



# ШПАРГАЛКА ДЛЯ ОТЛИЧНИКА

ФИЗИКА  
СИЛЫ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ



ХИМИЯ  
Вещества и реакции



# ШПАРГАЛКА ДЛЯ ОТЛИЧНИКА

ФИЗИКА

СИЛЫ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

ХИМИЯ

Вещества и реакции



МОСКВА  
ОЛМА Медиа Групп  
2014



УДК 53-053.5; 54-053.5  
ББК 22.3я72; 24я72  
Ш83

Ш83 **Шпаргалка для отличника.** Физика. Силы и взаимодействия. Химия. Вещества и реакции. – М. : ОЛМА Медиа Групп, 2014. – 59 [1] с.: ил. – (Серия «Шпаргалка для отличника»).

Эта книга — прекрасный помощник любому учащемуся: в ней собраны все основные физические и химические законы, охарактеризованы важнейшие физические взаимодействия и химические вещества, приведены необходимые физические формулы и типы химических реакций.

УДК 53-053.5; 54-053.5  
ББК 22.3я72; 24я72

ISBN 978-5-373-06765-2

© ОАО «ОЛМА Медиа Групп», 2014

## ШПАРГАЛКА ДЛЯ ОТЛИЧНИКА Физика. Химия

*Справочное издание  
для детей среднего школьного возраста*

Макет и оформление	<b>О. Богданова</b>
Верстка	<b>Е. Алексеева</b>
Редактор-составитель	<b>А. Ростоцкая</b>
Цветокорректор	<b>А. Дунаев</b>

Иллюстрации предоставлены агентством "Shutterstock"

Подписано в печать 21.04.2014. Формат 60х90/16. Бумага мелованная. Гарнитура PragmaticaC. Печать офсетная. Изд. № 14-11605. Заказ к2565. Тираж 35000 экз.

В соответствии с ФЗ-436 для детей старше 0 лет.

ОАО «ОЛМА Медиа Групп»  
129085, Москва, Звездный бульвар, д. 21, стр. 3, пом. I, ком. 5.  
Почтовый адрес: 143421, Московская область, Красногорский район,  
26-й км автодороги «Балтия», бизнес-центр «Рига Ленд», стр. 3.  
<http://www.olmamedia.ru>

Отпечатано в Китае



## МЕХАНИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЕ ДВИЖЕНИЕ

Если тела изменяют своё положение в пространстве, мы говорим, что они движутся. При этом они могут двигаться относительно одних тел и покоиться (находиться в состоянии покоя) относительно других. То есть движение **всегда** относительно.

При движении тело как бы описывает некоторую линию в пространстве. Если тело движется вдоль прямой, его движение называют **прямолинейным**. В этом случае траектория представляет собой отрезок прямой линии. Если же траектория — кривая линия, движение называют **криволинейным**. Если тело при движении возвращается в исходную точку, то его траекторию называют **замкнутой**. Вид траектории тела тоже относителен — он зависит от того, по отношению к какому телу рассматривают движение нашего тела.

## ВЕЩЕСТВО АТОМЫ И МОЛЕКУЛЫ. ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ

*Атомами* называют мельчайшие химически неделимые частицы вещества. В настоящее время достоверно известно о существовании чуть более 110 видов атомов. Они отличаются друг от друга строением, размером и массой. В результате химических реакций атомы разрушить нельзя, т. е. атомы одного вида не смогут превратиться в атомы другого вида.

*Молекула* — мельчайшая частица вещества, обладающая его химическими свойствами и состоящая из атомов, соединённых между собой химическими связями. Химические свойства вещества, т. е. его способность вступать в химические реакции, как раз и определяются свойствами отдельных молекул. Любая молекула содержит строго определённое число атомов. Молекула может состоять из атомов как одного вида, так и разных.

*Химический элемент* — это вид атомов с одинаковым зарядом ядра. Все известные к настоящему времени химические элементы представлены в Периодической системе Д. И. Менделеева.





# СИМВОЛЫ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Каждый химический элемент имеет название и символ — условное обозначение в виде одной или двух букв, взятых из его латинского названия.

Азот	Nitrogenium	N	эн
Алюминий	Aluminium	Al	алюминий
Барий	Barium	Ba	барий
Бор	Borum	B	бор
Водород	Hydrogenium	H	аш
Железо	Ferrum	Fe	феррум
Золото	Aurum	Au	аурум
Иод	Iodum	I	иод
Калий	Kalium	K	калий
Кальций	Calcium	Ca	кальций
Кислород	Oxygenium	O	о
Кремний	Silicium	Si	силиций
Магний	Magnesium	Mg	магний
Марганец	Manganum	Mn	марганец
Медь	Cuprum	Cu	купрум
Мышьяк	Arsenicum	Ar	арсеникум
Натрий	Natrium	Na	натрий
Олово	Stannum	Sn	станнум
Ртуть	Hydrargyrum	Hg	гидраргирум
Свинец	Plumbum	Pb	плюмбум
Сера	Sulfur	S	эс
Серебро	Argentum	Ag	аргентум
Углерод	Carboneum	C	це
Фосфор	Phosphorus	P	пэ
Фтор	Fluorum	F	фтор
Хлор	Chlorum	Cl	хлор
Цинк	Zincum	Zn	цинк

# ПУТЬ. ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ РАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ. СКОРОСТЬ РАВНОМЕРНОГО ПРЯМОЛИНЕЙНОГО ДВИЖЕНИЯ

Путь — длина траектории, которую описало тело. Это величина измеряемая. Путь обозначается  $l$  и меряется в единицах длины — миллиметрах, метрах, километрах и пр.

Движение называется *прямолинейным равномерным*, если тело за любые **равные** промежутки времени проходит **равные** пути.

Основной характеристикой прямолинейного равномерного движения является *скорость*. Она обозначается  $v$  и равна отношению пути  $l$ , пройденного телом за промежуток времени  $t$ , к этому промежутку времени:  $v = l/t$ .

В СИ единицей скорости принято считать 1 метр в секунду (м/с). Очень часто используют также единицу скорости 1 км/ч.

Используя формулу  $v = l/t$ , можно найти расстояние, пройденное телом:  $l = vt$  (при известных скорости и времени движения) и время движения:  $t = l/v$  (при известных пути и скорости).

При прямолинейном равномерном движении график зависимости пути от времени — отрезок прямой, один конец которого совпадает с началом координат.

## НЕРАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ. МГНОВЕННАЯ СКОРОСТЬ. УСКОРЕНИЕ

Движение называют *неравномерным*, если тело за **равные** промежутки времени проходит **различные** пути.

Векторная физическая величина, характеризующая быстроту движения и равная отношению перемещения, совершённого за очень малый промежуток времени, к значению этого промежутка, называется *мгновенной скоростью*:  $\vec{v} = \Delta \vec{x} / \Delta t$ . Векторная физическая величина, характеризующая быстроту изменения скорости и равная отношению изменения скорости частицы, происшедшего за очень малый промежуток времени, к значению этого промежутка, называется *ускорением* этой частицы. Ускорение обозначается  $\vec{a}$  и равняется  $\Delta \vec{v} / \Delta t$ .

Используя ускорение, *мгновенную скорость* тела в любой момент  $t$  можно определить по формуле  $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$ , где  $\vec{v}_0$  — начальная скорость тела.

## ХИМИЧЕСКИЕ ФОРМУЛЫ. ЗАКОН ПОСТОЯНСТВА СОСТАВА

Зная состав молекулы вещества, можно записать его *химическую формулу*. В ней химические элементы обозначены символами. Цифра справа внизу от символа элемента (индекс) обозначает число атомов данного элемента, входящих в состав молекулы. Индекс «1» не ставят. Химическая формула вещества показывает:

- качественный состав вещества: какие элементы содержит данное вещество;
- количественный состав вещества: в каких соотношениях элементы входят в формулу.

*Закон постоянства состава* гласит: состав вещества, состоящего из молекул, постоянен и не зависит от способа его получения. Состав же веществ немолекулярного строения зачастую зависит от способа их получения. Состав каждого вещества может быть выражен химической формулой, в то время как смесь может иметь произвольный состав.



## ОТНОСИТЕЛЬНЫЕ АТОМНАЯ И МОЛЕКУЛЯРНАЯ МАССЫ

В качестве атомной единицы массы (а. е. м.) договорились использовать  $1/12$  часть массы атома углерода. *Относительная атомная масса* — отношение массы атома данного химического элемента  $X$  к  $1/12$  массы атома углерода:

$$A_r = \frac{m(X)}{\frac{1}{12} m(C)}$$

Относительная атомная масса показывает, во сколько раз масса данного атома больше  $1/12$  массы атома углерода, это безразмерная величина.

*Относительная молекулярная масса* ( $M_r$ ) — отношение массы молекулы к  $1/12$  массы атома углерода. Она равна сумме относительных атомных масс химических элементов, образующих данное соединение, с учётом числа атомов каждого элемента.

Пример — расчёт относительной молекулярной массы углекислого газа  $CO_2$ :

$$M_r(CO_2) = A_r(C) + 2 A_r(O) = 12 + 2 \cdot 16 = 44$$

## РАВНОУСКОРЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ. СВОБОДНОЕ ПАДЕНИЕ ТЕЛ

В физике *ускоренным* называют любое движение, при котором ускорение отлично от нуля:  $\vec{a} \neq 0$ . То есть скорость может быть как возрастающей, так и убывающей и даже неизменной по модулю, но тогда обязательно изменяющейся по направлению.

Движение с постоянным ускорением называется *равноускоренным*:  $\vec{a} = \text{const}$ .

Показательным примером равноускоренного движения является *свободное падение* тел на Землю. Это падение можно считать свободным, если сопротивление воздуха невелико и им можно пренебречь. В таком случае все тела падают с одинаковым ускорением. Ускорение свободного падения вблизи поверхности Земли равно  $9,8 \text{ м/с}^2$ .

Пизанская башня, с которой Галилео Галилей проводил свои опыты по свободному падению тел



## РАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ ПО ОКРУЖНОСТИ. ПЕРИОД И ЧАСТОТА ОБРАЩЕНИЯ

Помимо равномерного и равноускоренного движений часто приходится встречаться с *равномерным движением по окружности*. При таком движении модуль скорости тела неизменен, а меняется её направление. Равномерное движение по окружности происходит с ускорением, направленным в каждой точке этой окружности к её центру, поэтому его называют **центростремительным**.

Центростремительное ускорение находят по формуле:  $a_{\text{ц}} = v^2/r$ , где  $v$  — скорость тела, а  $r$  — радиус окружности.

*Период обращения* — это время, за которое совершается один оборот. Обозначается период буквой  $T$  и определяется по формуле:  $T = t/n$ , где  $t$  — время обращения, а  $n$  — число оборотов, совершённых за это время.

*Частота обращения* — это величина, численно равная числу оборотов, совершённых за единицу времени. Она обозначается греческой буквой  $\nu$  (ню); её определяют по формуле:  $\nu = n/t$ . Частота измеряется в 1/с.

Период и частота — величины взаимно обратные:  $T = 1/\nu$ ,  $\nu = 1/T$ .

$a_{\text{ц}} = (2\pi/T)^2 r$  или  $a_{\text{ц}} = (2\pi\nu)^2 r$ .

## КОЛИЧЕСТВО ВЕЩЕСТВА, МОЛЬ. МОЛЯРНАЯ МАССА. МОЛЯРНЫЙ ОБЪЁМ

*Моль* — это такое количество вещества, в котором содержится  $6 \cdot 10^{23}$  (**постоянная Авогадро**) молекул данного вещества. Чтобы отмерить 1 моль вещества, нужно взять столько граммов его, какова относительная атомная ( $A_r$ ) или относительная молекулярная масса ( $M_r$ ) этого вещества. Количество вещества измеряют в молях и обозначают буквой  $n$ , иногда греческой буквой  $\nu$  (ню).

*Молярной массой* вещества называют массу его 1 моля и обозначают буквой  $M$ , она равна отношению массы вещества к количеству вещества:  $M = m/n$ .

*Молярным объёмом* называют объём газа количеством вещества 1 моль и обозначают  $V_m$ .

$V_m = 22,4$  л/моль.

$V = V_m \cdot n$ .





# КЛАССИФИКАЦИЯ ВЕЩЕСТВ. ОСНОВНЫЕ КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Вещества могут быть как **чистыми**, так и представлять собой **смеси веществ**. Чистые по составу подразделяют на **простые** и **сложные**. Простые образованы атомами одного химического элемента. Сложные вещества (**химические соединения**) состоят из атомов разных химических элементов. Они образуют две большие группы — **органические** и **неорганические** соединения.

НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА	Простые	Неметаллы
		Металлы
	Сложные	Оксиды $\text{Э}_a\text{О}_b$ : основные — $\text{K}_2\text{O}$ , $\text{Na}_2\text{O}$ , $\text{CaO}$ , $\text{FeO}$ и др. кислотные — $\text{CO}_2$ , $\text{SO}_2$ , $\text{SO}_3$ , $\text{P}_2\text{O}_5$ и др.
		Основания (гидроксиды) $\text{М}(\text{OH})_a$ : растворимые (щёлочи) — $\text{KOH}$ , $\text{NaOH}$ , $\text{Ba}(\text{OH})_2$ , $\text{NH}_4\text{OH}$ и др. нерастворимые — $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , $\text{Fe}(\text{OH})_2$ , $\text{Fe}(\text{OH})_3$ , $\text{Cu}(\text{OH})_2$ и др.
		Кислоты: бескислородные $\text{H}_a\text{Э}$ — $\text{HCl}$ , $\text{HBr}$ , $\text{HF}$ , $\text{H}_2\text{S}$ и др. кислородсодержащие $\text{H}_a\text{ЭО}_b$ — $\text{H}_2\text{CO}_3$ , $\text{H}_2\text{SO}_4$ , $\text{HNO}_3$ , $\text{H}_3\text{PO}_4$ и др.
		Соли: кислые $\text{МН}_a\text{Y}$ — $\text{NaHCO}_3$ , $\text{KH}_2\text{PO}_4$ и др. средние $\text{M}_a\text{Y}$ — $\text{NaCl}$ , $\text{PbS}$ , $\text{CaBr}_2$ , $\text{KNO}_3$ , $\text{K}_2\text{CO}_3$ , $\text{MgSO}_4$ , $\text{Na}_3\text{PO}_4$ , $\text{CaSiO}_3$ и др. основные $\text{М}(\text{OH})_a\text{Y}$ — $\text{Mg}(\text{OH})\text{Cl}$ , $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{Br}$ и др.

# ЯВЛЕНИЕ ИНЕРЦИИ. ПЕРВЫЙ ЗАКОН НЬЮТОНА

*Явлением инерции* называют сохранение телом своей скорости, если на него не действуют другие тела. Иными словами, в таком случае тело либо находится в покое, либо движется прямолинейно и равномерно.

