



Ковалевская Н.Б.

# ХИМИЯ

*в таблицах и схемах*

# 8

**КЛАСС**  
БАРИЙ

*Для самостоятельной работы в школе и дома*

**Ковалевская Н.Б.**  
**Химия. 8 класс В таблицах и схемах**  
**-М. «Издат-школа 2000» - 96 с.**

Данное пособие содержит в наглядной форме все основные разделы курса химии 8 класса. Пособие может быть использовано при изучении, обобщении и повторении учебного материала, а также может быть полезным в организации систематического повторения при подготовке к выпускным или вступительным экзаменам.

Настоящее пособие может дополнить любой учебник химии для 8 класса.

**ISBN 5-93291-036-4**

Гигиеническое заключение № 77.99.2.953.П.14593.9.00 от 22.09.2000 г.

Налоговая льгота - общероссийский классификатор продукции ОК-00-93, том 2;  
953000 - книги, брошюры

ООО "Издат-школа 2000" 123100, г. Москва, Шмитовский пр., д.2.  
ЛР № 066243 от 25.12.1998 г.

Подписано в печать 26.07.2001 г. формат 60 x 90 1/16  
Гарнитура Тайме. Печать офсетная. Заказ № '33 Тираж 10 000 экз.

Отпечатано в ООО "Фирма Пандора 1" Министерства РФ по делам печати,  
телерадиовещанию и средств массовой коммуникации.  
107143, г. Москва, Открытое шоссе, д.28

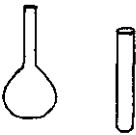


**ISBN 5-93291-036-4**

© Ковалевская Н.Б., составитель;

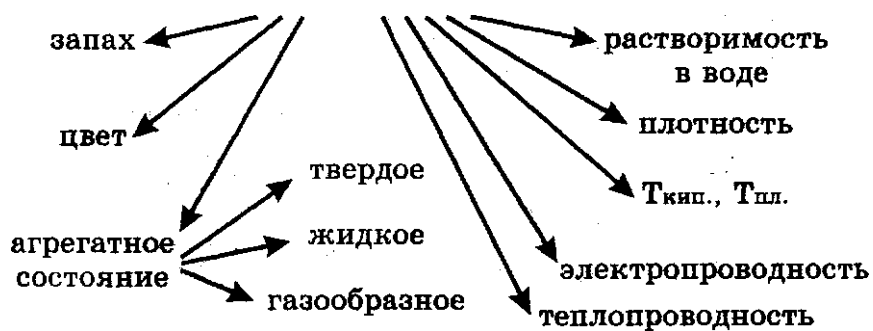
© ООО «Издат-школа 2000»

# **ВЕЩЕСТВО. СВОЙСТВА ВЕЩЕСТВ**

**Вещество - это то, из чего состоит физическое тело. Вещество характеризуется определенными физическими свойствами.**

<b>Тело</b>			
<b>Вещество</b>	стекло	пластмасса	древесина

**Свойствами вещества называются признаки, по которым вещества отличаются друг от друга или сходны между собой, например:**



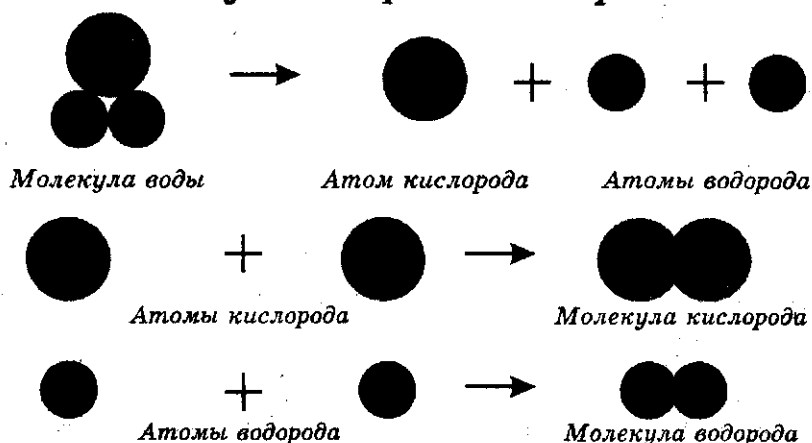
Химия - наука о веществах, их свойствах, превращениях веществ и явлениях, сопровождающих эти превращения.

