «север — юг». Поэтому компас можно использовать для ориентирования на местности.

Практическая работа «Взаимодействие постоянных магнитов» 1. На картонку или лист бумаги насыпьте тонким слоем металлические опилки. Положите на опилки полосовой магнит и осторожно приподнимите картонку, оставляя ее в горизонтальном положении. Что вы наблюдаете? магнит действует сильнее всего — на полюсах или в центральной части?

XII. Подвесьте один полосовой магнит к штативу, как показано



Рис. 61. Компас

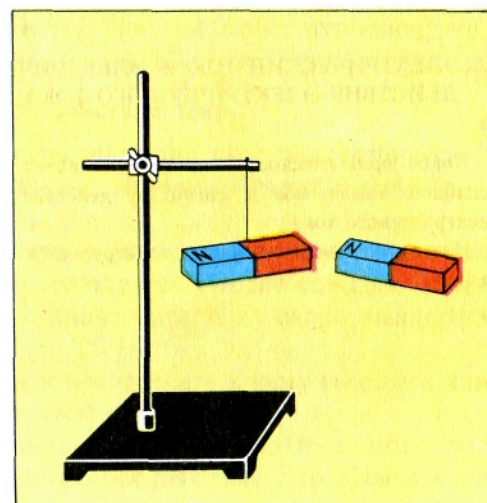


Рис. 62. Опыт с полосовыми магнитами

Где

на рисунке 62. Второй магнит поднесите к первому сначала южным, а потом северным полюсом. Как взаимодействуют магниты: притягиваются или отталкиваются?

XIII. Пронаблюдайте взаимодействие полосового магнита и магнитной стрелки компаса. Какой вывод можно сделать?

Постоянные магниты имеют два полюса — северный и южный. Одноименные полюса постоянных магнитов отталкиваются, разноименные — притягиваются. Постоянный магнит — магнитная стрелка — главная часть компаса. Компас используют для ориентирования на местности, так как он указывает направление «север — юг».

Глава V. СВЕТОВЫЕ

ЯВЛЕНИЯ

*Свет — чудный дар природы вечной, Дар бесценный и святой,
В нем — источник бесконечный Наслажденья красотой...*

М. И. Чайковский

§ 26. ИСТОЧНИКИ СВЕТА.

ПРЯМОЛИНЕЙНОСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СВЕТА. ОТРАЖЕНИЕ СВЕТА

Свет — это составная часть солнечного излучения. Свет, световые явления имеют исключительное значение для всего живого на Земле. Известно, что около 90% информации человек получает с помощью зрения. Солнечный свет позволяет нам видеть красоту окружающего мира.

Вспомните сверкающие, как драгоценные камни, капли росы, ослепительные солнечные зайчики на воде, яркую зелень травы и золотые одуванчики.

Почему же мы видим окружающий нас мир?

В комнате, где окна плотно закрыты ставнями, где не горит лампа, как бы вы ни напрягали зрение, вы не увидите ничего. Если приоткрыть ставни, пустить в комнату солнечный свет или зажечь лампу, то предметы в комнате станут видны.

Мы видим окружающие нас тела, только если свет от них попадает нам в глаза и действует на зрительный нерв.

Источники света

Среди окружающих нас тел есть такие, которые сами светятся или, как говорят, испускают свет. Их называют источниками света. Какие же источники света существуют в природе? Основной источник света на Земле — Солнце. Звезды также источники света, расположенные очень далеко от Земли. На спинках мелких личинок жуков-светлячков есть особые светящиеся пятнышки. Значит, и светлячки — хоть и слабые, но источники света.

Все эти источники света называют естественными, а вот пламя костра, свечи, керосиновой лампы, светящуюся электрическую лампочку — искусственными источниками света.

Мы в своих опытах будем использовать в качестве источника света и Солнце, и пламя свечи, и электрическую лампочку.

Прямолинейность распространения света

Как распространяется свет в прозрачной однородной среде, например в воздухе?

Чтобы ответить на этот вопрос, будем наблюдать в затемненном классе луч света от карманного фонарика. Куда бы мы ни направляли фонарик, луч света всегда будет идти по прямой линии до тех пор, пока не упадет на пол, стену, потолок, на поверхность какого-либо тела, например на парту.

Из этого опыта можно сделать такой вывод: в однородной среде свет распространяется по прямой линии, то есть прямолинейно. Эта особенность распространения света позволяет

объяснить образование тени от непрозрачных предметов.

Если источник света очень мал, то в область, ограниченную линиями АВ и А₁В₁, свет не попадает. На экране будет четкая тень (рис. 63).

Если свет идет от двух маленьких источников, то на экране, кроме тени, появляется область, куда свет попадает только от одного из источников. Эту область называют полутенью (рис. 64).

С глубокой древности людям известно интереснейшее явление природы — солнечное затмение. Объяснить его они не могли и очень пугались, когда днем становилось темно, как ночью, на небе ярко сияли звезды и был виден черный диск Солнца с сияющей вокруг него жемчужной короной.

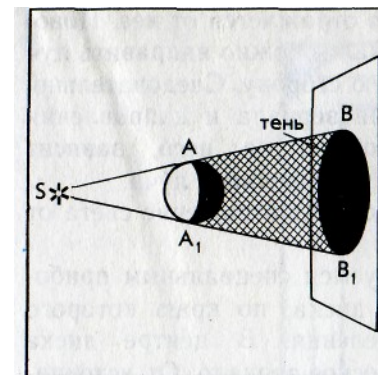


Рис. 63. Образование тени

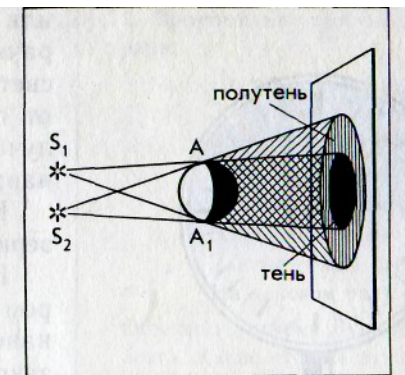


Рис. 64. Образование тени и полутени

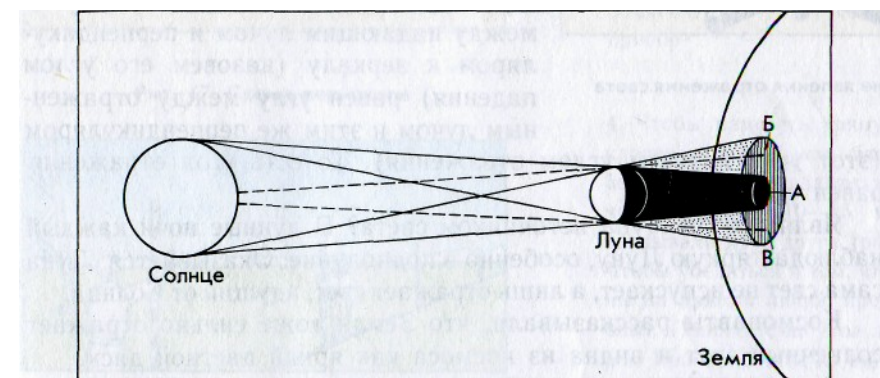


Рис.65. Схема солнечного затмения — области полного (А) и частного (Б и В) затмения