Именно это утверждает *первый закон Ньютона*: любое тело, до тех пор пока оно остаётся изолированным, сохраняет своё состояние покоя или равномерного прямолинейного движения. Общим здесь является то, что и в том и в другом случае ускорение тела равно нулю:  $\vec{a} = 0$ .

Если движение тела не поддерживается никаким воздействием, то его называют движением по инерции. Поскольку в первом законе Ньютона говорится как раз о возможности такого движения, то этот закон часто называют законом инерции.



Исаак Ньютон

# МАССА ТЕЛА. ПЛОТНОСТЬ ВЕЩЕСТВА

Опыт показывает, что изменить скорость тяжёлого предмета труднее, чем более лёгкого. В таком случае говорят, что тяжёлый предмет обладает большей **инертностью**, чем лёгкий. Мерой инертности является *масса*: чем больше инертность тела, тем больше его масса. В СИ единицей массы является килограмм. За единицу массы (1 кг) выбрана масса цилиндра, изготовленного из специального сплава. Это эталон массы. Часто используют также единицы массы 1 грамм (г), равный 0,001 кг, и 1 тонну (т), равную 1000 кг.

*Плотность* — это характеристика вещества, из которого состоит тело. Она равна отношению массы  $m$  однородного тела к его объёму  $V$ . Её обозначают греческой буквой  $\rho$  (ро):  $\rho = m/V$ . Единицей плотности в СИ является  $1 \text{ кг/м}^3$ .

Измерить массу (как и любую другую физическую величину) — значит сравнить её с единицей этой величины. Обычно массу определяют взвешиванием. Чтобы измерить плотность вещества, из которого состоит тело, надо измерить массу и объём этого тела.

# ПРОСТЫЕ ВЕЩЕСТВА — МЕТАЛЛЫ И НЕМЕТАЛЛЫ

Металлы	Неметаллы
Твёрдые вещества (кроме ртути Hg)	Твёрдые (сера S, фосфор красный и фосфор белый P <sub>4</sub> , иод I <sub>2</sub> , алмаз и графит C); газообразные (кислород O <sub>2</sub> , озон O <sub>3</sub> , азот N <sub>2</sub> , водород H <sub>2</sub> , хлор Cl <sub>2</sub> , фтор F <sub>2</sub> , благородные газы); жидкость (бром Br <sub>2</sub> )
Имеют металлический блеск	Не имеют металлического блеска (исключение составляют иод I <sub>2</sub> , графит C)
Электро- и теплопроводны	Не проводят электрический и ток (исключения — кремний Si, графит C)
Ковкие, пластичные, тягучие	В твёрдом состоянии — хрупкие





# ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН И ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

За основу своей классификации Дмитрий Иванович Менделеев взял относительную атомную массу:

- общее неизменное свойство атомов всех химических элементов — их атомная масса;
- свойства химических элементов и образованных ими веществ зависят от их атомных масс;
- форма этой зависимости — периодическая.

Система Менделеева позволила предсказать существование неизвестных элементов и предугадать их свойства, а также исправить неверно определённые атомные массы уже известных элементов.

В современной формулировке *Периодический закон* гласит: свойства химических элементов, а также образованных ими веществ находятся в периодической зависимости от зарядов атомных ядер. Заряд ядра всегда численно равен порядковому (атомному) номеру элемента в Периодической системе.

*Периодическая система* является табличным (графическим) выражением Периодического закона.

# ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕЛ. СИЛА. ПРАВИЛО СЛОЖЕНИЯ СИЛ

*Взаимодействием* называют влияние тел (или частиц) на движение друг друга. Взаимодействие тел является причиной их ускорений, соответственно, ускорения — следствие их взаимодействия. *Сила* — это мера действия одного тела на другое. Сила — **векторная величина**, поскольку она характеризуется не только числовым значением, но и направлением. Числовое значение силы (как и любой другой векторной величины) называют **модулем**. На чертежах силы обозначают стрелками. В СИ в качестве единицы силы принята сила, под действием которой покоящееся тело массой 1 кг приобретает за 1 с скорость 1 м/с. Эта единица силы называется ньютоном (Н).

На тело могут действовать несколько сил. Равнодействующей двух или нескольких сил называют силу, которая производит на тело такое же действие, как одновременное действие этих сил. *Сложением* нескольких сил называют нахождение равнодействующей этих сил:  $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$



## СИЛА УПРУГОСТИ. МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ СИЛЫ

Когда два тела так или иначе соприкасаются, это означает, частицы их поверхностей сближены. Взаимодействия этих частиц как раз и ответственны за взаимодействие самих соприкасающихся тел. При взаимодействии тела деформируются — иной раз незаметно для глаза — и возникает *сила упругости*.

**Закон Гука** гласит: сила упругости, возникающая при деформации тела, пропорциональна удлинению этого тела ( $F_{\text{упр}} = k |\Delta l|$ ,  $F_{\text{упр}}$  — модуль силы упругости). При деформациях сжатия и растяжения она направлена в сторону, противоположную смещению частиц тела.

На этом законе основан принцип действия динамометров — приборов для измерения силы. Природу силы определяет принадлежность её к одному из типов фундаментальных взаимодействий (в механике — к гравитационному или электромагнитному).

## ПЕРИОДЫ И ГРУППЫ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

По горизонтали Периодическая система делится на семь *периодов*. Три первых периода, состоящие каждый из одного ряда, называют *малыми периодами*. Периоды 4, 5 и 6-й включают по два ряда элементов, их называют *большими периодами*. 7-й период — незаконченный, пока состоит из одного ряда.

По вертикали Периодическая система делится на восемь *групп*. Каждая группа состоит из двух подгрупп — главной и побочной. Подгруппу, в которую входят элементы и *малых*, и *больших периодов*, называют *главной подгруппой* или *группой А*. Подгруппу, в которую входят элементы только *больших периодов*, называют *побочной подгруппой* или *группой В*. В соответствии с этим выделяют **горизонтальную** (по периодам), **вертикальную** (по группам) и **диагональную периодичности**.

**Вертикальная периодичность** состоит в том, что:

- 1) с ростом порядковых номеров элементов усиливаются металлические свойства образуемых ими простых веществ и ослабевают неметаллические свойства;
- 2) усиливается основной характер оксидов и гидроксидов;





3) уменьшается прочность летучих водородных соединений, соответственно усиливаются их кислотные свойства.

Суть **горизонтальной периодичности** в том, что:

1) металлические свойства простых веществ, наиболее ярко выраженные у щелочных металлов, ослабевают и сменяются неметаллическими, которые наиболее ярко выражены у галогенов;

2) значение степени окисления атомов элементов в высших оксидах возрастает от +1 до +7 (+8 только для Os и Ru);

3) значение степени окисления атомов элементов в гидридах и в летучих водородных соединениях возрастает сначала от +1 до +3 и затем от -4 до -1;

4) основные оксиды, образованные химическими элементами начала периода, сменяет амфотерный оксид и далее — кислотные оксиды, свойства которых усиливаются.

Под **диагональной периодичностью** понимают повторяемость сходства химических свойств простых веществ и соединений элементов, расположенных по диагонали друг от друга в Периодической системе.

## ВТОРОЙ ЗАКОН НЬЮТОНА

Если окружающие тела действуют с силой  $\vec{F}$  на частицу массой  $m$ , то эта частица приобретает такое ускорение  $\vec{a}$ , что произведение её массы на ускорение будет равно действующей силе. Это **второй закон Ньютона**:  $\vec{F} = m\vec{a}$ .

Сила, с которой сразу несколько тел действуют на данную частицу, равна сумме сил, с которыми эти тела действуют на неё по отдельности:

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n.$$

Это утверждение называется **принципом независимости взаимодействий**. С учетом этого принципа второй закон Ньютона записывается в виде:

$$m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n.$$

Принцип независимости взаимодействий иначе называют принципом суперпозиции сил.

## ТРЕТИЙ ЗАКОН НЬЮТОНА

*Третий закон* Ньютона описывает взаимодействие двух тел: силы взаимодействия любых двух частиц всегда равны по модулю и направлены в противоположные стороны вдоль соединяющей их прямой.

Этот закон выполняется для тел, которые можно считать материальными точками, т. е. когда они находятся на таком расстоянии друг от друга, которое намного больше их собственных размеров. Для тел, которые нельзя считать материальными точками, закон применяется так: силы, с которыми взаимодействуют любые два тела, всегда равны по модулю и противоположны по направлению, т. е.

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

В этой формуле  $F_{12}$  — сила, с которой первое тело действует на второе, а  $F_{21}$  — сила, с которой, наоборот, второе тело действует на первое.

## СТРОЕНИЕ АТОМА. ЯДРО (ПРОТОНЫ, НЕЙТРОНЫ) И ЭЛЕКТРОНЫ

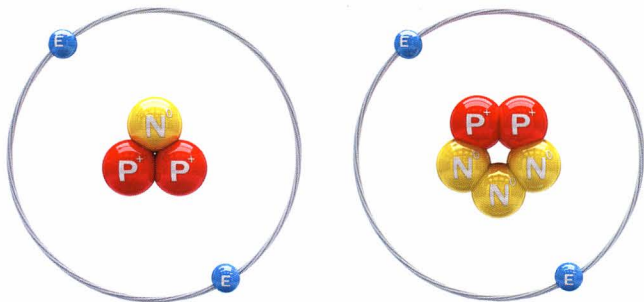
Атом — это электронейтральная частица, состоящая из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов. Ядро атома состоит из частиц двух видов — протонов и нейтронов. Протоны — положительно заряженные частицы с зарядом  $+1$ , а нейтроны не имеют заряда. Весь положительный заряд ядра создаётся протонами, общее число которых равно заряду ядра. Массы протона и нейтрона примерно равны  $1 \text{ а. е. м.}$  Число протонов с зарядом  $+1$  всегда равно числу электронов с зарядом  $-1$ . Электрический заряд электрона называют **элементарным** — он наименьший из всех зарядов. Масса ядра составляет около  $99,97\%$  от массы атома.



# ИЗОТОПЫ

*Изотопы* — это разновидности атомов одного и того же химического элемента, в ядре которых находятся одинаковое количество протонов, но разное количество нейтронов. Иными словами, у изотопов одного элемента одинаковый заряд ядра, но разные **массовые числа** — т. е. суммы протонов и нейтронов в ядре атома. Массовое число обозначают буквой *A*. Изотопы известны для большинства химических элементов. Некоторые изотопы обладают способностью самопроизвольно превращаться в атомы других элементов, испуская электроны или ядра гелия.

Изотопы гелия — с одним нейтроном и тремя. Количество протонов одинаково — по два в каждом изотопе. Они обозначаются так:  $^3\text{He}$  и  $^5\text{He}$  — верхний индекс показывает массовое число.



14

# СИЛА ТЯЖЕСТИ. ЗАКОН ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ

Силу, с которой Земля притягивает тело, называют *силой тяжести* и обозначают  $\vec{F}_T$ . Сила тяжести направлена вниз — к центру Земли. Модуль силы тяжести  $F_T = mg$ , где  $m$  — масса тела,  $g$  — ускорение свободного падения ( $9,8 \text{ м/с}^2$ ).

*Закон всемирного тяготения* гласит: сила гравитационного притяжения любых двух частиц прямо пропорциональна произведению их масс и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$G$  — это гравитационная постоянная. Она приблизительно

равна  $6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}$ . Гравитационная постоянная численно

равна силе, с которой притягиваются две частицы массой по 1 кг каждая, находящиеся на расстоянии 1 м друг от друга.

Модуль силы тяжести с помощью закона всемирного

тяготения находят по формуле:  $F_T = G \frac{mM_3}{r^2}$ , где  $M_3$  — масса Земли.

14



## СИЛА ТРЕНИЯ

Сила трения возникает при движении соприкасающихся тел друг относительно друга. Правильнее говорить о силах трения, поскольку различают несколько видов: сила трения скольжения, сила трения покоя, сила трения качения, вязкая сила трения и пр.

Сила трения скольжения обусловлена тем, что на поверхностях тел всегда есть неровности и при движении тел друг относительно друга неровности одного тела зацепляются за неровности другого. Чтобы уменьшить силу трения скольжения, поверхности тел полируют или шлифуют.

Сила трения покоя возникает, когда одно из соприкасающихся тел пытаются сдвинуть относительно другого. Сила трения покоя обусловлена также зацеплением неровностей на поверхностях тел. Максимальная сила трения покоя примерно равна силе трения скольжения.

Сила трения качения возникает за счёт того, что катящееся колесо вдавливают поверхность, по которой катится. Сила трения покоя обычно намного меньше, чем сила трения скольжения.

Сила трения всегда направлена противоположно перемещению тела.

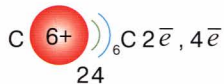
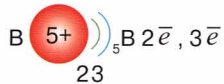
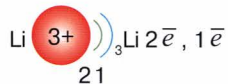
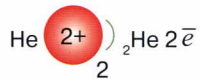
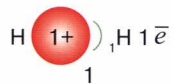
## СТРОЕНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБОЛОЧЕК АТОМОВ. ОРБИТАЛЬ

Двигаясь вокруг ядра атома, электроны образуют в совокупности его электронную оболочку. В зависимости от своей энергии одни электроны сильнее притягиваются к ядру, а другие — слабее. По мере удаления от ядра атома запас энергии электрона ( $E$ ) увеличивается. В электронной оболочке атома образуются электронные слои (энергетические уровни), состоящие из электронов с близкими значениями энергии.

Число заполняемых электронами энергетических уровней в атоме равно номеру периода в таблице Менделеева, в котором находится химический элемент.

Максимальное (наибольшее) число электронов, могущих находиться на энергетическом уровне, определяют по формуле:  $2n^2$ , где  $n$  — номер уровня. Уровень, на котором количество электронов равно  $2n^2$ , называется завершённым.





## УСЛОВИЯ РАВНОВЕСИЯ РЫЧАГА. МОМЕНТ СИЛЫ

*Рычаг* — это твёрдое тело, которое может вращаться вокруг неподвижной точки. Неподвижную точку называют **точкой опоры**. Расстояние  $l$  от точки опоры до прямой, вдоль которой действует сила, называют **плечом** этой силы.

Рычаг находится в равновесии, если приложенные к рычагу силы  $\vec{F}_1$  и  $\vec{F}_2$  стремятся вращать его в противоположных направлениях, причём модули сил обратно пропорциональны плечам этих сил:  $F_1/F_2 = l_2/l_1$ .

Произведение модуля силы на её плечо называют **моментом силы**:  $M = Fl$ . Рычаг находится в равновесии, если  $M_1 = M_2$ . Используя понятие момента силы, *условие равновесия рычага* можно сформулировать так: рычаг находится в равновесии, если момент силы, стремящейся вращать рычаг в одном направлении, равен моменту силы, стремящейся вращать его в противоположном направлении.