## МОЛЕКУЛЫ И АТОМЫ. АТОМНО-МОЛЕКУЛЯРНОЕ УЧЕНИЕ

**Молекулы** - это мельчайшие частицы данного вещества, которые сохраняют его состав и химические свойства.

**Атомы** - это мельчайшие химически неделимые частицы вещества.

*Схема распада молекул воды и образования молекул кислорода и водорода.*



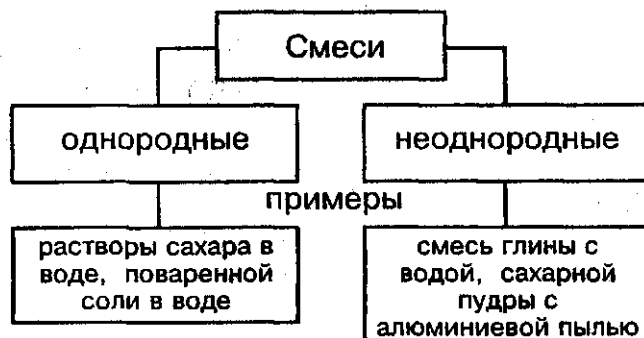
Молекулы одного и того же вещества одинаковы.  
Молекулы веществ при физических явлениях сохраняются,  
при химических - распадаются. Атомы при химических  
реакциях сохраняются, перегруппировываются,  
образуя молекулы новых веществ.

**Атомно-молекулярное учение. (М.В. Ломоносов)**

Положения	Поправки
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Все вещества состоят из молекул, между которыми имеются промежутки.</li> <li>2. Молекулы находятся в непрерывном движении.</li> <li>3. Молекулы состоят из атомов.</li> <li>4. Атомы характеризуются определенной массой и размерами.</li> <li>5. Молекулы простых веществ состоят из одинаковых атомов, молекулы сложных - из разных.</li> </ol>	<p>Есть вещества немолекулярного строения.</p> <p style="text-align: center;">—</p> <p>Исследования показали, что атомы делятся с помощью физических методов на более мелкие частицы.</p> <p style="text-align: center;">—</p>

## ЧИСТЫЕ ВЕЩЕСТВА И СМЕСИ. СПОСОБЫ РАЗДЕЛЕНИЯ СМЕСЕЙ

**Чистыми** называются вещества, состоящие из одинаковых молекул.  
**Смесь** состоит из молекул разных веществ.

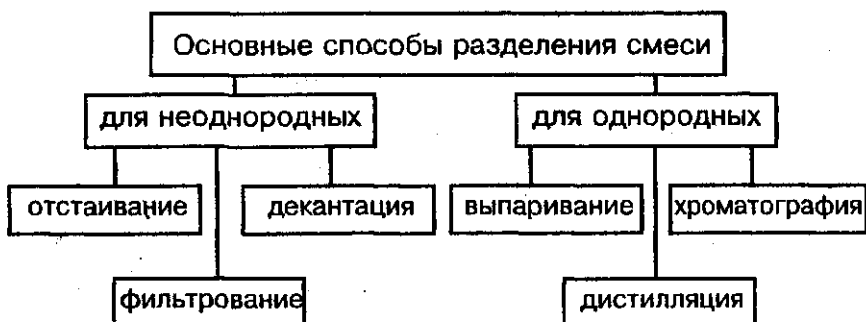


**Однородными** называются смеси, в которых даже с помощью микроскопа нельзя обнаружить частицы веществ, входящих в смесь.

**Неоднородными** называются смеси, в которых невооруженным глазом или с помощью микроскопа можно заметить частицы веществ, составляющие смесь.

В смеси сохраняются свойства составляющих их веществ - компонентов.

На основании этих свойств выбирают рациональный способ разделения смесей.



# ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ



## Условия течения химических реакций:

1. Тесное соприкосновение (необходимо)
2. Нагревание (возможно):
  - а) для начала реакции
  - б) постоянно

## Признаки химических реакций:

1. Изменение цвета;
2. Изменение запаха;
3. Выпадение (растворение) осадка;
4. Выделение газа;
5. Выделение (поглощение) теплоты (иногда света).

# ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТ

*Элемент (от лат. elementum - стихия, первоначальное вещество) - составная часть сложного целого.*

*Советский энциклопедический словарь.*

*Элементарный. Начальный, относящийся к основам чего-либо.*

*Ожегов СИ. Словарь русского языка.*

*Химический элемент - составная часть вещества.*

*Роберт Бойль*

*Химический элемент - это определенный вид атомов.*

*Джон Дальтон*

***Химический элемент - это вид атомов, характеризующийся определенным зарядом ядра, строением электронных оболочек. Число элементов ограничено, а их комбинации дают все многообразие веществ.***

**В природе (на Земле) установлено существование 89 различных химических элементов.**

**Некоторые элементы получены искусственным путем с использованием ядерных реакторов.**

**В настоящее время известно 110 хим. элементов.**

*"Вся сущность теоретического учения в химии лежит в отвлеченном понятии об элементах. Найти их свойства, определить причины их различия и сходства, а потом; на основании этого, предугадать свойства образуемых ими тел - вот путь, по которому идет эта наука..."*