А объясняется это явление прежде всего прямолинейностью распространения света.

У Земли есть естественный спутник — Луна. Когда Луна оказывается между Солнцем и Землей, она отбрасывает на Землю тень. В этом месте на Земле наблюдается полное солнечное затмение. Вокруг тени находится область полутени, в которой наблюдается частное солнечное затмение (рис. 65).

Отражение света

Мы видим источники света потому, что излучаемый ими свет попадает нам в глаза.

А почему мы видим такие тела, как парта, стол, книга? Ведь они не испускают света. Все дело в том, что если свет падает на поверхность какого-либо тела, например зеркала, то он полностью или частично отражается от нее. Поворачивая зеркало, можно направить луч света в любую сторону. Следовательно, от положения зеркала и направления луча, падающего на него, зависит направление отраженного луча.

Как происходит отражение света от зеркала?



Вспользуемся специальным прибором в виде диска, по краю которого нанесены деления. В центре диска закрепим плоское зеркало. От источника света, расположенного на краю диска, пустим луч на зеркало (рис. 66). Луч отразится. Вы видите, что угол между падающим лучом и перпендикуляром к зеркалу (назовем его углом падения) равен углу между отраженным лучом и этим же перпендикуляром (этот угол назовем углом отражения). То есть угол отражения равен углу падения.

Является ли Луна источником света? В лунные ночи каждый наблюдал яркую Луну, особенно в полнолуние. Оказывается, Луна сама свет не испускает, а лишь отражает свет, идущий от Солнца. Космонавты рассказывали, что Земля тоже сильно отражает солнечный свет и видна из космоса как яркий цветной диск.

Солнце и звезды — естественные, а свеча, электрическая лампочка — искусственные источники света. В прозрачной среде свет распространяется прямолинейно. Солнечное затмение объясняется прямолинейностью распространения света. При падении на поверхность тела часть света отражается. При отражении света угол отражения равен углу падения.

*СВЕТОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ * ИСТОЧНИК СВЕТА * ОТРАЖЕНИЕ СВЕТА

1. Какие явления подтверждают, что свет в однородной среде распространяется прямолинейно?
2. Что нужно сделать, чтобы во время операции тени от рук хирурга не закрывали место Операции?

1. Прделайте следующий опыт. Зажгите лампу, а затем расположите книгу между своими глазами и лампой так, чтобы книга закрыла лампу. Какую закономерность распространения света доказывает этот опыт?

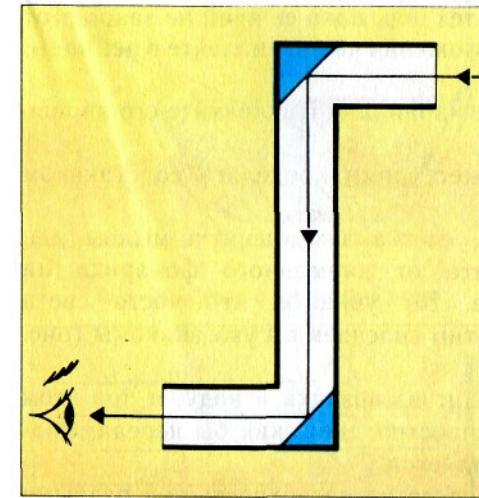


Рис. 67. Схема перископа



Рис. 68. Прокладка дорог

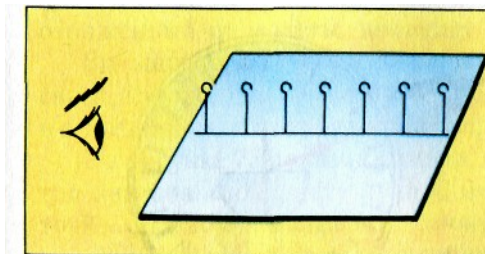


Рис. 69. Опыт с булавками

2. Прочтите стихотворные строки Г.Р. Державина:
Златая плавала Луна;
В серебряной своей порфире
Блισταючи с высот, она
Сквозь окна дом мой освещала
И палевым своим лучом
Златые стекла рисовала
На лаковом полу моем.

Объясните, почему Луна могла освещать дом поэта. Какие оттенки лунного света он заметил? Какое впечатление производит на вас эта картина лунного света?

3. Рассмотрите схему перископа, и объясните его действие. Где применяют этот прибор?

4. Чтобы наметить прямую линию при прокладке дороги или взлетной полосы на аэродроме, расставляют вертикальные рейки через каждые 10—15 м так, чтобы они закрывали друг друга (рис. 68). Чтобы убедиться в том, что рейки расположены на прямой линии, проделайте следующий опыт. Положите на стол лист картона размером примерно 20 X 15 см. Начертите на нем отрезок прямой линии и воткните в этот отрезок несколько булавок (рис. 69). Сколько булавок вы видите? Попробуйте воткнуть одну из булавок, чуть отступив от линии. Что вы наблюдаете в этом случае?

§ 27. ПРЕЛОМЛЕНИЕ СВЕТА. ЛИНЗЫ

Проделайте несколько опытов.

1. Возьмите чайную чашку, положите на ее дно монету и расположите чашку так, чтобы эта монета вам была видна. Отодвигайте от себя чашку до тех пор, пока ее край не закроет от вас монету. Теперь, не меняя положения чашки, налейте в нее воды. Монета снова станет видна.

2. В банку с водой опустите карандаш. Наклоняйте его вправо и влево. Что вы видите? Аналогичный опыт вы можете дома сделать со стаканом и чайной ложкой.