# ИМПУЛЬС. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА

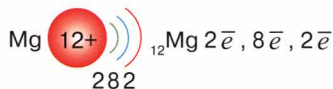
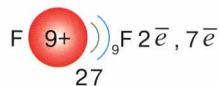
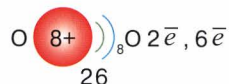
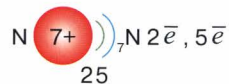
Импульсом частицы называется векторная физическая величина, равная произведению массы частицы на её скорость. Единицей импульса в СИ является килограмм-метр в секунду ( $\text{кг} \cdot \text{м/с}$ ).  $1 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$  — это импульс тела массой  $1 \text{ кг}$ , движущегося со скоростью  $1 \text{ м/с}$ . Импульс обозначается так:  $\vec{p}$ .

$$\vec{p} = m \vec{v}.$$

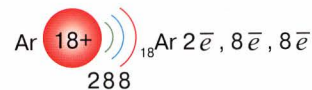
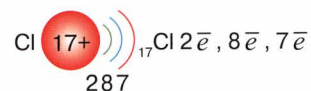
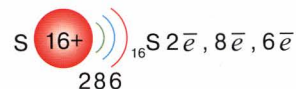
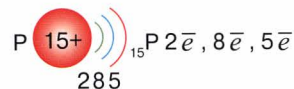
Импульс всегда направлен в ту же сторону, что и скорость.

Изменение импульса тела равно произведению силы на время её действия:  $\Delta \vec{p} = \vec{F} \Delta t$ . Данное уравнение выражает второй закон Ньютона в импульсном представлении.

Закон сохранения импульса гласит: при любых процессах, происходящих в замкнутой системе, её импульс остаётся неизменным:  $\vec{p} = \text{const}$ . Если система состоит из двух тел, её импульс  $\vec{p} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2$ .







## РАБОТА. МОЩНОСТЬ

*Механической работой* называют произведение модуля силы  $F$  на путь  $s$ , пройденный точкой приложения этой силы:  $A = Fs$ .

Единицей работы в СИ является джоуль (Дж). 1 Дж — это работа, совершаемая силой 1 Н, когда точка приложения силы проходит путь 1 м в направлении действия силы. Таким образом,  $1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}$ . Часто используют единицу работы кДж. Работа постоянной силы на любой замкнутой траектории всегда равна нулю.

Работа постоянной силы, совершаемая при перемещении частицы из одной точки в другую, не зависит от формы траектории, соединяющей эти точки.

*Мощностью* называют отношение совершённой работы к промежутку времени, в течение которого она была совершена. Мощность обозначают буквами  $P$ ,  $N$  или  $W$ .  $P(N, W) = A/t$ . Единицей мощности в СИ является 1 Вт (ватт). 1 Вт — это мощность, при которой за 1 с совершается работа в 1 Дж. Мощность можно выразить так:  $P(N, W) = Fv$ , где  $F$  — модуль силы, а  $v$  — модуль скорости.

# КИНЕТИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ. ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ ТЕЛ. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Кинетическая энергия тела (частицы) равна работе, которую тело способно совершить в процессе уменьшения своей скорости до нуля. Она равна половине произведения массы

этого тела (частицы) на квадрат его скорости:  $E_k = \frac{mv^2}{2}$ .

Изменение кинетической энергии тела равно работе всех

сил, действующих на это тело, т. е.  $A = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2}$ .

Потенциальной энергией называют физическую величину, которая характеризует **способность** системы взаимодействующих тел совершить работу вследствие изменения взаимного положения тел (или частей одного тела). Потенциальная энергия не зависит от скорости. Кинетическая энергия может превращаться в потенциальную, и обратно.

Закон сохранения механической энергии гласит: если между телами системы действуют только силы тяготения и силы упругости, то сумма кинетической и потенциальной энергии остаётся неизменной. Энергия не возникает и не исчезает, а может только превращаться из одного вида в другой, а также переходить от одного тела к другому.

Орбиталью электрона, или электронным облаком называют пространство вокруг ядра атома, где наиболее вероятно нахождение этого электрона. Орбитали различной формы обозначают разными буквами:  $s$ ,  $p$ ,  $d$  и  $f$ . Каждый энергетический уровень в атоме начинается с  $s$ -орбитали, имеющей сферическую форму. На втором и последующих уровнях после одной  $s$ -орбитали появляются  $p$ -орбитали гантелеобразной формы.

Таких орбиталей три. На каждой орбитали максимально могут разместиться два электрона, обладающие равной энергией. Орбитали  $d$  и  $f$  имеют более сложные формы.

Одинаковое строение внешних энергетических уровней периодически повторяется, вследствие этого периодически повторяются и свойства химических элементов.



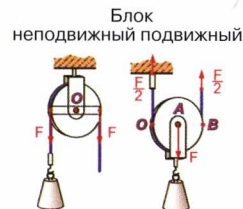
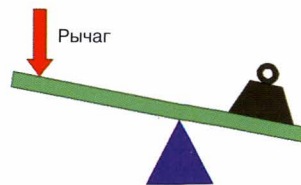
# ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ. ТИПЫ ХИМИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ: КОВАЛЕНТНАЯ (ПОЛЯРНАЯ И НЕПОЛЯРНАЯ), ИОННАЯ, МЕТАЛЛИЧЕСКАЯ

Под *химической связью* понимают взаимодействие атомов, осуществляемое путём обмена электронами или их переходом от одного атома к другому, которое связывает их в молекулы, ионы, радикалы, кристаллы. Образование химической связи всегда сопровождается выделением энергии, называемой **энергией химической связи**. **Электроотрицательность** — это величина, характеризующая способность атома смещать к себе общие электронные пары, участвующие в образовании химической связи.

*Ковалентной* называется химическая связь, возникающая между атомами в результате образования общих электронных пар. Ковалентную химическую связь, образующуюся между атомами с одинаковой электроотрицательностью, называют *неполярной*. Ковалентную химическую связь между атомами неметаллов, электроотрицательности которых различаются, называют *полярной*. В этом случае общая электронная пара смещена к тому атому, который сильнее притягивает электроны.

# ПРОСТЫЕ МЕХАНИЗМЫ. КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ

*Простыми механизмами* называют устройства, с помощью которых можно преобразовывать силу: изменять её по модулю или по направлению. К числу простых механизмов относятся неподвижный и подвижный блоки, наклонная плоскость, рычаг.



Неподвижный блок используют для того, чтобы изменить направление действия силы; он не даёт выигрыша в силе. Подвижный блок, наклонная плоскость и рычаг позволяют нам прикладывать меньшую силу. Общее свойство всех простых механизмов — «**золотое правило**» механики — состоит в том, что при их использовании мы выигрываем в силе во столько же раз, во сколько раз проигрываем в пути.

*Коэффициентом полезного действия* (КПД) называют отношение полезной работы  $A_{\text{пол}}$  к совершённой  $A_{\text{сов}}$ , выраженное в процентах. Его обозначают  $\eta$ .  $\eta = A_{\text{пол}} / A_{\text{сов}} \cdot 100 \%$ . КПД любого реального механизма меньше 100 %.



# ДАВЛЕНИЕ. ЗАКОН ПАСКАЛЯ. АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ.

Давлением  $p$  называют отношение модуля силы давления  $F$ , действующей на некоторую площадь  $S$  поверхности, к этой площади:  $p = F/S$ . Единицей давления в СИ является давление, при котором на площадь, равную  $1 \text{ м}^2$ , действует сила давления, равная  $1 \text{ Н}$ . Эта единица давления называется паскаль (Па).

Закон Паскаля гласит: давление, производимое внешними силами на жидкость или газ, передаётся без изменения в каждую точку жидкости или газа.

Земля окружена воздушной оболочкой — атмосферой. Из-за притяжения к Земле атмосфера давит на её поверхность и на все тела, находящиеся у поверхности Земли. Атмосферное давление измеряют с помощью барометра. *Нормальным атмосферным давлением* принято считать давление, которое создаёт столб ртути высотой  $760 \text{ мм}$ .

Давление жидкости или газа измеряют манометрами.

Химическая связь, возникающая в результате притяжения противоположно заряженных ионов, называется *ионной*. Ионную связь можно рассматривать как предельный случай ковалентной полярной связи, когда общая электронная пара полностью перешла к одному из атомов. Ионная связь образуется между атомами типичных металлов и неметаллов, сильно различающихся значениями электроотрицательности. Принято считать, что связь ионная, если разность электроотрицательностей двух атомов превышает 2.

*Металлическая связь* — это связь между положительными ионами металлов и сплавов, расположенными в узлах кристаллической решетки, и общими электронами, свободно движущимися по всему объёму.



# ВАЛЕНТНОСТЬ И СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ

*Валентность* — это число химических связей, образованных атомом с другими атомами в молекуле. Это положительное целое число. Понятие «валентность» применимо только к ковалентным молекулярным соединениям. Для обозначения валентности обычно используют римские цифры, которые ставят в формуле над символом химического элемента.

*Степень окисления* — это условный заряд атомов химического элемента в соединении, вычисленный на основе предположения, что все соединения (и ионные, и ковалентно-полярные) состоят только из ионов. Степень окисления может иметь отрицательное, положительное или нулевое значения. Она обычно ставится над символом элемента сверху, например:  $\text{Mg}_3^{+2}\text{N}_2^{-3}$ . Фтор всегда имеет степень окисления  $-1$  во всех соединениях. Суммарная степень окисления в соединениях всегда равна нулю.

Валентность и степень окисления часто численно совпадают, но валентность не имеет знака заряда, а степень окисления — имеет.

# ЗАКОН АРХИМЕДА

*Закон Архимеда* гласит: на полностью или частично погружённое в жидкость тело действует направленная вверх **выталкивающая сила**, равная по модулю весу жидкости в объёме погружённой части тела. Эта сила — равнодействующая сил давления, действующих на все участки погружённой в воду поверхности тела. Данную силу называют **силой Архимеда** и обозначают  $F_A$ . Выталкивающая сила уравновешивает силу тяжести.

Сила давления жидкости всегда направлена перпендикулярно поверхности. Давление жидкости увеличивается с глубиной, поэтому на нижнюю поверхность тела жидкость давит с большей силой, чем на верхнюю. На глубине  $h$  давление жидкости  $p = \rho gh$ , где  $\rho$  — плотность жидкости.



# МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ

*Механическими колебаниями* называют такое движение тела, при котором оно попеременно отклоняется от положения равновесия то в одну, то в другую сторону через одинаковые промежутки времени.

**Амплитудой колебаний** называется наибольшее смещение колеблющегося тела от положения равновесия. **Периодом колебаний** называется промежуток времени  $T$ , в течение которого происходит одно полное колебание. **Частотой колебаний**  $\nu$  называется физическая величина, равная числу колебаний за единицу времени. Период и частота связаны соотношением  $\nu = 1/T$ . Единицу частоты колебаний называют герц (Гц):  $1 \text{ Гц} = 1/\text{с}$

При частоте 1 Гц тело совершает одно колебание в секунду.

**Вынужденными** называют колебания, когда на тело действуют периодически изменяющиеся внешние силы. Колебания, происходящие под действием внутренних сил и возникающие в системе после того, как она была выведена из состояния равновесия, называются **свободными**.

# АЛЛОТРОПИЯ

Способность атомов одного химического элемента образовывать несколько простых веществ называют *аллотропией*, а эти простые вещества — аллотропными видоизменениями или модификациями. Свойства аллотропных модификаций одного элемента различны. К примеру, кислород  $\text{O}_2$  не имеет запаха и бесцветен, а газ озон  $\text{O}_3$  обладает характерным запахом и имеет бледно-фиолетовый цвет. Углерод образует такие различные по внешнему виду простые вещества, как алмаз и графит. Причина отличия свойств этих аллотропных модификаций состоит в строении их кристаллических решёток. Фосфор имеет две аллотропные модификации: фосфор красный (им покрывают боковую сторону спичечного коробка) и фосфор белый. Молекулу белого фосфора составляют четыре атома, его формула  $\text{P}_4$ .



Уголь и алмаз



Аллотропные модификации фосфора



## КРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ РЕШЁТКИ

Кристаллические вещества характеризуются правильным расположением составляющих их частиц в строго определённых точках пространства. При соединении этих точек прямыми линиями образуется пространственная структура, называемая *кристаллической решёткой*. Точки, в которых размещены частицы кристалла, называют **узлами решётки**. В зависимости от типа частиц, расположенных в узлах кристаллической решётки, и характера связи между ними различают четыре типа кристаллических решёток: **ионные, атомные, молекулярные и металлические**.

**Ионными** называют кристаллические решётки, в узлах которых находятся ионы. Их образуют вещества с ионной связью (NaCl). **Атомными** называют решётки, в узлах которых находятся отдельные атомы (алмаз). **Молекулярными** — те, в узлах которых располагаются молекулы (лёд). Вещества с металлической связью имеют **металлические** кристаллические решётки (железо).

## МЕХАНИЧЕСКИЕ ВОЛНЫ. ЗВУК

*Механические волны* — это возмущения среды, распространяющиеся в пространстве с течением времени. Волны, при распространении которых частицы среды смещаются вдоль направления распространения волны, называют **продольными**. Если частицы среды смещаются поперёк, то это **поперечные** волны.

Частоту  $\nu$  колебаний каждой точки среды называют **частотой волны**. Величину  $T$ , обратную частоте, называют **периодом волны**. Амплитуду колебаний частиц среды называют **амплитудой волны**. Максимумы волны называют **гребнями волны**, а расстояние между соседними гребнями называют **длиной волны**  $\lambda$ . Скорость, с которой перемещаются гребни волн, называют **скоростью волны**  $v$ .

$$v = \lambda / T = \lambda \nu$$

Упругие продольные волны, вызывающие у человека слуховые ощущения, называются звуковыми волнами, или просто **звуком**. Скорость распространения звуковых волн в среде называют **скоростью звука** в данной среде. **Громкость звука** определяется амплитудой звуковых волн, **высота** — частотой колебаний звучащего тела.

## ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА. БРОУНОВСКОЕ ДВИЖЕНИЕ. ДИФфуЗИЯ. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЧАСТИЦ ВЕЩЕСТВА

Тело состоит из вещества, вещество — из молекул, а те — из атомов. Молекулы непрестанно и хаотически движутся с огромными скоростями, всё время соударяясь — этим обусловлено *броуновское движение*. Оно является опытным подтверждением молекулярного строения вещества и движения молекул.

*Диффузией* называют обусловленное движением молекул взаимное проникновение частиц одного вещества в другое. Диффузия также является опытным подтверждением движения молекул. Она происходит не только в жидкостях и газах, но и в твёрдых телах.