*Д.И.Менделеев*

# ХИМИЧЕСКИЕ СИМВОЛЫ (ЗНАКИ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ)

Алхимические обозначения		Символы элементов и соединений по Д. Дальтону	
железо		водород	
воздух		золото	
серебро		вода	
вода		аммиак	
огонь		серная кислота	
масло		метан	
сера			
свинец			
земля			
стекло			

*Современная химическая символика разработана Й.Берцелиусом в 1814г.*

**Химический элемент обозначается первой или первой и одной из последующих букв латинского названия элемента.**

Русское название	Латинское название	Символ	Произношение
водород	Hydrogenium	H	аш
калий	Kalium	K	калий
медь	Cuprum	Cu	купрум
углерод	Carboneum	C	цэ
кислород	Oxygenium	O	о
сера	Sulfur	S	эс
азот	Nitrogenium	N	эн
хлор	Chlorum	Cl	хлор
цинк	Zincum	Zn	цинк



## ЗНАКОМСТВО С СИМВОЛАМИ И НАЗВАНИЯМИ ЭЛЕМЕНТОВ

### I "Химические анаграммы"

*Переставив буквы в каждом слове, надо получить название химического элемента.*

**ЕЗЛЕОЖ**

*(без этого элемента вы не отрежете и куска хлеба)*

**СЛИКОДОР**

*(а без этого не проживете и десяти минут)*

### II "Крестики-нолики"

*Зачеркните одной чертой в любом направлении (по горизонтали, вертикали, диагонали) три стоящих подряд химических элемента.*

**а) элементы-металлы б) элементы-неметаллы**

K	Ca	O	Cl	Al	H
C	N	Al	Si	K	Fe
Zn	Ag	Mg	Si	P	S

Al	H	S	N	Si	Ag
P	Si	Na	F	Cl	Mg
C	Pb	Cl	Zn	Hg	O

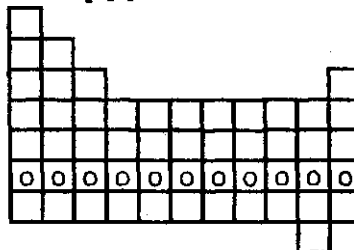
### III Загадки

*Если отбросить первую букву в моем названии, я превращусь в напиток, если изменить первую - в другой химический элемент, а если изменить третью букву - в церковь. Кто я?*

### IV Кроссворд

*Заполните по вертикали подходящие пустые клетки русскими названиями следующих химических элементов:*

*P, Au, F, C, Cl, N,  
Sn, Cr, Br, Ne, Rn*



## ПРОСТЫЕ И СЛОЖНЫЕ ВЕЩЕСТВА. АЛЛОТРОПИЯ



**Аллотропия** - это явление образования химическим элементом нескольких простых веществ, различных по строению и свойствам. Образующиеся вещества называются аллотропными видоизменениями.

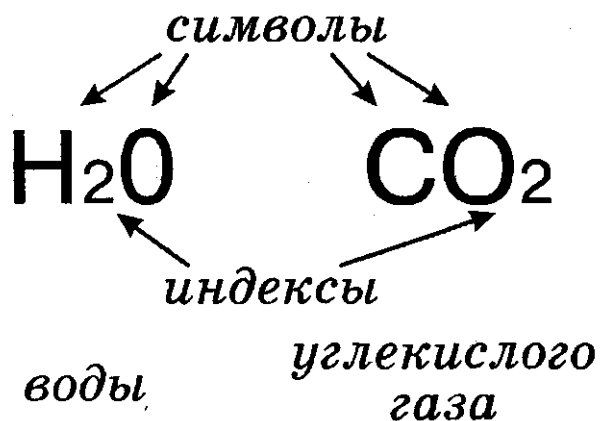
*С - алмаз, графит, карбин; О - кислород, озон; Р - белый, красный, черный; S - ромбическая, моноклинная, пластическая*

## **ХИМИЧЕСКИЕ ФОРМУЛЫ**

**Химическая формула** - это условная запись состава вещества посредством химических знаков и индексов.

(Индекс - цифра, стоящая справа внизу от символа. Обозначает число атомов в молекуле)

### *Химические формулы*



**Химическая формула показывает, атомы каких элементов и в каких относительных количествах соединены между собой.**

### *Чтение формулы*

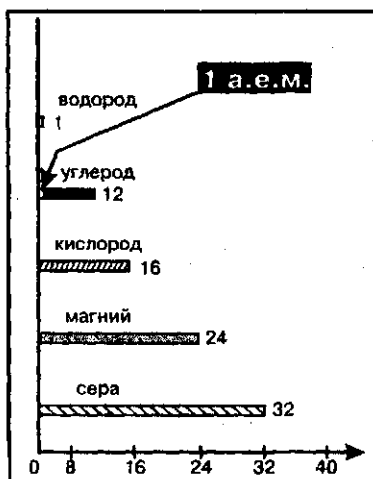
$H_2O$  — аш - два - о

$CO_2$  — цэ - о - два

## ОТНОСИТЕЛЬНАЯ АТОМНАЯ МАССА

масса атома водорода равна  
0,000 000 000 000 000 000 000 001 67г.