3. В стакан налейте воду, слегка замутненную мылом или молоком. Пустите пучок света от карманного фонарика на поверхность воды в стакане. Вы увидите, что часть света отражается от поверхности. С этим явлением вы уже знакомы (рис. 70).

Другая часть света переходит из воздуха в воду, и при этом пучок меняет направление распространения, как бы переламывается, или, как говорят, преломляется.

Попробуйте пускать пучок света на поверхность под разными углами. Понаблюдайте, как при этом меняется направление преломленного луча.

Изменение направления распространения света при его переходе из одной прозрачной среды в другую называется преломлением.

Продemonстрируем это явление на приборе, которым мы пользовались при изучении явления отражения света от зеркала (рис. 71).

Закрепим в центре диска стеклянную пластинку и посмотрим, как будет преломляться луч, переходя из воздуха в стекло.

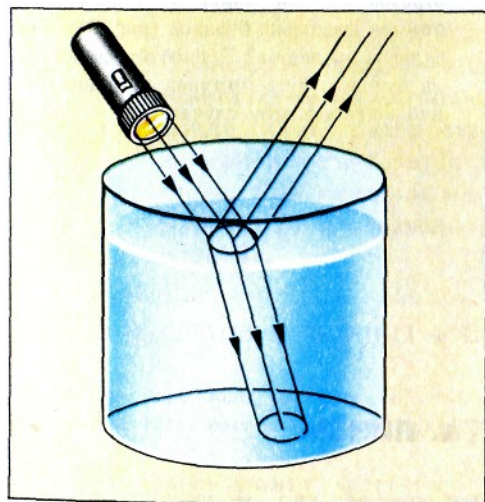


Рис. 70. Опыт по преломлению света

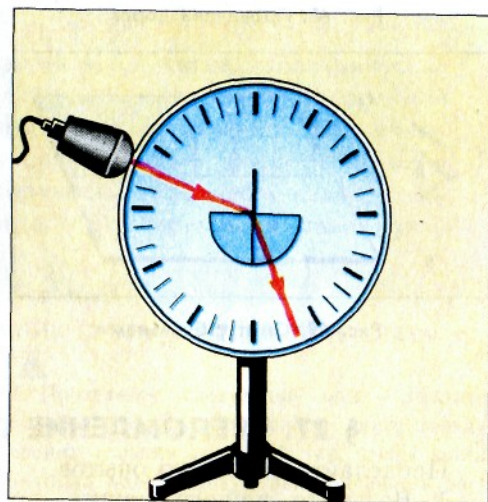


Рис. 71. Изучение преломления света

Будем менять угол падения и убедимся, что при переходе луча света из воздуха в стекло угол преломления всегда меньше угла падения. При переходе луча из воздуха в воду угол преломления также будет меньше угла падения. Зная это, попробуем объяснить опыт с чашкой и монетой.

На рисунке 72 видно, что, когда в чашке нет воды, в глаз не попадают лучи,

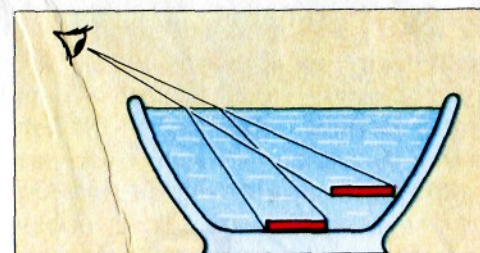


Рис. 72. Опыт с монетой в воде

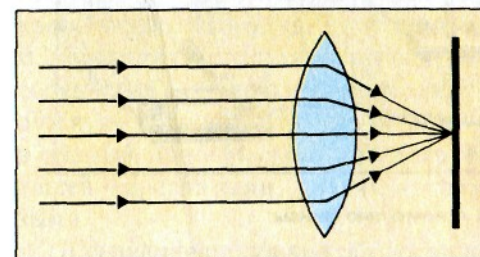


Рис. 73. Собирающая линза

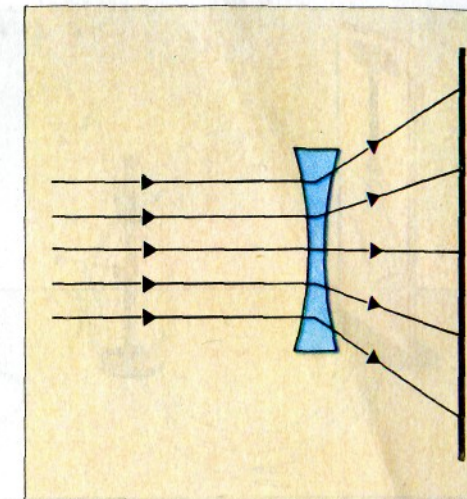


Рис. 74. Рассеивающая линза

отраженные от монеты. Если же в чашку налить воду, то при переходе из воды в воздух луч преломляется, свет, отраженный от монеты, попадает в глаз, и мы видим монету.

Большое практическое значение получило явление преломления света, проходящего через линзы. Линзы вам знакомы — это и стекла очков, и лупа (иногда говорят — зажигательное стекло).

На рисунке 73 показана линза, которую называют собирающей, так как она «собирает» лучи Солнца, падающие на нее, в одной точке. Эта точка называется фокусом линзы.

Линзы бывают не только собирающими, но и рассеивающими. На рисунке 74 показан ход лучей в рассеивающей линзе.

Возьмите у учителя линзу и попробуйте прочитать сквозь нее текст учебника. Вы увидите, что буквы стали крупнее. Такую линзу называют лупой и используют, когда нужно рассмотреть мелкие предметы.

Зажгите маленькую электрическую лампочку и расположите ее, линзу и экран так, как показано на рисунке 75.