*Взаимодействие частиц вещества* друг с другом следует, в частности, из того факта, что существуют жидкие и твёрдые тела — иначе они распались бы на отдельные молекулы, превратившись в газы. Когда молекулы находятся на очень близком расстоянии, они отталкиваются, т. е. не проникают друг в друга. При увеличении расстояния между частицами вещества отталкивание сменяется притяжением.

Броуновское движение

25

## ХИМИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ ХИМИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ. СОХРАНЕНИЕ МАССЫ ВЕЩЕСТВ ПРИ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЯХ

*Химическая реакция* — это процесс, в результате которого из одних веществ образуются другие, отличающиеся от них по составу и (или) строению. Превращение веществ сопровождается внешними признаками: образованием осадка или газа, изменением цвета, выделением или поглощением теплоты, появлением запаха и др. При химических реакциях разрываются старые и образуются новые связи между атомами, при этом — в отличие от ядерных реакций — общее число атомов каждого химического элемента и его изотопный состав не меняются. Химические реакции обычно записывают в виде уравнений. В левой части уравнения химической реакции представлены формулы исходных веществ (реагентов), а в правой — продуктов.

*Закон сохранения массы веществ* гласит: в результате химических превращений масса веществ остаётся неизменной — общая масса всех исходных веществ равна общей массе всех продуктов реакции.

25

# КЛАССИФИКАЦИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ ПО РАЗЛИЧНЫМ ПРИЗНАКАМ

По числу и составу реагирующих веществ реакции могут проходить без изменения состава вещества (например, процессы получения аллотропных модификаций одного химического элемента) и с его изменением. Реакции с изменением состава вещества можно разделить на четыре группы. В реакциях **соединения** из нескольких исходных веществ образуется одно сложное вещество. Реакции **разложения** приводят к распаду одного исходного сложного вещества на несколько продуктов. Реакции **замещения** — это реакции между простым и сложным веществами, протекающие с образованием двух новых веществ, простого и сложного. Реакция **обмена** — взаимодействие между двумя сложными веществами, при котором они обмениваются атомами или группами атомов.

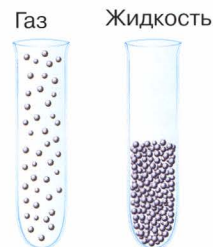
По виду энергии, инициирующей реакции, они могут быть **электрохимическими**, **термохимическими**, **фотохимическими** и **радиационными**.

Если степени окисления атомов элементов в результате реакций изменяются, то это **окислительно-восстановительные** реакции.

# МОДЕЛИ СТРОЕНИЯ ГАЗОВ, ЖИДКОСТЕЙ И ТВЁРДЫХ ТЕЛ И ОБЪЯСНЕНИЕ СВОЙСТВ ВЕЩЕСТВА НА ОСНОВЕ ЭТИХ МОДЕЛЕЙ

**Газ легко сжимаем** — потому, что молекулы в газах расположены не вплотную друг к другу, а на некотором расстоянии.

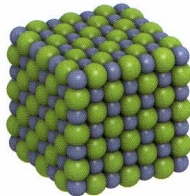
**Газ заполняет весь предоставленный ему объём** — потому, что молекулы в газах движутся хаотически и слабо взаимодействуют друг с другом.



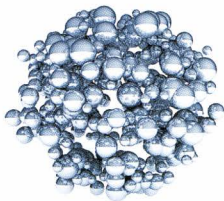
**Жидкость всегда принимает форму сосуда** — потому, что из-за отсутствия порядка в расположении молекул она течёт, т. е. может менять свою форму очень быстро.

**Жидкость сохраняет свой объём** — потому, что молекулы в жидкости расположены вплотную друг к другу (хотя в этом расположении нет определённого порядка).





**Кристаллические твёрдые тела сохраняют не только объём, но и форму** — потому, что молекулы или атомы в них расположены в определённом порядке вплотную друг к другу, образуя кристаллическую решётку.



**Аморфные твёрдые тела тоже сохраняют объём, но обладают текучестью**, хотя и значительно меньшей, чем жидкости — потому, что в расположении их молекул нет порядка, как и в жидкостях.

Твёрдые тела отличаются друг от друга также хрупкостью и пластичностью. Хрупкие тела при ударе разрушаются, а пластичные — лишь изменяют форму. Различные свойства твёрдых веществ могут быть следствием разных типов кристаллических решёток.

По направлению реакции могут быть **обратимыми** и **необратимыми**.

Реакции, при которых выделяется теплота, называются **экзотермическими**, а те, что протекают с поглощением теплоты — **эндотермическими**.

По агрегатному состоянию реагирующих веществ (фазовому составу) реакции бывают гомогенными и гетерогенными. В **гетерогенных** реакциях реагирующие вещества и продукты реакции находятся в разных агрегатных состояниях (в разных фазах), в **гомогенных** — реагирующие вещества и продукты реакции находятся в одном агрегатном состоянии (в одной фазе).

**Некаталитические** реакции идут без участия катализатора, а **каталитические** — с его участием.

По механизму протекания реакции бывают **радикальными** (они идут с участием образующихся в ходе реакции радикалов) и **ионными** (они идут между уже имеющимися или образующимися в ходе реакции ионами).

Реакции, представляющие собой цепь последовательных превращений, называют **цепными** реакциями.

# ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКАЯ ДИССОЦИАЦИЯ КИСЛОТ, ОСНОВАНИЙ И СОЛЕЙ В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ

*Электролитической диссоциацией* называется процесс распада **электролита** (вещества, раствор которого проводит электрический ток) на ионы при растворении в воде или плавлении. При диссоциации веществ с ионной связью последовательно происходят: 1) ориентация молекул — диполей воды около ионов кристалла (для вещества с ионной связью) или вокруг полюсов молекулы электролита (для вещества с ковалентной связью); 2) гидратация (взаимодействие) молекул воды с противоположно заряженными ионами поверхностного слоя кристалла или с молекулами электролита; 2а) для вещества с ковалентной связью — ионизация молекул электролита (превращение ковалентной полярной связи в ионную); 3) диссоциация (распад) кристалла (молекул) электролита на гидратированные ионы.

Кислота — электролит, при диссоциации которого образуются катионы водорода и анионы кислотного остатка. Основание — электролит, диссоциирующий на катионы металла и гидроксид-анионы. Соль диссоциирует на катионы металла и анионы кислотного остатка.

28

# ТЕПЛОВОЕ ДВИЖЕНИЕ. ТЕПЛОВОЕ РАВНОВЕСИЕ. ТЕМПЕРАТУРА И ЕЁ ИЗМЕРЕНИЕ

*Тепловым движением* называют хаотическое движение молекул. Энергия хаотического движения молекул при нагревании увеличивается. *Температура* характеризует степень нагретости тела: более нагретое тело имеет более высокую температуру. Тела с одинаковой температурой находятся в *тепловом равновесии*. Измеряется температура с помощью термометров. Принцип действия используемых чаще всего жидкостных термометров основан на том, что жидкость при нагревании расширяется. Единицей измерения температуры является градус. Для её измерения используются разные шкалы — к примеру, шкалы Цельсия, Фаренгейта, Кельвина. В шкале Цельсия за 0 градусов принята температура таяния льда, а за 100 градусов — температура кипения воды при атмосферном давлении. Градусы Цельсия обозначают °С.

28



# ВНУТРЕННЯЯ ЭНЕРГИЯ. РАБОТА И ТЕПЛОПЕРЕДАЧА КАК СПОСОБЫ ИЗМЕНЕНИЯ ВНУТРЕННЕЙ ЭНЕРГИИ ТЕЛА

*Внутренней энергией* тела называют сумму кинетической энергии хаотического движения его частиц и потенциальной энергии их взаимодействия. Внутренняя энергия тела изменяется при его нагревании или охлаждении, изменении агрегатного состояния и при химических реакциях. Её можно изменить, если совершить работу или если работу совершает само тело.

*Теплопередачей* называют способ изменения внутренней энергии без совершения работы. При теплопередаче энергия всегда переходит от тела с большей температурой к телу с меньшей температурой.

Виды теплопередачи:

- 1) **теплопроводность** — обусловлена передачей энергии от одного тела к другому или от одних частей тела к другим в результате теплового движения и взаимодействия частиц;
- 2) **конвекция** — обусловлена переносом вещества потоками газа или жидкости;
- 3) **излучение** — обусловлено электромагнитным излучением.

# ИОНЫ. КАТИОНЫ И АНИОНЫ. РЕАКЦИИ ИОННОГО ОБМЕНА

*Ионом* называют заряженный атом или группу атомов. Различают *катионы* — ионы, несущие положительный заряд, и *анионы* — отрицательно заряженные ионы.

*Реакция ионного обмена* — химическая реакция, характеризующаяся выделением в продукты реакции воды, газа или осадка. Эти реакции в водных растворах могут протекать: 1) необратимо, до конца; 2) обратимо, т. е. одновременно в двух противоположных направлениях. Между сильными электролитами реакции в растворах протекают до конца или практически необратимы, когда ионы, соединяясь друг с другом, образуют вещества: а) нерастворимые; б) малодиссоциирующие (слабые электролиты, в частности вода); в) газообразные. Если среди исходных веществ и среди продуктов реакции имеются слабые электролиты или малорастворимые вещества, то такие реакции являются обратимыми, т. е. до конца не протекают. В обратимых реакциях равновесие смещается в сторону образования наименее растворимых или наименее диссоциированных веществ.





# ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ. ОКИСЛИТЕЛЬ И ВОССТАНОВИТЕЛЬ

*Окислительно-восстановительными* называют химические реакции, в результате которых происходит изменение степеней окисления атомов химических элементов или ионов, образующих реагирующие вещества.

**Восстановлением** называют процесс присоединения электронов атомами, ионами или молекулами. Степень окисления при этом понижается. Атомы, ионы или молекулы, принимающие электроны, называют *окислителями*.

Под **окислением** понимают процесс отдачи электронов атомами, ионами или молекулами. Степень окисления при этом повышается. Атомы, ионы или молекулы, отдающие электроны, называют *восстановителями*.

Окисление всегда сопровождается восстановлением, и наоборот, т. е. окислительно-восстановительные реакции представляют собой единство двух противоположных процессов — окисления и восстановления. В реакциях этого типа число электронов, отдаваемых восстановителем, равно числу электронов, принимаемых окислителем, т. е. соблюдается **электронный баланс**.

# КОЛИЧЕСТВО ТЕПЛОТЫ. УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОЁМКОСТЬ ВЕЩЕСТВА

*Количеством теплоты* называют энергию, получаемую или отдаваемую телом при теплопередаче. Количество теплоты обозначают буквой  $Q$ . Единицей количества теплоты является джоуль (Дж).

$Q = cm(t_k - t_n)$ . Здесь  $m$  — масса тела,  $t_n$  — его начальная температура, а  $t_k$  — конечная.

Буквой  $c$  обозначается *удельная теплоёмкость вещества*. Она численно равна количеству теплоты, которое надо сообщить состоящему из этого вещества телу массой 1 кг, чтобы повысить его температуру на  $1^\circ\text{C}$ . Единицей удельной теплоёмкости является  $1 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$ .

Если теплопередача происходит только между двумя телами, то количество теплоты  $Q_1$ , которое отдаёт более нагретое тело, равно количеству теплоты  $Q_2$ , которое получает менее нагретое тело:  $Q_1 = Q_2$ ; это соотношение называют **уравнением теплового баланса**. Энергия в тепловых процессах сохраняется.

# ИСПАРЕНИЕ И КОНДЕНСАЦИЯ. НАСЫЩЕННЫЙ ПАР. ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА

Превращение жидкости в пар называют **парообразованием**. Если парообразование происходит с поверхности жидкости, его называют *испарением*. Испарение происходит при любой температуре, при повышении температуры скорость испарения увеличивается. Вследствие испарения жидкость охлаждается. Чем больше площадь поверхности жидкости, тем быстрее происходит испарение.

*Конденсация* — это превращение пара в жидкость.

Пар над жидкостью является *насыщенным*, если процессы испарения и конденсации идут над ней с одинаковой скоростью. *Влажность воздуха* — это содержание в нём водяного пара. Если водяной пар является насыщенным, то влажность воздуха принимают равной 100 %.

# ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ И НЕОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ ВОДОРОД, ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

## Н (Hydrogenium), № 1.

Масса атома водорода равна 1 а. е. м. Простое вещество водород состоит из двухатомных молекул, его формула —  $H_2$ . При обычных условиях водород — газ, не имеющий цвета и запаха, плохо растворимый в воде. При сильном сжатии и охлаждении он переходит в жидкое состояние. Жидкий водород кипит при  $-253^\circ C$ . Водород в 14,5 раз легче воздуха. Важнейшее соединение водорода — вода. Также он содержится в природном газе, нефти, в некоторых минералах, белках, жирах и углеводах.

Водород способен загораться на воздухе, иногда со взрывом. При горении водорода развивается высокая температура порядка  $3000^\circ C$ . При взаимодействии водорода с кислородом образуется вода. При нагревании водород реагирует с хлором, серой, углеродом, а при повышенном давлении в присутствии катализатора и с азотом. Водород способен отщеплять кислород от многих оксидов. В основном выступает как восстановитель. Является обязательным компонентом всех кислот.



# КИСЛОРОД, ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

## О (Oxygenium), № 8.

Масса атома кислорода равна 16 а. е. м. Простое вещество кислород состоит из двухатомных молекул, его формула —  $O_2$  (с двойной связью).

При обычных условиях кислород представляет собой бесцветный газ без запаха. Он немного тяжелее воздуха: 1 л его при  $t = 0^\circ \text{C}$  и обычном давлении весит 1,43 г.

При  $t = -183^\circ \text{C}$  кислород переходит в жидкое состояние. Жидкий кислород — подвижная жидкость голубого цвета, притягиваемая магнитом. При  $-219^\circ \text{C}$  она затвердевает, образуя синие кристаллы твёрдого кислорода. Кислород — самый распространённый химический элемент на Земле. Самое распространённое соединение кислорода — вода. Он входит также в состав белков, жиров и углеводов. Простое вещество озон  $O_3$  является аллотропной модификацией кислорода.

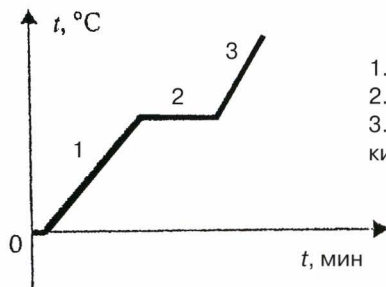
Плохо растворим в воде. Кислород поддерживает горение. Энергично реагирует с углеродом, серой, фосфором, натрием, магнием, алюминием, железом и др. Выступает как окислитель. Является обязательным компонентом всех оксидов.

# КИПЕНИЕ. ПЛАВЛЕНИЕ И КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ

Кипение жидкости — в отличие от испарения — происходит при определённой температуре, её называют **температурой кипения** данной жидкости. Температура кипения зависит от давления — чем давление меньше, тем температура кипения ниже. В процессе кипения температура жидкости остаётся постоянной.