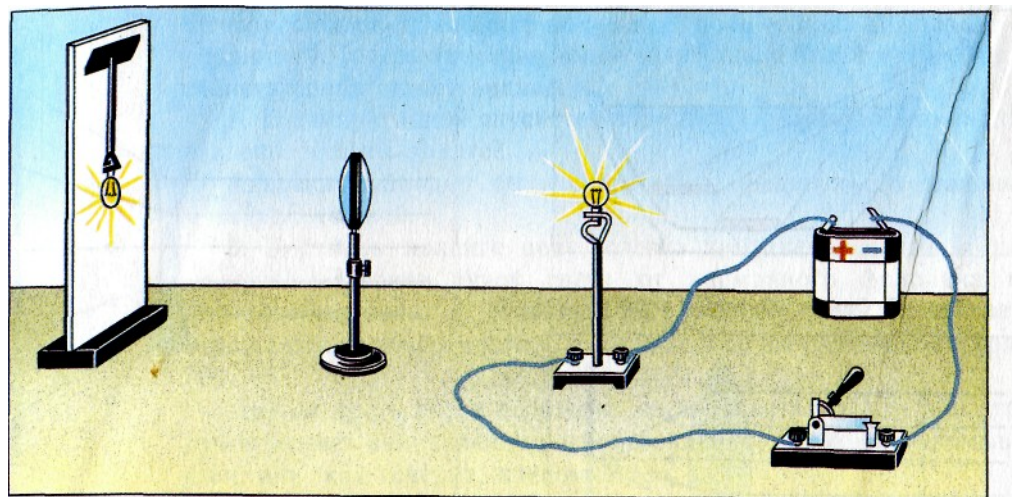


Рис. 75. Получение изображения с помощью линзы

Передвигая линзу и экран, добейтесь того, чтобы на экране появилось увеличенное изображение лампочки. Обратите внимание на то, что изображение будет перевернутым.

А теперь, передвигая линзу и экран, постарайтесь получить уменьшенное изображение лампочки.

В каком случае расстояние между источником света и линзой было больше — в первом или во втором?

Преломлением называется изменение направления распространения света при его переходе из одной прозрачной среды в другую. С помощью линзы можно рассматривать мелкие предметы. С помощью линзы можно получить на экране увеличенное или уменьшенное изображение.

***ПРЕЛОМЛЕНИЕ СВЕТА * ЛИНЗА * ФОКУС ЛИНЗЫ**

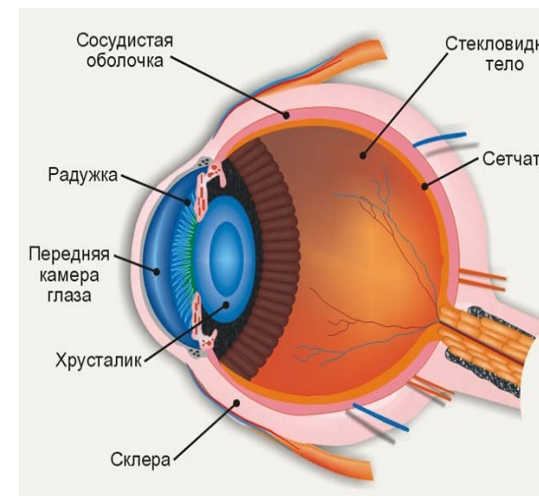
1. Как изменяется направление распространения света при переходе из воздуха в стекло?

2. Какую точку называют фокусом линзы?

§ 28. ГЛАЗ И ЗРЕНИЕ

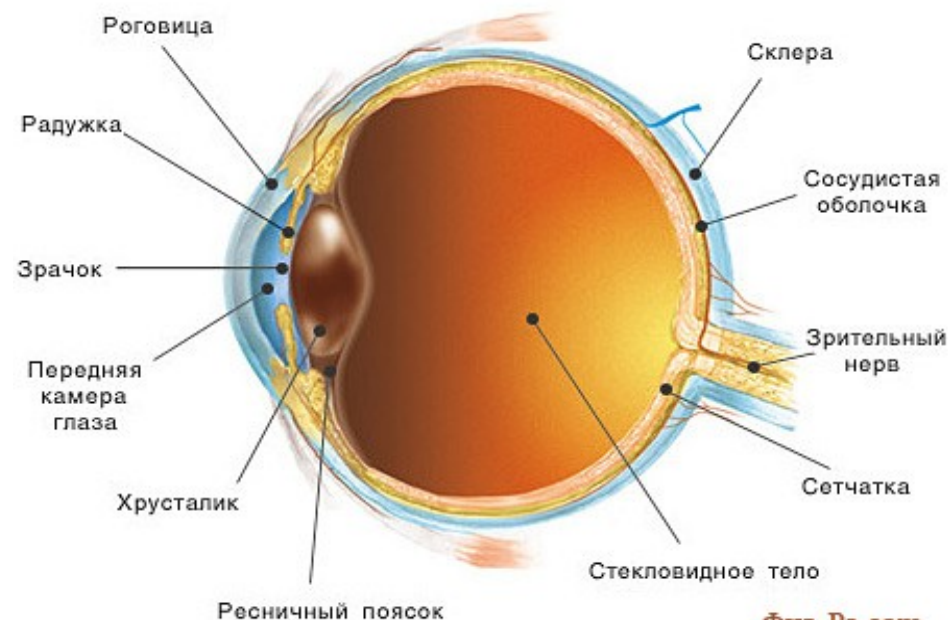
Глаз человека имеет приблизительно шарообразную форму. Диаметр его в среднем 2,5 см (рис. 76). Снаружи он окружен твердой и прочной оболочкой, называемой склерой, предохраняющей глаз от механических повреждений. Передняя часть склеры прозрачна. Она называется роговицей.

С внутренней стороны к склере прилегает сосудистая оболочка, состоящая из кровеносных сосудов, питающих глаз. В передней части глаза перед роговицей сосудистая оболочка переходит в радужную, окрашенную у разных людей в разный цвет. Именно она делает одних людей кареглазыми, других — голубоглазыми.



В середине радужной оболочки имеется отверстие — зрачок. В зависимости от количества света, попадающего в глаз, диаметр зрачка может меняться от 2 мм при ярком освещении до 8 мм при слабом.

На внутренней поверхности сосудистой оболочки расположена сетчатка глаза. Она отсутствует только напротив передней части глаза. Сетчатка состоит из множества ...клеток, воспринимающих световые лучи и передающих информацию о них на



разветвленные окончания зрительного нерва. Зрительный нерв соединяет глаз с мозгом.

За радужной оболочкой находится прозрачное упругое тело, по форме похожее на двояковыпуклую линзу,— хрусталик. Хрусталик соединен со склерой мышцами. Сокращаясь, мышцы могут растягивать хрусталик, делать его более плоским, то есть менять кривизну поверхности. Это позволяет четко воспринимать изображения предметов, находящихся на разном расстоянии.

Возьмите полиэтиленовую пленку и на ней напишите фломастером несколько цифр или букв. Пленку поместите на расстоянии 20—30 см от глаз. Постарайтесь сквозь пленку рассмотреть классную доску или предметы на столе учителя. При этом вы убедитесь, что цифры и буквы на пленке будут как бы размыты. Ваш хрусталик «настроен» на рассматривание удаленных предметов, он стал более плоским. Переведите взгляд на цифры, которые написаны на пленке. Они становятся более четкими, а предметы на учительском столе видны нечетко, размыто. Ваш хрусталик стал более выпуклым, и на сетчатке четко проецируется изображение близких предметов. Следовательно, изменение кривизны хрусталика при рассматривании близких и далеких предметов является причиной того, что мы не можем одновременно четко видеть удаленные и близкие предметы.

Нормальное зрение. Близорукость. Дальность зрения

Нормальный глаз в спокойном состоянии, без какого-либо усилия мышцы, меняющей кривизну хрусталика, дает на сетчатке отчетливое изображение предметов. Расстояние наилучшего зрения (при котором глаз работает без напряжения) равно 25 см. Это следует учитывать, когда вы читаете и пишете. Наименьшее расстояние, при котором нормальный глаз может отчетливо видеть предмет, — меняется в зависимости от возраста (10—12 см — для 20 лет, 20—22 см — для 40 лет; в более пожилом возрасте — до 30 см).

Если предмет располагается ближе к глазу, благодаря изменению кривизны хрусталика мы получаем четкое изображение предмета на сетчатке глаза.

Более 95% людей рождаются с нормальным зрением. Однако у многих людей зрение со временем портится.

Если в спокойном состоянии хрусталика четкое изображение получается не на сетчатке, а перед ней, а следовательно, на сетчатке изображение будет размытым, то такой глаз называют близоруким (рис. 77). Такой глаз не может отчетливо видеть удаленные предметы. В дальновзорком глазе при спокойном состоянии хрусталика четкое изображение получается за сетчаткой (рис. 78).

Для того чтобы при близорукости или дальновзоркости четко видеть предметы, пользуются очками. С помощью правильно подобранных очков добиваются того, чтобы изображение попало точно на сетчатку. При близорукости в очках используют рассеивающие линзы (рис. 79), при дальновзоркости — собирающие (рис. 80),

Зрение ухудшается, если работать при недостаточном освещении или при работе располагать предметы слишком близко к глазу, на расстоянии, меньшем расстояния наилучшего зрения. При постоянном напряжении хрусталик теряет способность менять кривизну в нужной степени. Иногда удлиняется глазное яблоко, то есть увеличивается расстояние между хрусталиком и сетчаткой.

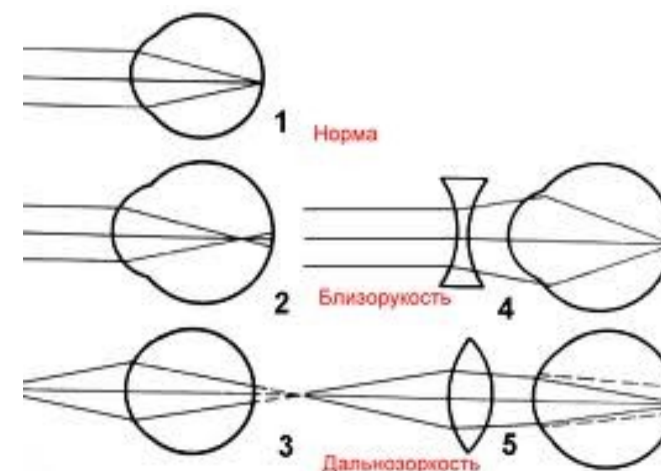
Причиной дальновзоркости может быть ослабление мышц, окружающих хрусталик, вследствие чего он становится более плоским и негибким.

Ношение очков предупреждает дальнейшее ухудшение зрения, но при условии, что они подобраны правильно, то есть так, чтобы расстояние наилучшего зрения было таким же, как и для нормального глаза.

Глаз — сложная оптическая система. С помощью глаз человек получает информацию из окружающей среды. При недостаточном освещении и близком расположении рассматриваемых предметов ухудшается зрение. При близорукости и дальновзоркости пользуются очками.

* ГЛАЗ * ОБОЛОЧКИ ГЛАЗА * БЛИЗОРУКОСТЬ * ДАЛЬНОЗОРКОСТЬ

1. Пользуясь рисунком 76, назовите части глаза и назначение каждой из них.
2. Чему равно расстояние наилучшего зрения?
3. Чем объясняется близорукость глаз?
4. Чем объясняется дальность зрения глаз?



§ 29. СВЕТ И ЦВЕТ В ПРИРОДЕ

Наиболее удивительная и чудесная смесь цветов — белый свет.

Исаак Ньютон

Белый свет — видимое излучение Солнца. Но почему же мы видим мир таким красочным? Оказалось, что белый свет способен разлагаться на составные части. Чтобы убедиться в этом, проделаем опыт.

Разложение белого света в спектр

Направим на экран сквозь узкую щель свет от яркого источника, например проекционного аппарата (рис. 81). На экране образуется узкая белая полоска. Но если поставить на пути света стеклянную трехгранную призму, то на экране вместо белой полоски возникает широкая разноцветная полоса (рис. 82). Разноцветная полоса на экране называется **непрерывным спектром** (от латинского *spectrum* — «видение») белого света. В спектре белого света принято различать семь основных цветов: красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий и фиолетовый.

Подобный опыт впервые провел в 1666 г. английский ученый Исаак Ньютон (1643—1727). Он пользовался в своих опытах светом, который пропускал в комнату сквозь узкое отверстие в оконном ставне. На основе опытов ученый сделал заключение о том, что белый свет состоит из семи основных цветов. Разложение солнечного света объясняется тем, что свет различной цветности по-разному преломляется призмой.