Плавлением называют переход вещества из кристаллического состояния в жидкое. Температуру, при которой происходит плавление данного вещества, называют **температурой плавления** этого вещества.

Переход вещества из жидкого состояния в кристаллическое (твёрдое) называют *кристаллизацией*. Кристаллизация происходит при той же температуре, что и плавление, т. е. при температуре плавления.



1. Нагревание вещества.
2. Плавление.
3. Нагревание до точки кипения.



## УДЕЛЬНАЯ ТЕПЛОТА СГОРАНИЯ. РАСЧЁТ КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОТЫ ПРИ ТЕПЛООБМЕНЕ

Количество теплоты  $Q$ , выделившееся при полном сгорании топлива, пропорционально его массе:  $Q = qm$ . Коэффициент пропорциональности  $q$  называют *удельной теплотой сгорания* топлива. Она численно равна количеству теплоты, которое выделяется при сгорании 1 кг топлива. Единицей удельной теплоты (сгорания) является 1 Дж/кг (джоуль на килограмм).

Количество теплоты, необходимое для того, чтобы полностью **расплавить кристаллическое тело** при его температуре плавления, находят по формуле  $Q = \lambda m$ , где  $m$  — масса тела,  $\lambda$  — удельная теплота плавления.

Количество теплоты, необходимое для того, чтобы превратить **жидкость в пар** при постоянной температуре, находят по формуле  $Q = Lm$ , где  $m$  — масса жидкости,  $L$  — удельная теплота парообразования.

## ВОДА

Вода  $H_2O$  состоит из молекул, образованных двумя атомами водорода и одним атомом кислорода.

Вода при комнатной температуре бесцветная жидкость, которая замерзает при  $0^\circ\text{C}$ , кипит при  $100^\circ\text{C}$ , её плотность 1 г/см<sup>3</sup> (при  $4^\circ\text{C}$ ), плохо проводит тепло и не проводит электрический ток. Обладает высокой теплоёмкостью, т. е. медленно нагревается и медленно остывает. В отличие от большинства других веществ расширяется при замерзании, так как плотность льда меньше плотности жидкой воды. Вода, в одном литре которой содержится более 1 г растворённых солей, называется **минеральной**.

Попадая в воду, вещество под действием молекул воды распадается на отдельные частицы. Служит растворителем в водных растворах. Они кипят при температуре выше  $100^\circ\text{C}$ , а замерзают при температуре ниже  $0^\circ\text{C}$ . Водные растворы солей электропроводны.

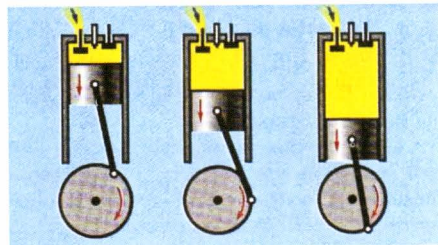
## ГАЛОГЕНЫ

*Галогены* — это элементы, расположенные в главной подгруппе VII группы Периодической системы. К ним относятся **фтор F**, **хлор Cl**, **бром Br**, **иод I**, **астат At**. При комнатной температуре фтор и хлор представляют собой газы жёлто-зелёного цвета, бром — жидкость тёмно-красного цвета, а иод — кристаллы серого цвета с металлическим блеском. В виде простых веществ образуют двухатомные молекулы, атомы которых связаны ковалентной неполярной связью. Галогены — типичные неметаллы, у них сходное электронное строение. На внешнем уровне имеют по семь валентных электронов. В соединениях с кислородом хлор, бром и иод проявляют высшую положительную степень окисления: +7. Фтор — самый электроотрицательный элемент, очень сильный окислитель. Легко взаимодействуя с водородом и металлами, атомы галогенов присоединяют один электрон, приобретая степень окисления –1. При движении вниз по группе окислительные свойства галогенов ослабевают. Каждый вышестоящий в подгруппе галоген способен вытеснять нижестоящие из растворов их солей.

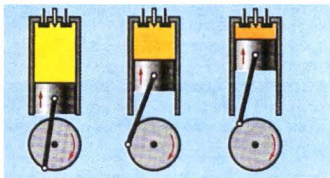
## ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ. ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

*Тепловые двигатели* — это устройства, в которых внутренняя энергия топлива частично превращается в механическую энергию. Примерами тепловых двигателей являются паровая турбина, реактивный двигатель и двигатель внутреннего сгорания. Главное преимущество двигателей внутреннего сгорания — большая мощность при сравнительно небольшой массе. **Коэффициентом полезного действия** (КПД) теплового двигателя называют отношение совершённой двигателем работы  $A$  к количеству теплоты  $Q_1$ , выделившемуся при сгорании топлива. Это отношение выражается в процентах:  $\eta = A/Q_1 \cdot 100\%$ .

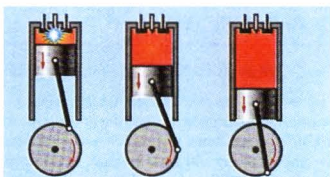
1. Впуск. В цилиндр через открытый впускной клапан всасывается горючая смесь.



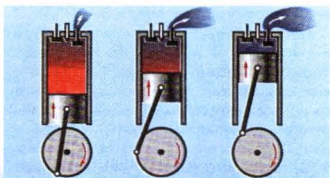
2. Сжатие. При закрытых клапанах горячая смесь в цилиндре нагревается вследствие сжатия поршнем.



3. Рабочий ход. Горячая смесь воспламеняется электрической искрой, температура резко возрастает, и газы, образующиеся при сгорании, толкают поршень с большой силой. Именно во время этого такта происходит преобразование внутренней энергии в механическую — потому ему дано такое название.



4. Выпуск. Продукты сгорания выталкиваются наружу через выпускной клапан.



## ХЛОРОВОДОРОД. СОЛЯНАЯ КИСЛОТА И ЕЁ СОЛИ

Хлороводород  $\text{HCl}$  — бесцветный газ тяжелее воздуха, негорючий, с резким запахом. Очень хорошо растворим в воде (при комнатной температуре в одном объеме воды растворяется 400 объемов  $\text{HCl}$ ). В промышленности хлороводород получают, сжигая водород в хлоре или хлор в водороде.

Соляной кислотой называют водный раствор хлороводорода. Концентрированная соляная кислота «дымит» на воздухе. Это сильная кислота, в водных растворах полностью распадается на ионы. Способность соляной кислоты реагировать с активными металлами, основными оксидами, основаниями, а также изменять окраску индикаторов обусловлена как раз ионами водорода. Она находит широкое применение.

Её соли называют *хлоридами*. Большинство из них растворимо в воде. Для обнаружения хлоридов в растворах пользуются нитратом серебра — если выпадает белый творожистый осадок, нерастворимый в кислотах, значит, в анализируемом растворе содержались хлорид-ионы:  $\text{AgNO}_3 + \text{NaCl} = \text{AgCl} \downarrow + \text{NaNO}_3$ . Важнейшей солью соляной кислоты является **хлорид натрия** — поваренная соль.



# СЕРА, ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

## S (Sulphur), № 16

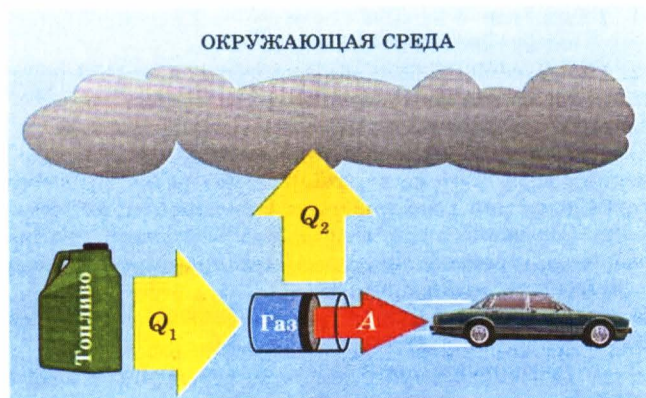
Масса атома серы равна 32 а. е. м. Светло-жёлтое хрупкое твёрдое вещество без запаха. Встречается в природе в самородном виде и в соединениях. Нерастворима в воде. Плавится при  $t = 119^\circ \text{C}$ , кипит при  $t = 445^\circ \text{C}$ . Образует две аллотропные модификации с формулой  $\text{S}_8$  — октаэдрическую и призматическую.

Атом серы содержит на внешнем уровне шесть электронов. Отдавая их, сера приобретает высшую степень окисления +6. Получая два электрона, приобретает степень окисления -2. При нагревании способна соединяться со многими простыми веществами. При взаимодействии расплавленной серы с водородом образуется газ **сероводород**  $\text{H}_2\text{S}$  с неприятным характерным запахом. Соединения серы с металлами называются **сульфидами**.

Оксид серы(IV) — **сернистый газ**  $\text{SO}_2$  — тяжёлый газ с характерным резким запахом. Часть растворённых в воде молекул  $\text{SO}_2$  взаимодействуют с водой, превращаясь в **сернистую кислоту**  $\text{H}_2\text{SO}_3$ . Соли сернистой кислоты называются **сульфитами**. Сульфиты и сернистый газ являются восстановителями.

# ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ В ТЕПЛОВЫХ МАШИНАХ

Направленная вправо стрелка обозначает количество теплоты  $Q_1$  передаваемое рабочему телу (газу) при сжигании топлива. Красная стрелка с буквой  $A$  обозначает совершаемую двигателем механическую работу. Наконец, направленная вверх жёлтая стрелка обозначает количество теплоты  $Q_2$  которое передаётся окружающей среде. Ширина стрелки характеризует значение соответствующей физической величины.



## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И МАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

### ЭЛЕКТРИЗАЦИЯ ТЕЛ.

### ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЗАРЯД.

### ДВА ВИДА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЗАРЯДОВ

Ещё в древности было сделано наблюдение, что если потереть сделанные из некоторых веществ предметы, то они начинают притягивать другие предметы. Такое сообщение телам электрических зарядов называли *электризацией*, а сами тела — наэлектризованными. Электризация может быть как полезной, так и опасной для человека, в последнем случае необходимо принятие мер по уменьшению электризации (к примеру, заземление). Электрические взаимодействия обусловлены наличием у тел электрических зарядов.

*Электрическим зарядом* называют скалярную физическую величину, которая определяет интенсивность электромагнитного взаимодействия и связывает силу этого взаимодействия с расстоянием между взаимодействующими телами. Существует два вида электрических зарядов, их называли положительными и отрицательными. Отрицательный заряд тела обусловлен избытком электронов, а положительный — их недостатком.

Обозначается электрический заряд буквой  $q$ . Единицей заряда в СИ является кулон (1 Кл).

## СЕРНАЯ КИСЛОТА И ЕЁ СОЛИ

Чистая *серная кислота*  $\text{H}_2\text{SO}_4$  представляет собой густую тяжёлую жидкость, неограниченно растворимую в воде. На воздухе сильно «дымит». При смешивании концентрированной серной кислоты с водой происходит интенсивное разогревание. Способна поглощать водяной пар (поэтому её используют как осушитель), а также отнимать кислород и водород в виде воды от некоторых органических веществ, превращая их в уголь. В концентрированном растворе присутствует в основном в виде молекул. Молекулы серной кислоты — сильные окислители. Концентрированная серная кислота реагирует с металлами иначе, чем разбавленная. Она способна окислить даже такие малоактивные металлы, как медь или ртуть:  $\text{Cu} + 2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) = \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ . В водных растворах полностью распадается на ионы, которые обладают слабыми окислительными свойствами. С основными оксидами и основаниями образует соли — *сульфаты*. Практически все сульфаты хорошо растворимы, кроме  $\text{BaSO}_4$ ,  $\text{PbSO}_4$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ .



# АЗОТ, ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

## N (Nitrogenium), № 7

Масса атома азота равна 14 а. е. м. Простое вещество состоит из двухатомных молекул, его формула —  $N_2$  (с тройной связью). Молекула азота чрезвычайно устойчива.

При комнатной температуре это газ без цвета и запаха, не поддерживающий дыхания и горения, малорастворим в воде, превращается в жидкость при  $t = -196^\circ \text{C}$ , плавится при  $t = -210^\circ \text{C}$ . Азот — главная составная часть воздуха, на его долю приходится 78% по объёму. В промышленности его получают именно из воздуха. Он неотъемлемая составная часть всех живых организмов. Входит в состав аминокислот, белков, нуклеиновых кислот.

На внешнем уровне содержит пять электронов, три из них не спарены. При комнатной температуре взаимодействует (очень медленно) только с литием. Реакция с кислородом происходит в электрическом разряде, а с водородом — при нагревании, повышенном давлении и в присутствии катализатора. Многие соединения азота непрочны и легко разлагаются.

Некоторые соли азота — селитры — используются в сельском хозяйстве в качестве удобрений.

# ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЗАРЯДОВ. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗАРЯДА

Одноимённо заряженные тела отталкиваются, а разноимённо заряженные притягиваются. **Закон Кулона** гласит: неподвижные точечные заряды действуют друг на друга с силами, прямо пропорциональными модулям зарядов и обратно пропорциональными квадрату расстояния между ними.

*Закон сохранения электрического заряда* гласит: при любых процессах в замкнутой системе её полный электрический заряд остается неизменным. Применительно к замкнутой системе из двух тел этот закон может быть записан в виде  $q_1 + q_2 = q'_1 + q'_2$ , где  $(q_1 + q_2)$  — полный начальный заряд системы, а  $q'_1 + q'_2$  — заряд той же системы через некоторое время.

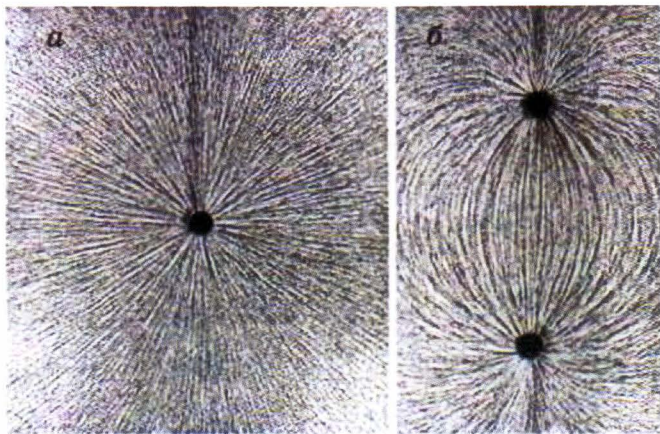
При электризации тел посредством трения количество заряженных частиц не меняется, а происходит лишь перераспределение их между телами: тело, приобретающее лишние электроны, заряжается отрицательно, а тело, их теряющее, — положительно; общий же заряд обоих тел при этом сохраняется, т. е. по-прежнему остаётся равным нулю.





# ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ. ДЕЙСТВИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЗАРЯДЫ

Заряженные тела взаимодействуют посредством *электрического поля*: каждое заряженное тело создаёт вокруг себя электрическое поле, которое действует на другие заряженные тела. Электрическое поле обладает энергией.



Силовые поля

## АММИАК. СОЛИ АММОНИЯ

Аммиак  $\text{NH}_3$  — одно из химических соединений азота с водородом. Это бесцветный газ с очень резким характерным запахом. Прекрасно растворяется в воде, образуя знакомый каждому по тому же запаху нашатырный спирт. Аммиак легче воздуха, легко превращается в жидкость.

На воздухе горит с трудом, но в кислороде сгорает легко с образованием азота и водяного пара. В реакциях с кислородом выступает как восстановитель. Водный раствор аммиака окрашивает лакмус в синий цвет, а фенолфталеин — в малиновый. Благодаря неподелённой электронной паре, находящейся на атоме азота, взаимодействует с водой, образуя ион аммония  $\text{N H}_4^+$  и оставляя гидроксид-анион  $\text{OH}^-$ .

Аммиак легко реагирует с кислотами, образуя *соли аммония*. При образовании солей не замещает водород в кислоте, а присоединяется к ней:  $\text{NH}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}$  (это нашатырь). В свободном виде вещество аммоний  $\text{NH}_4$  не существует. Соли аммония представляют собой твёрдые вещества, хорошо растворимые в воде, которые при нагревании легко разлагаются.

## ФОСФОР. ОКСИД ФОСФОРА(V)

### P (Phosphorus), № 15

Масса атома *фосфора* равна 30 а. е. м. В природе он встречается исключительно в виде соединений, входит в состав жизненно необходимых веществ. Очень характерным свойством является свечение в темноте. Плавится при  $t = 44^\circ \text{C}$ , кипит при  $t = 280^\circ \text{C}$ .

Элемент фосфор образует несколько простых веществ. *Белый фосфор*  $\text{P}_4$  плавится при небольшом нагревании, легко режется, в воде нерастворим, но растворим в сероуглероде; вступает в реакции с неметаллами; на воздухе загорается от трения. Белый фосфор очень опасен и ядовит, поэтому требует осторожности в обращении! При нагревании без доступа воздуха белый фосфор превращается в красно-бурый порошок, нерастворимый как в воде, так и в сероуглероде. Это ещё одна аллотропная модификация — *красный фосфор*. Он воспламеняется на воздухе только при нагревании.

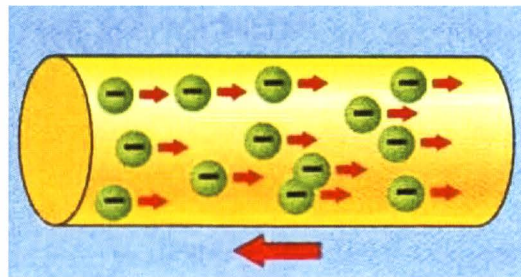
В соединениях проявляет высшую степень окисления +5. Легко соединяется с кислородом, образуя оксид фосфора(V)  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК. ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

Электрический ток — направленное движение заряженных частиц. Главным условием его протекания является наличие свободных зарядов. Ещё одно условие существования электрического тока — наличие в веществе электрического поля. За направление тока условились принимать направление положительно заряженных частиц.

Действия электрического тока:

- тепловое,
- световое,
- химическое,
- магнитное.



Направление тока

## СИЛА ТОКА. НАПРЯЖЕНИЕ. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ

*Силой тока* называют физическую величину  $I$ , равную отношению электрического заряда  $q$ , перенесённого через поперечное сечение проводника за промежуток времени  $t$ , к этому промежутку времени:  $I = q/t$ . Единицей силы тока является ампер (А).  $1 \text{ A} = 1 \text{ Кл}/1 \text{ с}$ .

*Электрическим напряжением* между двумя точками называют физическую величину  $U$ , равную отношению работы  $A$ , совершаемой электрическим полем при перемещении заряда  $q$  из одной точки в другую, к значению этого заряда:  $U = A/q$ . Единицей напряжения является вольт (В).  $1 \text{ В} = 1 \text{ Дж}/1 \text{ Кл}$ .

*Сопротивление* провода  $R = \rho \frac{l}{S}$ , где  $l$  — длина провода,

$S$  — площадь его поперечного сечения,  $\rho$  — удельное сопротивление металла, из которого сделан провод. **Удельным сопротивлением проводника** называют скалярную физическую величину, численно равную сопротивлению цилиндрического проводника единичной длины и единичной площади поперечного сечения. Единицей сопротивления является ом (Ом):  $1 \text{ Ом} = 1 \text{ В}/1 \text{ A}$ .

## ФОСФОРНАЯ (ОРТОФОСФОРНАЯ) КИСЛОТА И ЕЁ СОЛИ

*Фосфорную (ортофосфорную) кислоту*  $\text{H}_3\text{PO}_4$  получают взаимодействием фосфорного ангидрида с водой:  $\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_3\text{PO}_4$ . Она реагирует с основными оксидами и щелочами с образованием солей. *Соли* фосфорной кислоты называют **фосфатами**.

В молекуле этой кислоты на металл способны замещаться один, два или три атома водорода, значит, она может образовывать с одним и тем же металлом ещё две соли помимо фосфата (средняя соль), — **гидрофосфат** и **дигидрофосфат** (кислые соли). Эти вещества в водном растворе полностью распадаются на катионы металла и анионы кислотного остатка, например:  $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \rightarrow \text{Na}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^-$ . В воде растворимы все дигидрофосфаты, а среди средних фосфатов — соли щелочных металлов и аммония.

Кальциевые и аммонийные соли фосфорной кислоты входят в состав фосфорных удобрений.





# УГЛЕРОД, ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

## С (Carboneum), № 6

Масса атома *углерода* равна 12 а. е. м. На внешнем уровне атома углерода находятся четыре валентных электрона. В природе углерод встречается практически повсеместно — как в свободном состоянии, так и в составе углекислого газа, солей угольной кислоты, других соединений, являясь неотъемлемой частью всех органических веществ, составляющих нефть, торф, каменный уголь, растительные и животные организмы. Древесный уголь — прекрасный адсорбент.

При комнатной температуре углерод не вступает в химические реакции с большинством веществ. При нагревании сгорает в кислороде, превращаясь в углекислый газ:  $C + O_2 = CO_2$ . Продукт реакции (тоже при нагревании) углерода с водородом — газ метан:  $C + 2H_2 = CH_4$ . Устойчив к действию растворов кислот, но горячими концентрированными растворами серной и азотной кислот окисляется до углекислого газа. С металлами образует солеобразные вещества — карбиды. Хороший восстановитель.

# ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ. ЗАКОН ОМА ДЛЯ УЧАСТКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

Замкнутая (или полная) *электрическая цепь* состоит из двух частей: внешней и внутренней. Внешнюю часть цепи образуют различные потребители тока, электроизмерительные приборы, выключатели (переключатели) и соединительные провода, а внутреннюю — источники тока (гальванические элементы, аккумуляторы и др.).

Сила тока в участке цепи, состоящем из **параллельно** соединённых проводников, равна сумме сил токов в этих проводниках:  $I = I_1 + I_2$ . Напряжение на участке цепи, состоящем из **последовательно** соединённых проводников, равно сумме напряжений на этих проводниках:  $U = U_1 + U_2$ . Общее сопротивление двух **последовательно** соединённых проводников сопротивлениями  $R_1$  и  $R_2$  выражается формулой  $R = R_1 + R_2$ .

Зависимость силы тока  $I$  в проводнике от напряжения  $U$  записывают в виде  $I = U/R$ . Это соотношение называется *законом Ома для участка цепи*. Соответственно,  $R = U/I$ , а  $U = IR$ .



## РАБОТА И МОЩНОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА. ЗАКОН ДЖОУЛЯ — ЛЕНЦА

*Работа тока* за время  $t$  на участке цепи определяется по формуле:  $A = UIt$ , где  $U$  — напряжение на концах участка,  $I$  — сила тока в цепи.

*Мощность тока* на участке цепи определяется по формуле:  $P = UI = U^2/R = I^2R$ , где  $U$  — напряжение на концах участка,  $I$  — сила тока в цепи,  $R$  — сопротивление участка цепи.

*Закон Джоуля — Ленца* гласит: количество теплоты, выделяемое проводником с током, равно произведению квадрата силы тока, сопротивления проводника и времени прохождения по нему тока, т. е. выражается формулой  $Q = I^2Rt$ , где  $I$  — сила тока в проводнике,  $R$  — его сопротивление, а  $t$  — время прохождения тока по проводнику. Количество теплоты, выделяющееся в проводнике с током, называют **джоулевым теплом**.

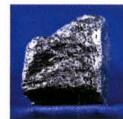
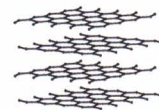
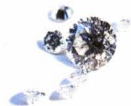
## АЛЛОТРОПНЫЕ МОДИФИКАЦИИ УГЛЕРОДА

Простое вещество углерод существует в виде нескольких аллотропных модификаций, главные из которых — *алмаз* и *графит*. Алмаз образует прозрачные кристаллы, способные по-особому красиво преломлять свет, не проводит электрический ток, обладает очень высокой твёрдостью, оставляя след на любом природном минерале, но хрупок — его легко разбить. При высокой температуре в отсутствие воздуха алмаз превращается в графит — обладающее хорошей электропроводностью тёмно-серое непрозрачное кристаллическое вещество, жирное на ощупь, один из самых мягких материалов.

Различие свойств алмаза и графита определяется различным строением их кристаллических решёток. У алмаза в её узлах находятся атомы углерода, соединённые в трёхмерный каркас. Каждый атом имеет четыре ближайших соседа, расположенных по углам тетраэдра и равноудалённых друг от друга. В графите же атомы расположены слоями. Связи между ними слабые, поэтому графит легко рассыпается на отдельные чешуйки, оставляя след на бумаге.



Алмаз



Графит

# УГАРНЫЙ ГАЗ, УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ, УГОЛЬНАЯ КИСЛОТА И ЕЁ СОЛИ

**Угарный газ**  $\text{CO}$  — оксид углерода(II). Ядовитый газ, не имеет вкуса и запаха, практически нерастворим в воде. Образуется при неполном сгорании угля:  $2\text{C} + \text{O}_2 = 2\text{CO}\uparrow$ . Обладает восстановительными свойствами.

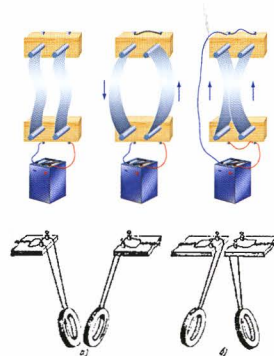
**Углекислый газ**  $\text{CO}_2$  — оксид углерода(IV). Это бесцветный газ с кисловатым запахом и вкусом, почти в 1,5 раза тяжелее воздуха. При  $t = 0^\circ \text{C}$  и давлении 38 атм углекислый газ превращается в легкоподвижную жидкость, которая частично превращается при испарении в похожую на снег белую массу — «сухой лёд». Растворяется в воде; не горит и не поддерживает горения и дыхания; является кислотным оксидом.

**Угловая кислота**  $\text{H}_2\text{CO}_3$  — слабая, в водных растворах неустойчива и легко распадается на воду и углекислый газ. Образуется два ряда солей — **карбонаты** и **гидрокарбонаты**. Гидрокарбонат натрия  $\text{NaHCO}_3$  — это питьевая сода. В воде растворимы карбонаты только щелочных металлов и аммония. Многие нерастворимые в воде карбонаты встречаются в природе в виде минералов (мел, известняк, мрамор с формулой  $\text{CaCO}_3$ ).

# ОПЫТ ЭРСТЕДА. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ТОКА

Если расположить проводник вдоль магнитной стрелки, указывающей северным полюсом на север и включить в нём электрический ток, то стрелка повернётся перпендикулярно проводнику. Это и есть *опыт Эрстеда*. Опыт показывает, что проводник с током обладает магнитными свойствами.

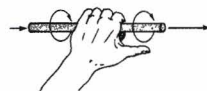
Если расположить параллельно друг другу два гибких прямолинейных проводника и пустить по ним ток, то если токи в проводниках направлены одинаково, проводники притягиваются, а если противоположно — отталкиваются.



Торцы катушек с намотанными на них проводами притягиваются или отталкиваются в зависимости от направления токов в катушках.

Чтобы определить северный магнитный полюс катушки с током, можно воспользоваться **правилом правой руки**:

Пальцы показывают направление линий потока магнитного поля



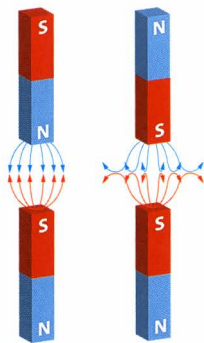
Большой палец указывает направление тока



## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ

Магнит имеет два полюса — это те части магнита, вблизи которых магнитное действие проявляется наиболее сильно. Полюса носят название **северного** и **южного**. Северный (синий) полюс магнита обозначается **N**, южный (красный) обозначается **S**. **Линиями магнитной индукции** (магнитными линиями) называют линии, вдоль которых выстраиваются магнитные стрелки в магнитном поле. Эти линии выходят из северного магнитного полюса и входят в южный. За направление магнитной линии в данной точке принято направление, которое указывает в этой точке северный полюс магнитной стрелки.

Одноимённые полюса магнитов отталкиваются, а разноимённые — притягиваются.



45

## КРЕМНИЙ. ОКСИД КРЕМНИЯ(IV)

### Si (Silicium), № 14

Масса атома *кремния* равна 28 а. е. м. Это важнейший элемент минералов, слагающих земную кору. На кремний приходится примерно 30% всей её массы. В природе кремний встречается исключительно в виде соединений. Из них наиболее важен кварц — *оксид кремния*  $\text{SiO}_2$ . Чистый кристаллический кварц образует бесцветные прозрачные кристаллы. Количество минералов и горных пород с этим составом поражает воображение — это и горный хрусталь, и аметист, и цитрин, и яшма, и опал, и сердолик, и агат, и обычный кварцевый песок. Каждый атом кремния находится в окружении четырёх атомов кислорода, расположенных в вершинах тетрагональной пирамиды — тетраэдра. В отличие от других кислотных оксидов — вследствие особой прочности кристаллической решётки —  $\text{SiO}_2$  не взаимодействует с водой, но реагирует с растворами щелочей.

45

## КРЕМНИЕВАЯ КИСЛОТА И СИЛИКАТЫ. СТЕКЛО

Кремниевая кислота  $\text{H}_2\text{SiO}_3$ , в отличие от других минеральных кислот, нерастворима в воде и выделяется в виде белого аморфного осадка, обладающего клеящими свойствами. Это очень слабая кислота. Соли кремниевой кислоты называются *силикатами*. Силикат натрия  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  хорошо растворим в воде, этот раствор представляет собой канцелярский клей.