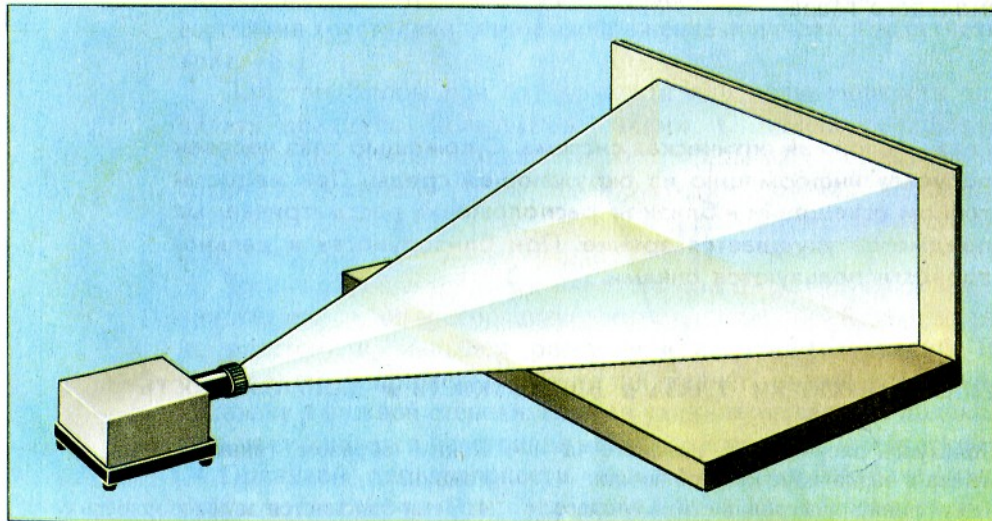


Рис. 81. Образование белой полоски на экране от источника света

Радуга

Вряд ли найдется человек, который не любовался радугой. Поднявшись на небосводе, она невольно привлекает внимание. А сколько легенд и сказаний связано с радугой у разных народов! В русских летописях радуга называется райской дугой или сокращенно

радугой. В Древней Греции радугой олицетворяла богиня Ирида (*irida* и означает «радуга»). По представлениям древних греков, радуга соединяет небо и землю, и Ирида была посредником между богами и людьми. В русский язык вошли и другие слова с тем же греческим корнем: ирис — радужная оболочка глаза, иридий — химический элемент.

Радуга всегда связана с дождем. Она может появиться и перед, и во время, и после него, в зависимости от того, как перемещается облако, дающее ливневые осадки. Об этом говорят и народные поговорки: «Радуга — дуга! Перебей дождя!», «Радуга — дуга! Принеси нам дождь!».

Радуга — непрерывный спектр солнечного света, образованный разложением света в каплях дождя, как в призмах.

Радугу можно увидеть при солнечном освещении в брызгах водопада, фонтана, при работе поливочной машины. Удастся видеть радугу на росе, покрывающей траву.

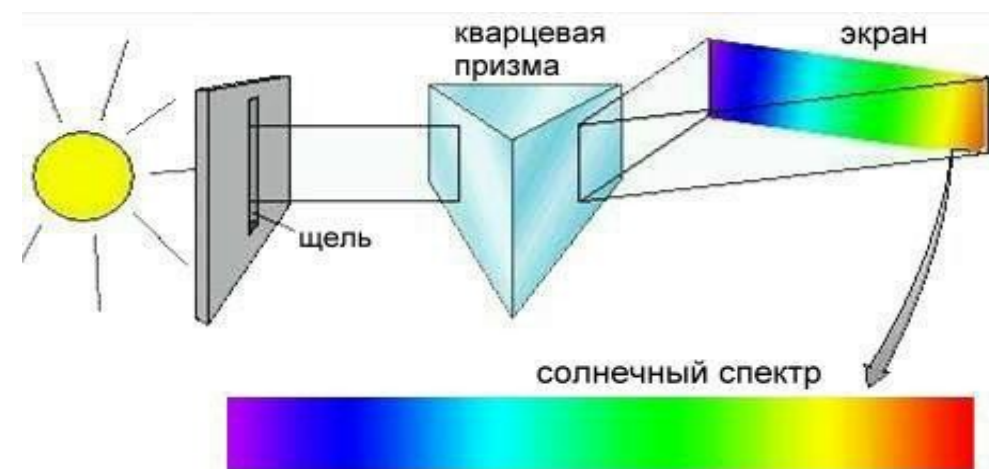


Рис. 82. Образование непрерывного спектра

Цвет окружающих нас предметов

Окружающий нас мир красочен. Листья растений мы видим зелеными, цветок одуванчика — желтым, а василька — синим, рулон красной ткани — красным, писчую бумагу — белой, сажу — черной.

Цвет непрозрачного тела, освещаемого белым светом, зависит от того, свет какого цвета это тело отражает. Например, тела красного цвета отражают только красный цвет.

В каких случаях поверхность тела, например писчей бумаги, представляется нам белой? Если тело отражает все составные части белого света (красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий и фиолетовый), то оно воспринимается как белое. Если тело, например сажа, поглощает весь падающий на него свет, то оно кажется черным. Тела желтого цвета преимущественно отражают красные и зеленые цвета, совместное действие которых на глаз и обуславливает желтый цвет.

Почему листья растений мы видим зелеными? Листья отражают от поверхности желтые и голубые цвета, совместное действие которых глаз воспринимает как зеленый цвет.

Бесконечное разнообразие цветовых тонов, оттенков, тончайших переходов от одного цвета к другому, которое мы наблюдаем в окружающей нас природе, все это — цветовое богатство мира отраженного солнечного света.

Интересно рассматривать разноцветные стеклышки: синие, зеленые, красные... Оказывается, различные прозрачные тела неодинаково пропускают свет сквозь себя. Например, если прозрачное тело (стекло) пропускает свет синего цвета, то оно нам кажется синим. Красное стеклышко пропускает свет красного цвета. Желтое стеклышко пропускает красные и зеленые цвета, совместное действие которых на глаз и обуславливает желтый цвет. Такие прозрачные тела называют **светофильтрами**.

Особое значение для цветового зрения имеет сложение трех цветов: красного, зеленого и синего. При сложении этих цветов можно получить белый цвет. Кроме того, в зависимости от того, в каких пропорциях складываются эти цвета, можно получать самые разнообразные цвета и цветовые оттенки.

Цвет в живописи

Многообразие цвета привлекало людей, давало возможность выразить свое восприятие мира. Так зародилась живопись. В каменном веке люди научились пользоваться цветом угля и красной охры. Поэтому рисунки художников каменного века одноцветны. Прошло много веков, прежде чем художники научились передавать многообразие цветов в своих картинах.

Художники работают цветом, но используют его по-разному. Одни из них изображают предмет однородным цветом, допуская только небольшие затемнения и высветления этого цвета. Они не передают игры света и тени, не показывают отсветов лучей, отраженных от других предметов. Контуры предметов четкие, а сама картина кажется плоской. О таких художниках говорят, что они пишут локальным цветом. Примером могут служить древнерусские иконы, картины ряда русских и французских художников начала XX века, такие, как «Купание красного коня» К. С. Петрова-Водкина (рис. 83) или «Танжер. Вид из окна» А. Матисса (рис. 84).

У других художников цвет предмета сложный, имеющий множество оттенков. Эти оттенки возникают в результате влияния цветных предметов, находящихся рядом. Предмет

изображается художником сложной системой цветовых пятен. При этом художник может пользоваться всего несколькими красками (например, пятью или шестью), а множество оттенков достигается в результате их смешения.



Рис. 83. К. С. Петров-Водкин. Купание красного коня

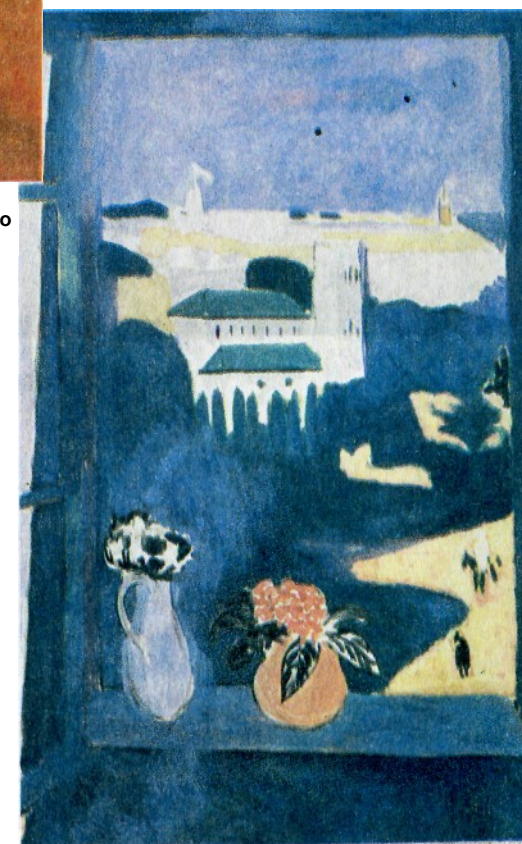


Рис. 84. А. Матисс. Танжер. Вид из окна

Рассмотрите картину русского художника А. И. Иванова «Вода и камни» (рис. 85), обратите внимание на то, как передано разнообразие оттенков цвета, как с их помощью созданы образы предметов.

Есть художники, которые пишут очень сложным цветом, но достигают этого не смешением красок, а накладыванием на полотно мазков краски разного цвета. Когда смотришь на картину издали, то мазки как бы смешиваются между собой, создавая то или иное цветовое ощущение. Такие художники называются импрессионистами (от французского слова *impression* — «впечатление»). Многие художники-импрессионисты писали пейзажи. Свою задачу они видели в том, чтобы передать изменчивое состояние света, воздуха, воды в тот или иной момент. Таковы, например, картины А. Сислея или К. Моне (рис. 86).

Белый свет — сложный свет, он состоит из семи основных цветов. Радуга — это явление разложения белого света в каплях дождя. Цвета тел многообразны. Цвет непрозрачного тела зависит от того, какие цвета это тело отражает. Цвет прозрачного тела зависит от того, свет какого цвета это тело пропускает сквозь себя. Цветовое богатство окружающего мира передают художники в своих произведениях. С

СПЕКТР * РАДУГА * ЦВЕТА ТЕЛ*

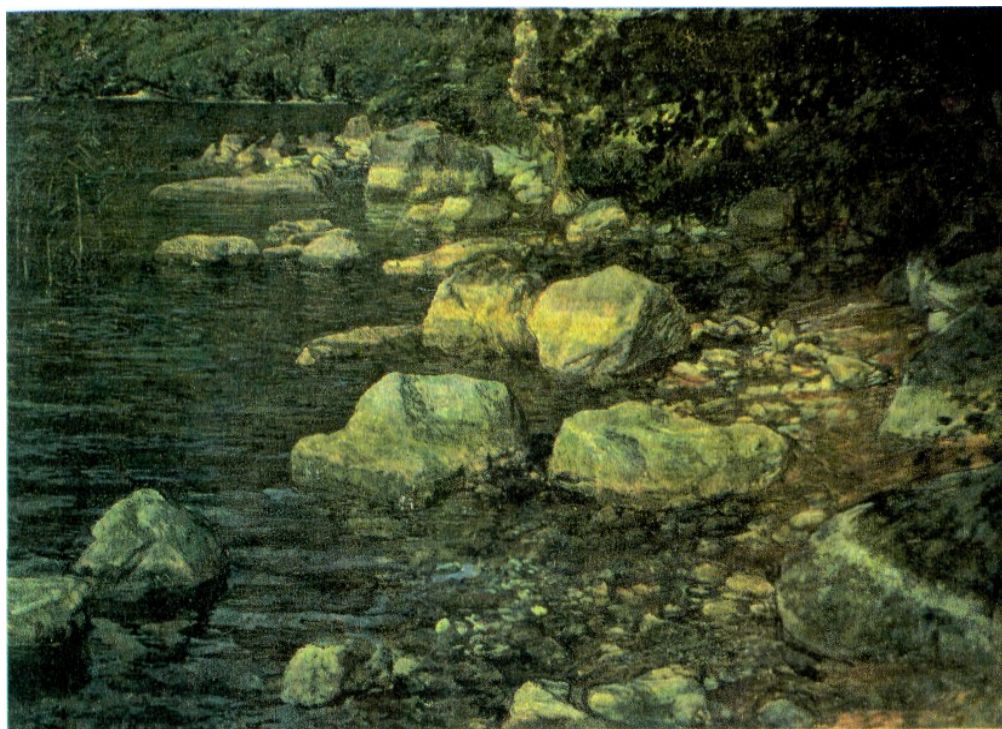


Рис. 85. А. И. Иванов. Вода и камни

Рис. 86. К. Моне. Городок Ветейль



§ 30. СВЕТ И ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ

Свет для живых организмов является одним из важнейших условий жизни, помогает ориентироваться в окружающей среде, найти пищу, убежище, брачного партнера. В зависимости от образа жизни и отношения к свету животные делятся на дневных и ночных. Для животных, которые ведут ночной образ жизни, в темное время суток условия наиболее благоприятны. Так, бабочка бражника ночью разыскивает цветки душистого табака, нектаром которых она питается и которые открываются ночью. Активны ночью лягушки, питающиеся насекомыми. Бодрствуют в вечернее время и летучие мыши, а днем они прячутся в темных местах (под крышами сараев, чердаков). С наступлением темноты вылетают на охоту ночные хищные птицы — совы, филины, сычи. Мелкие совы питаются мышевидными грызунами или крупными насекомыми. Огромные глаза с широко раскрывающимися зрачками способны видеть мелкие предметы при самом слабом ночном освещении; чуткий слух улавливает незначительные шорохи.