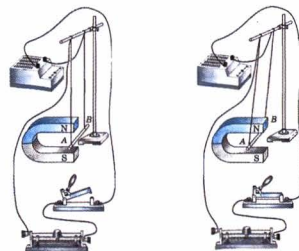
Соединения кремния с кислородом и металлами широко распространены в природе. Земную кору слагают преимущественно как раз эти силикаты. Весьма распространены минералы группы полевых шпатов и глины.

Широкое применение в технике и быту находят силикатные *стёкла*. Наибольшее распространение получило натриевое стекло. Его готовят сплавлением кварцевого песка с содой и известняком. Образующиеся силикаты натрия и кальция и образуют стекло, состав которого можно условно выразить формулой  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot 6\text{SiO}_2$ . Кварцевое стекло, которое получают из расплавленного кварца, по своей структуре аморфно, оно очень прочно — не даёт трещин даже при резком охлаждении.

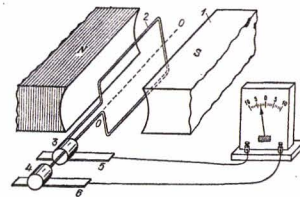
## ДЕЙСТВИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПРОВОДНИК С ТОКОМ

Если проводник, по которому протекает электрический ток, подвесить в магнитном поле, например между полюсами магнита, то магнитное поле будет действовать на проводник с током и отклонять его. Направление движения проводника зависит от направления тока в проводнике и от расположения полюсов магнита.

Если в магнитное поле поместить проволочную рамку, по которой протекает электрический ток, то рамка будет поворачиваться под действием магнитного поля.



Действие магнитного поля на проводник с током



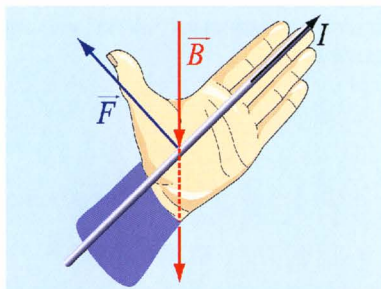
Проволочная рамка в магнитном поле

## СИЛА АМПЕРА

Силой Ампера называют силу, с которой магнитное поле действует на помещенный в него отрезок проводника с током. Она равна произведению индукции этого поля  $B$ , силы тока  $I$ , длины отрезка проводника  $l$  и синуса угла  $\alpha$  между направлениями тока и магнитной индукции. Её обозначают  $\vec{F}_A$ .

$$F_A = BIl \sin \alpha.$$

Сила Ампера направлена перпендикулярно проводнику с током и вектору магнитной индукции в сторону, определяемую **правилом левой руки** — если расположить левую ладонь так, чтобы четыре вытянутых пальца указывали направление тока в проводнике, а силовые линии магнитного поля входили в ладонь, то отставленный большой палец покажет направление силы, действующей на проводник с током. При изменении направления тока направление силы Ампера изменяется на противоположное.



47

## МЕТАЛЛЫ

Из всех ныне известных химических элементов 92 — это *металлы*. В Периодической системе они расположены в начале периодов, а также в побочных подгруппах. Для металлов характерны блеск, хорошая тепло- и электропроводность, пластичность — это объясняется особенностями их строения, у них металлическая кристаллическая решётка. В природе некоторые металлы (Au, Ag, Pt, Hg) встречаются в самородном виде, но в основном — в виде соединений. По распространённости металлов в земной коре лидирует алюминий (7%), потом идёт железо (4%), затем — кальций (3%), натрий, калий и магний (около 2%), титан (0,6%).

При комнатной температуре все металлы (за исключением ртути) находятся в твёрдом состоянии. Наиболее легкоплавкие металлы — олово и свинец, а наиболее тугоплавкий — вольфрам. Самые лёгкие — литий, натрий и калий, самые тяжёлые — переходные металлы, расположенные в 6-м периоде, и актиноиды. Наиболее твёрдый — хром, наиболее мягкие — щелочные металлы.

47



# ОБЩИЕ ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ

Атомы металлов на внешнем уровне содержат от одного до четырёх электронов. Металлы легче отдают электроны, чем притягивают их, таким образом приобретая устойчивую оболочку ближайшего благородного газа. В химических реакциях металлы являются восстановителями, следовательно, имеют положительные степени окисления. Именно этим они принципиально отличаются от элементов-неметаллов. В наибольшей степени металлические свойства выражены у щелочных металлов — элементов главной подгруппы I группы Периодической системы, они же являются наиболее химически активными.

Многие металлы вступают в реакцию с типичными неметаллами — галогенами, кислородом, серой с образованием соответственно хлоридов, оксидов, сульфидов.

# ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

## ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ИНДУКЦИЯ. ОПЫТЫ ФАРАДЕЯ

Если поместить полосовой магнит внутрь проволочной катушки с большим числом витков и быстро вынуть его, то в катушке возникает электрический ток. Также ток возникает, если магнит быстро вдвинуть в катушку. В этом случае направление тока меняется на противоположное. Ток в катушке возникает и в том случае, когда её надевают на неподвижный магнит или снимают с него. Это означает, что ток в катушке возникает при движении магнита относительно катушки. Возникающий в катушке ток называют **индукционным**, а возникновение этого тока — явлением *электромагнитной индукции*. Данное явление было открыто английским исследователем Майклом Фарадеем (1791–1867) опытным путём. Фарадей установил, что причиной возникновения индукционного тока является изменение числа магнитных линий, пронизывающих катушку.



## ПРАВИЛО ЛЕНЦА. САМОИНДУКЦИЯ

*Правило Ленца* гласит: индукционный ток всегда направлен так, чтобы противодействовать причине, вызвавшей этот ток.

*Самоиндукцией* называется возникновение вихревого электрического поля в проводящем контуре при изменении в нём же самой силы тока. В соответствии с правилом Ленца это вихревое электрическое поле имеет такое направление, при котором возникает противодействие тому изменению силы тока в цепи, которое его вызвало. При увеличении силы тока напряжённость появившегося вихревого электрического поля будет направлена противоположно току (мешая ему нарастать), а при уменьшении силы тока она будет направлена в ту же сторону, что и ток (препятствуя его убыванию).

## РЯД НАПРЯЖЕНИЙ МЕТАЛЛОВ

Металлы, расположенные в порядке возрастания алгебраических величин их стандартных электродных потенциалов, образуют электрохимический *ряд напряжений металлов*.

**Li K Ba Sr Ca Na Mg Be Al Mn Zn Cr Fe Cd Co Ni Sn Pb ( $H_2$ ) Cu Hg Ag Pt Au** (в порядке уменьшения восстановительных свойств).

1. Чем левее стоит металл в этом ряду, тем более сильным восстановителем он является. Активные металлы способны вытеснять менее активные из других соединений, например оксидов.
2. Каждый металл способен вытеснять (восстанавливать) из солей в растворе те металлы, которые в ряду напряжений стоят правее него (для протекания реакции требуется, чтобы соли — как исходные, так и образующиеся — были растворимы в воде).
3. Металлы, находящиеся в ряду напряжений левее водорода, способны вытеснять его из кислот в растворе; находящиеся до Zn вытесняют водород из воды, образуя гидроксид.
4. Металлы, являющиеся самыми сильными восстановителями (щелочные и щёлочноземельные), в любых водных растворах взаимодействуют прежде всего с водой.



# ЩЕЛОЧНЫЕ МЕТАЛЛЫ И ИХ СОЕДИНЕНИЯ

*Щелочные металлы* — это **литий Li**, **натрий Na**, **калий K**, **рубидий Rb** и **франций Fr**, они расположены в главной подгруппе I группы Периодической системы. На внешнем уровне имеют один валентный электрон, легко отдают его, превращаясь в положительно заряженные ионы. В природе встречаются только в соединениях, проявляя степень окисления +1. В химические реакции вступают легко. Быстро окисляются на воздухе, взаимодействуют с водой уже при комнатной температуре с выделением водорода и образованием щёлочи. Активность возрастает вниз по подгруппе — от лития к францию.

Наибольшее промышленное значение имеет натрий. Среди его соединений важное значение имеют сода (гидрокарбонат натрия  $\text{NaHCO}_3$ ) и едкий натр  $\text{NaOH}$  (гидроксид натрия), получаемые в промышленности из поваренной соли (хлорида натрия  $\text{NaCl}$ ).

# ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОР. ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК. ТРАНСФОРМАТОР

Индукционный *генератор электрического тока* преобразует механическую энергию в электрическую. Его действие основано на явлении электромагнитной индукции. Источником тока является вращающаяся в магнитном поле рамка.

При равномерном вращении рамки сила тока и направление тока будут периодически изменяться — такой ток называют **переменным**. **Периодом  $T$**  переменного тока называют наименьший промежуток времени между моментами, когда сила тока максимальна при том же направлении тока. **Частотой** переменного тока  $\nu$  называют величину, обратную периоду:  $\nu = 1/T$ . Частоту измеряют в герцах (Гц):  $1 \text{ Гц} = 1/\text{с}$ . Частота переменного тока, вырабатываемого всеми электростанциями России, равна 50 Гц.

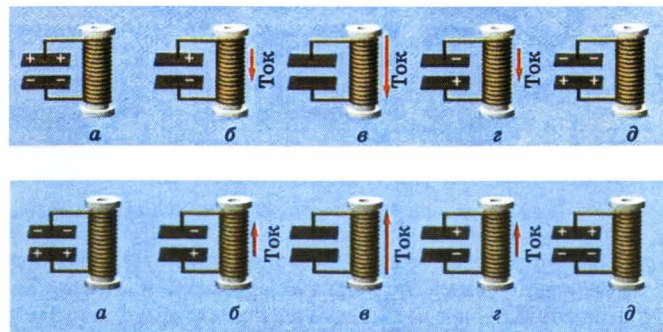
*Трансформаторами* называют аппараты, предназначенные для повышения и понижения переменного напряжения при неизменной частоте тока. Повышая с помощью трансформатора напряжение в несколько раз, мы во столько же раз уменьшаем силу тока, и наоборот.





## КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ

Колебательный контур — основной элемент генератора электромагнитных колебаний. Он состоит из катушки индуктивности и конденсатора. Конденсатор в свою очередь состоит из двух проводников (обкладок), на которых находятся равные по модулю разноимённые электрические заряды.



Электромагнитные колебания — периодически повторяющийся процесс перезарядки конденсатора через катушку. При электромагнитных колебаниях в колебательном контуре происходят периодические превращения энергии: энергия электрического поля в конденсаторе превращается в энергию магнитного поля в катушке, а затем энергия магнитного поля в катушке снова превращается в энергию электрического поля в конденсаторе.

## ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛЫ И ИХ СОЕДИНЕНИЯ

Щелочноземельные металлы — это кальций **Ca**, стронций **Sr**, барий **Ba** и радий **Ra**, они расположены в главной подгруппе II группы Периодической системы. Имеют серебристо-белый цвет. Плотность их возрастает от Ca к Ba, а температура плавления уменьшается. Значительно твёрже щелочных металлов. Обладают способностью окрашивать пламя в разные цвета. На внешнем уровне имеют два валентных электрона, они более слабые восстановители, чем щелочные металлы. Усиление восстановительных свойств наблюдается при переходе от Ca к Ba. Проявляют степень окисления +2. В природе в основном существуют в виде соединений. Активно взаимодействуют с галогенами, водородом (образуя гидриды), водой (образуя растворимые в воде основания — щелочи) и кислотами. Важное промышленное значение имеет кальций — гидроксид кальция  $\text{Ca(OH)}_2$  (гашёная известь) и другие кальциевые соединения широко используются в строительстве.

# АЛЮМИНИЙ. ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

## Al (Aluminium), № 13

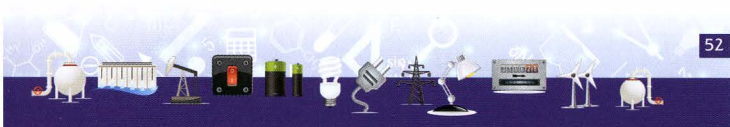
Масса атома алюминия равна 27 а. е. м. Плавится при  $t = 660^\circ \text{C}$ . В самородном встречается очень редко. Основной природный источник алюминия — корунд, бокситы и глины. Это металл белого цвета, но обычно покрыт плёнкой оксида — вследствие этого может очень долго храниться на воздухе. Лёгок, устойчив к коррозии, в сплавах прочен, обладает высокой тепло- и электропроводностью.

Сильный восстановитель. На его свойстве замещать менее активные металлы основана алюмотермия — метод получения металлов и сплавов восстановлением их оксидов. Мелкий порошок алюминия при внесении в пламя горелки сгорает ярким пламенем (поэтому входит в состав смесей для фейерверков). Энергично реагирует с галогенами, а при нагревании — с серой. Если очистить от защитной оксидной плёнки — активно взаимодействует с водой. Легко выделяет водород из растворов кислот — серной и особенно соляной. С растворами и расплавами щелочей взаимодействует с выделением водорода. Оксид и гидроксид алюминия амфотерны.

# ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ И ИХ СВОЙСТВА

Электромагнитными волнами называются распространяющиеся в пространстве возмущения электромагнитного поля. Их некоторые свойства:

- 1) Электромагнитные волны излучаются ускоренно движущимися (в частности, колеблющимися) заряженными частицами, причем напряжённость электрического поля излучаемой волны пропорциональна ускорению излучающих частиц.
- 2) Они (в отличие от упругих волн) могут распространяться не только в различных средах, но и в вакууме.
- 3) Скорость электромагнитных волн в вакууме равна скорости света в вакууме; их скорость в диэлектрике меньше, чем в вакууме.
- 4) При переходе электромагнитной волны из одной среды в другую частота волны не изменяется.
- 5) Электромагнитные волны могут поглощаться веществом.
- 6) Попадая на границу раздела двух сред, часть электромагнитных волн отражается, а часть проходит во вторую среду, преломляясь.
- 7) Электромагнитные волны являются поперечными.
- 8) Интенсивность электромагнитной волны пропорциональна четвертой степени её частоты:  $I \sim \nu^4$ .



# ПРИНЦИПЫ РАДИОСВЯЗИ И ТЕЛЕВИДЕНИЯ

Радиосвязью называют передачу и приём информации с помощью радиоволн, т. е. электромагнитных волн с частотой приблизительно от  $10^5$  до  $10^9$  Гц. Сначала с помощью микрофона звуковые колебания (частотой от 20 Гц до 20 кГц) преобразуют в переменный электрический ток. Частота этого тока равна частоте звуковых колебаний. В радиопередатчике с помощью специальных приборов к высокочастотным электрическим колебаниям присоединяют колебания звуковой частоты. Этот процесс называют **модуляцией**. В приёмной антенне радиоприёмника или телевизора модулированная волна порождает высокочастотные электрические колебания, повторяющие её форму. С помощью специальных приборов из этих колебаний выделяют электрические колебания звуковой частоты. Это называется **демодуляцией** или **детектированием**. Затем, с помощью динамика или наушника электрические колебания преобразуют снова в звуковые. Таковы же принципы работы *телевидения* — но при этом с помощью высокочастотных электромагнитных волн передают ещё и изображение.