К группе дневных животных относится большинство насекомых, птиц, зверей. Если отправиться весенним или летним днем в лес, на луг, сколько бабочек можно увидеть — крапивницу, павлиний глаз, голубянку! В лесу слышен хор певцов.

Солнечный свет служит ориентиром для перелетных птиц, помогает выбрать правильное направление полета. Свет имеет и другое значение: длинный летний день способствует размножению большинства насекомых, короткий день служит сигналом скорого наступления осени, перехода в состояние спячки.

Чувствительность живых организмов к свету зависит от сложности их строения и особенностей жизнедеятельности. У большинства одноклеточных животных имеются особо чувствительные участки тела, которые воспринимают световое раздражение. Например, эвглена зеленая всегда плывет к освещенной части водоема. У эвглены есть чувствительный к свету красный глазок, с помощью которого она реагирует на свет. У дождевого червя чувствительна к свету вся поверхность тела, поэтому он способен отличать свет от темноты.

У других животных (насекомых, позвоночных) имеются специальные органы зрения — глаза. Видят животные не одинаково, их зрение зависит от особенностей строения глаз, от среды обитания, образа жизни.

Большинство насекомых, ракообразных имеют сложные глаза. Так, у рака глаза выпуклые, они сидят на подвижных стебельках. Это дает возможность раку смотреть во все стороны. Сложные глаза рака состоят из объединенных отдельных глазков. Каждый глазок воспринимает только небольшую часть окружающего пространства, а вместе они воспринимают целостное изображение.

По-другому устроен орган зрения рабочей пчелы. Пчела имеет большую, покрытую волосками голову, по бокам которой находятся два сложных глаза, а между ними — три простых глазка. Зрение необходимо пчелам, чтобы отыскивать цветки. Пчелы различают желтый и синий цвет, а также невидимое для человека ультрафиолетовое солнечное излучение, но красный цвет они не воспринимают.

Важную роль для ориентации в окружающей среде играют глаза у рыб, имеющие шарообразный хрусталик. Хрусталик глаза у рыб не изменяет форму, а лишь чуть передвигается. Рыбы видят только на близком расстоянии, но различают форму и цвет предметов.

Острым зрением обладают птицы. При полете только при помощи глаз можно оценить обстановку с далекого расстояния. Чувствительность глаз у некоторых птиц в 100 раз выше, чем у человека. Птицы могут хорошо видеть предметы, находящиеся вдали, и

различать детали, находящиеся всего в нескольких сантиметрах от глаза. Птицы обладают цветным зрением, развитым лучше, чем у других животных. Они различают не только основные цвета, но и их оттенки, сочетания.

Для млекопитающих зрение имеет меньшее значение, чем для птиц. Степень развития зрения у них не одинакова и зависит от образа жизни и среды обитания. Так, у крота, живущего в полной темноте, глаза развиты плохо. Среди хищных зверей лучшее зрение имеют гепард и пустынная кошка. Далеко не все звери различают цвета. Ту же гамму цветов, что и человек, видят только обезьяны.

Мы живем в мире красок, и цвета далеко не безразличны для человека. Мы с радостью встречаем восход солнца, если небо чистое и день обещает быть прекрасным, нас огорчает мрачное серое небо с низко нависшими тучами. Немецкий писатель и естествоиспытатель И. В. Гете (1749—1832) писал о способности света создавать настроение: «Желтый — веселит и бодрит, зеленый — умиротворяет, синий — вызывает грусть». Цвет имеет огромную силу воздействия на человека, на работу его органов. Наиболее благоприятное влияние на производительность труда оказывает зеленый цвет. Этот цвет обостряет зрение, ускоряет зрительное восприятие, создает устойчивость ясного видения, понижает внутриглазное давление, обостряет слух. Длительное действие красного цвета создает световую усталость.

Для трудовой деятельности человека важна правильная освещенность. Людям труднее работать, если окраска пола, стен, машин в цехе мрачная. Темные краски поглощают 98% света. Наоборот, светлые (бежевые, салатные) тона повышают освещенность, благоприятно влияют на работоспособность.

Разнообразие цветов играет важную роль в жизни человека. Разнообразная окраска животных помогает им скрываться от врагов. Животные, обитающие в пустыне, имеют большей частью характерный желтоватый цвет: этот цвет у льва и у ящерицы (варана), у паука и у червя, у птиц. Животные, населяющие снежные равнины Севера, — будь то полярные медведь или сова — наделены от природы белой окраской, делающей их незаметными на фоне снега. Бабочки и гусеницы, живущие на коре деревьев, имеют окраску, с поразительной точностью воспроизводящую цвет древесной коры (монашенка, голубянка, совка). Зеленого кузнечика вы не различите в траве. Серебристый цвет рыбьей чешуи — тоже защитный. Медузы, ракообразные, моллюски — бесцветны и прозрачны, что делает их невидимыми. Такая окраска живых организмов называется **покровительственной**.

Другие живые организмы, наоборот, окрашены очень ярко — в желтые и красные тона, да еще и с черными полосами. Такая окраска характерна для пчел, шмелей, божьих коровок, то есть насекомых, способных себя защитить. Эта окраска называется **предостерегающей**.

Многие живые организмы обладают способностью изменять оттенок своего «защитного» цвета сообразно переменам окружающей обстановки. Серебристо-белый горностаи, незаметный на фоне снега, утратил бы свои преимущества защитной окраски, если бы не изменял цвет шкурки. Каждую весну зверек меняет белую шубку на рыжую, сливающуюся с окраской обнаженной от снега почвы.

Некоторые живые организмы способны изменять цвет тела в зависимости от температуры и влажности воздуха, освещенности, атмосферного давления. Так, при повышении температуры ящерица мадагаскарский дневной геккон, имеющая светло-оливковый цвет, становится зеленой.