# ЖЕЛЕЗО. ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

## Fe (Ferrum), № 26

Масса атома *железа* равна 56 а. е. м. Чистое железо Fe — мягкий серебристо-серый металл. Очень тугоплавко —  $t_{\text{пл}} = 1540^\circ \text{C}$ , но размягчается при значительно меньшей температуре, вследствие чего легко поддаётся ковке. Притягивается магнитом (как и его сплавы чугун и сталь). В природе железо встречается в виде оксидов и сульфидов. Наиболее важны красный железняк (гематит)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , магнитный железняк (магнетит)  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .

На сухом воздухе при комнатной температуре железо практически не окисляется. В присутствии же водяного пара реагирует с кислородом с образованием ржавчины, состав которой можно условно представить как гидроксид железа(III)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ . Образует два ряда соединений, в которых проявляет степени окисления +2 и +3. При растворении в кислотах-неокислителях образуются бледно-зелёные растворы солей железа(II).





# ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА

## СТРОЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

В зависимости от строения углеродной цепи органические соединения разделяют на соединения с открытой цепью — **ациклические** (алифатические) и **циклические** — с замкнутой цепью атомов. Циклические делятся на **карбоциклические** (циклы образованы только атомами углерода) и **гетероциклические** (в циклы входят и другие атомы). Карбоциклические делятся на **алициклические** и **ароматические**. У ароматических соединений в основе строения молекул — плоские углеродсодержащие циклы с особой замкнутой системой  $p$ -электронов, образующих единое  $\pi$ -электронное облако. Для многих гетероциклических соединений также характерна ароматичность.

Как ациклические (алифатические), так и циклические углеводороды могут содержать кратные (двойные или тройные) связи. Углеводороды с кратными связями называют **непредельными (ненасыщенными)**, в отличие от **предельных (насыщенных)**, которые содержат только одинарные связи.

## СВЕТ. ДИСПЕРСИЯ СВЕТА

Свет представляет собой электромагнитные волны. Скорость света в вакууме равна примерно 300 000 км/с. Источники света могут быть **тепловыми** (тела, нагретые до достаточно высокой температуры) и **холодными** (тела, которые светятся при близкой к комнатной температуре); **естественными** (природными) и **искусственными** (созданными человеком); **точечными** (размерами которых в данных условиях можно пренебречь) и **протяжёнными** (если размером пренебречь нельзя). Действия света помимо **освещения**: **тепловое** (нагревает тела), **химическое** (вызывает химические реакции), **электрическое** (выбивает электроны из вещества).

*Дисперсией* называют разложение белого света в цветной спектр, содержащий все цвета радуги: красный, оранжевый, жёлтый, зелёный, голубой, синий, фиолетовый. Дисперсия обусловлена тем, что лучи разных цветов по-разному преломляются в прозрачной среде.



# ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ СВЕТА. ОТРАЖЕНИЕ СВЕТА

В вакууме и однородной среде свет распространяется *прямолинейно*. Физической моделью узкого пучка света является луч света — линия, вдоль которой распространяется свет. Большинство предметов мы видим благодаря тому, что они отражают свет.

Отражённый от зеркала луч лежит в одной плоскости с падающим лучом и перпендикуляром к зеркалу, проведённым в точку падения луча. Угол между падающим лучом и перпендикуляром к зеркалу называют **углом падения** луча и обозначают греческой буквой  $\alpha$ . Угол между отражённым лучом и перпендикуляром к зеркалу называют **углом отражения** и обозначают греческой буквой  $\beta$ . При отражении от зеркала угол отражения равен углу падения. При **зеркальном** отражении параллельный пучок лучей остаётся параллельным и после отражения. Если после отражения свет распространяется в разные стороны, то такое отражение называют **диффузным**.

# УГЛЕВОДОРОДЫ

**Алканами** называют предельные алифатические углеводороды, имеющие общую формулу  $C_nH_{2n+2}$  где  $n$  — число атомов углерода. Старое их название, встречающееся, впрочем, и поныне, — парафины:  $CH_4$  (метан),  $CH_3-CH_3$  (этан),  $CH_3-CH_2-CH_3$  (пропан).

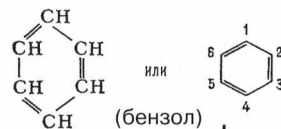
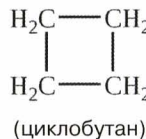
Непредельные алифатические углеводороды, содержащие одну двойную связь, получили название **алкены**. Их общая формула —  $C_nH_{2n}$ :  $CH_2=CH_2$  (этен или этилен),  $CH_2=CH-CH_3$  (пропен или пропилен).

Непредельные алифатические углеводороды с двумя двойными связями называются **алкадиенами**. Их общая формула  $C_nH_{2n-2}$ :  $CH_2=C=CH_2$  (пропадиен),  $CH_2=CH-CH=CH_2$  (бутадиен).

Непредельные алифатические углеводороды с одной тройной связью называют **алкинами**. Их общая формула  $C_nH_{2n-2}$ :  $CH\equiv CH$  (этин),  $CH_3-C\equiv CH$  (пропин)

Предельные алициклические углеводороды — **циклоалканы**, их общая формула  $C_nH_{2n}$ :

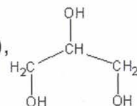
Группа углеводородов, называемых **ароматическими** или **аренами**, имеет замкнутую общую  $\pi$ -электронную систему, их общая формула  $C_nH_{2n-6}$ :



## СПИРТЫ

Спирты — производные углеводородов, в которых один или несколько атомов водорода замещены на гидроксильные группы. Спирты называют одноатомными, если они имеют одну гидроксильную группу, и предельными, если они являются производными алканов. Общая формула предельных одноатомных спиртов:  $R-OH$ , а формула их состава выражается общей формулой  $C_nH_{2n+1}OH$  или  $C_nH_{2n+2}O$ :  $CH_3OH$  (метанол или метиловый спирт),  $C_2H_5OH$

(этанол или этиловый спирт),



(глицерин — трёхатомный спирт).

## ПРЕЛОМЛЕНИЕ СВЕТА

Преломлением света называют изменение направления лучей света при переходе из одной прозрачной среды в другую. Оно обусловлено тем, что скорость света в различных средах различна. Угол между преломлённым лучом и перпендикуляром к границе раздела двух сред называют **углом преломления**. Его обозначают греческой буквой  $\gamma$ . Преломлённый луч лежит в одной плоскости с падающим лучом и перпендикуляром, проведённым в точку падения луча. При переходе из воздуха в оптически более плотную среду угол преломления меньше угла падения, а при переходе из оптически более плотной среды в воздух угол преломления больше угла падения. При прохождении луча света сквозь плоскопараллельную пластинку направление луча не изменяется.



## ЛИНЗА. ФОКУС И ФОКУСНОЕ РАССТОЯНИЕ ЛИНЗЫ. ОПТИЧЕСКАЯ СИЛА ЛИНЗЫ

Собирающие стеклянные линзы — выпуклые. Рассеивающие линзы — вогнутые. Параллельный пучок лучей после преломления в собирающей линзе становится сходящимся, а после преломления в рассеивающей — расходящимся.

**Фокусом собирающей линзы** называют точку, в которой после преломления в линзе пересекаются лучи, падающие на линзу параллельно главной оптической оси. **Фокусом рассеивающей линзы** называют точку, в которой пересекаются продолжения преломлённых в линзе лучей, падающих на линзу параллельно главной оптической оси.

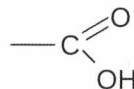


Фокус обозначают буквой  $F$ . **Фокусным расстоянием линзы** называют расстояние от плоскости линзы до её фокуса и также обозначают  $F$ .

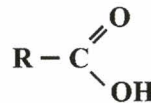
Преломляющая способность линзы характеризуется её **оптической силой  $D$**  — величиной, обратной фокусному расстоянию линзы:  $D = 1/F$ . Оптическую силу линзы измеряют в 1/м. Единицу оптической силы называют **диоптрией**.

## КАРБОНОВЫЕ КИСЛОТЫ

**Карбоновые кислоты** — производные углеводородов, содержащие карбоксильные группы:



Если в молекуле кислоты одна карбоксильная группа, то карбоновая кислота является одноосновной. Общая формула предельных одноосновных карбоновых кислот:



Их состав выражается формулой  $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$ :  $\text{HCOOH}$  (метановая или муравьиная кислота),  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (этановая или уксусная кислота).

# ЖИРЫ. УГЛЕВОДЫ. БЕЛКИ

*Жиры* содержатся в мясе, рыбе, молочных продуктах, зерне. Их главной составной частью являются триглицериды — сложные эфиры глицерина и карбоновых кислот, имеющих в углеводородном радикале до 24 атомов углерода. В природном жире содержатся и другие компоненты: фосфатиды (лецитин), стерины (холестерин), витамины, пигменты и носители запаха.

*Углеводы* содержатся, в основном, в зерновых и бобовых культурах, фруктах и овощах. Это основные поставщики энергии для человеческого организма. Самые важные из них — **глюкоза**  $C_6H_{12}O_6$ , **фруктоза** (изомер глюкозы, т. е. имеет такую же формулу), **сахароза**  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , **лактоза** (молочный сахар)  $C_{12}H_{22}O_{11}$ , **крахмал**  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , **целлюлоза** (клетчатка)  $(C_6H_{10}O_5)_n$ .

*Белки* — природные высокомолекулярные соединения (биополимеры), структурную основу которых составляют полипептидные цепи, построенные из остатков  $\alpha$ -аминокислот. В состав белков — помимо углерода, водорода и кислорода — обязательно входит азот.

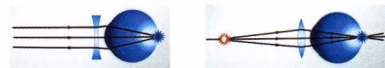
# ГЛАЗ КАК ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА. ОПТИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

Собирающая линза в фотоаппарате и видеокамере даёт действительное уменьшенное изображение предметов на светочувствительной поверхности (фотоплёнке или фотоэлементе). Эту линзу называют **объективом**.

В глазу роль объектива играют **роговица** и **хрусталик**. Изображение формируется на задней стенке глаза, называемой **сетчаткой**.



**Киноаппарат** и **проектор** передают на экран действительное перевёрнутое изображение освещённого маленького кадра. В **микроскопе** происходит двойное увеличение: объектив даёт действительное увеличенное перевёрнутое изображение предмета, которое рассматривают сквозь окуляр, как сквозь лупу. Объектив **телескопа** даёт действительное уменьшенное перевёрнутое изображение удалённого предмета. Чем больше фокусное расстояние объектива, тем больше это изображение.



Исправление недостатков зрения

# СОДЕРЖАНИЕ

## ФИЗИКА

<b>МЕХАНИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ</b> .....	3
Механическое движение .....	3
Путь. Прямолинейное равномерное движение.	
Скорость равномерного прямолинейного движения .....	4
Неравномерное движение. Мгновенная скорость. Ускорение .....	5
Равноускоренное движение. Свободное падение тел .....	6
Равномерное движение по окружности.	
Период и частота обращения .....	7
Явление инерции. Первый закон Ньютона .....	8
Масса тела. Плотность вещества .....	9
Взаимодействие тел. Сила. Правило сложения сил .....	10
Сила упругости. Методы измерения силы .....	11
Второй закон Ньютона .....	12
Третий закон Ньютона .....	13
Сила тяжести. Закон всемирного тяготения .....	14
Сила трения .....	15
Условия равновесия рычага. Момент силы .....	16
Импульс. Закон сохранения импульса .....	17
Работа. Мощность .....	18
Кинетическая энергия. Потенциальная энергия взаимодействующих тел. Закон сохранения механической энергии .....	19
Простые механизмы. Коэффициент полезного действия .....	20
Давление. Закон Паскаля. Атмосферное давление .....	21
Закон Архимеда .....	22
Механические колебания .....	23
Механические волны. Звук .....	24
<b>ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ</b> .....	25
Строение вещества. Броуновское движение. Диффузия. Взаимодействие частиц вещества .....	25
Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел	

scan: Tigerz

# СОДЕРЖАНИЕ

## ХИМИЯ

<b>ВЕЩЕСТВО</b> .....	3
Атомы и молекулы. Химический элемент .....	3
Символы химических элементов .....	4
Химические формулы. Закон постоянства состава .....	5
Относительные атомная и молекулярная массы .....	6
Количество вещества, моль. Молярная масса. Молярный объём .....	7
Классификация веществ. Основные классы неорганических веществ .....	8
Простые вещества — металлы и неметаллы .....	9
Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева .....	10
Периоды и группы периодической системы .....	11
Строение атома. Ядро (протоны, нейтроны) и электроны .....	13
Изотопы .....	14
Строение электронных оболочек атомов. Орбиталь .....	15
Химическая связь. Типы химических связей: ковалентная (полярная и неполярная), ионная, металлическая .....	20
Валентность и степень окисления .....	22
Аллотропия .....	23
Кристаллические решётки .....	24
<b>ХИМИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ</b> .....	25
Химическая реакция. Сохранение массы веществ при химических реакциях .....	25
Классификация химических реакций по различным признакам .....	26
Электролитическая диссоциация кислот, оснований и солей в водных растворах .....	28
Ионы. Катионы и анионы. Реакции ионного обмена .....	29
Окислительно-восстановительные реакции. Окислитель и восстановитель .....	30
<b>ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ И НЕОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ</b> .....	31
Водород, физические и химические свойства .....	31
Кислород, физические и химические свойства .....	32
Вода .....	33







Эта книга — прекрасный помощник любому учащемуся: в ней собраны все основные физические и химические законы, охарактеризованы важнейшие физические взаимодействия и химические вещества, приведены необходимые физические формулы и типы химических реакций.

Поставьте её на письменный стол — и вам не придётся пользоваться множеством толстых справочников или искать информацию в интернете.

Она поможет каждому стать отличником.

## **ФИЗИКА. СИЛЫ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ**

- Механические явления
- Тепловые явления
- Электрические и магнитные явления
- Электромагнитные колебания и волны

## **ХИМИЯ. ВЕЩЕСТВА И РЕАКЦИИ**

- Вещество
- Химическая реакция
- Химические элементы и неорганические соединения
- Органические вещества

*В этом справочнике вы найдёте всё, что нужно отличнику,  
и всё, что нужно, чтобы стать отличником.*



[www.ose-ltd.com](http://www.ose-ltd.com)

Данное эксклюзивное издание вы можете приобрести только у представителя компании ОСЭ с доставкой

ISBN 978-5-373-06765-2