*Для выражения масс порядка атомных была  
выбрана специальная единица массы,  
названная атомной единицей массы (а.е.м.)*



Атомная единица массы представляет собой величину, равную  $1,66 \times 10^{-24}$  г - это 1/12 массы атома углерода, обозначается а.е.м.

Относительная атомная масса обозначается символом **Ar** (индекс "r" - relative - "относительный").

Относительная атомная масса элемента есть отношение массы атома данного элемента к 1/12 массы атома углерода. Это безразмерная величина.

### Относительная атомная масса.

$$Ar(\Theta) = \frac{m_a(\Theta)}{\frac{1}{12} m_a(C)}$$

$$Ar(O) = \frac{2.66 \cdot 10^{-23} \text{ г}}{0.166 \cdot 10^{-23} \text{ г}} = 16 \quad m(O) = 16 \text{ а.е.м.}$$

*Значение относительной атомной массы и массы атома, выраженной в а.е.м., численно совпадают.*

## ОТНОСИТЕЛЬНАЯ МОЛЕКУЛЯРНАЯ МАССА

Относительная молекулярная масса вещества показывает, во сколько раз масса молекулы данного вещества больше  $1/12$  массы атома углерода. Обозначается символом  $M_r$  (индекс "r" - relative - "относительный").

$$M_r = \frac{m, \text{ г}}{1/12 m_a(\text{C}), \text{ г}}$$

$m$  - масса молекулы данного вещества  
 $m_a(\text{C})$  - масса атома углерода

$$M_r = \sum Ar(\text{Э})$$

Относительная молекулярная масса вещества равна сумме относительных атомных масс с учетом индексов.

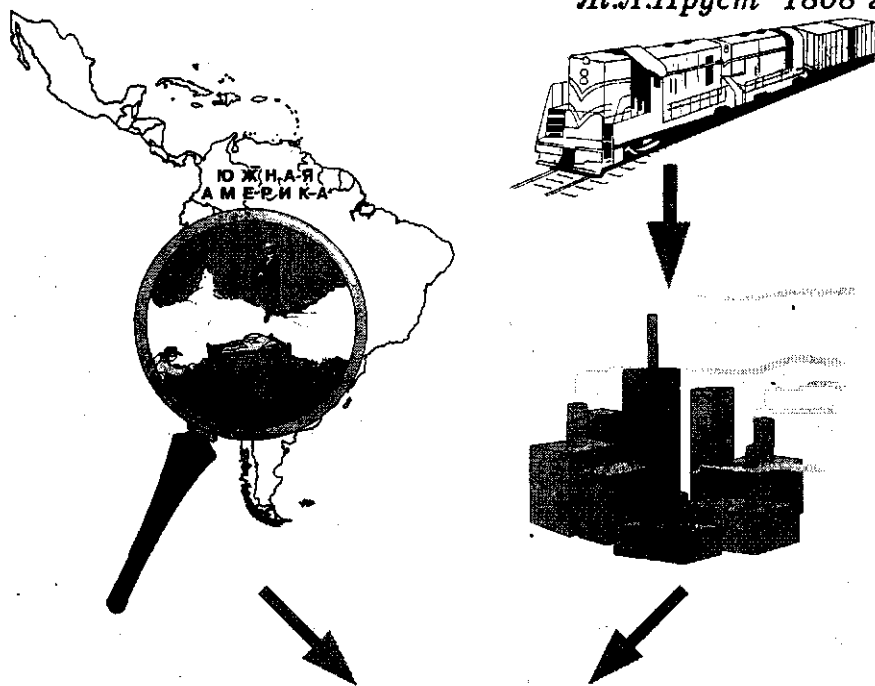
$$\begin{aligned} M_r(\text{H}_2\text{O}) &= 2 \cdot Ar(\text{H}) + 1 \cdot Ar(\text{O}) = \\ &= 2 \cdot 1 + 1 \cdot 16 = 18 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_r(\text{CO}_2) &= 1 \cdot Ar(\text{C}) + 2 \cdot Ar(\text{O}) = \\ &= 1 \cdot 12 + 2 \cdot 16 = 44 \end{aligned}$$

## ЗАКОН ПОСТОЯНСТВА СОСТАВА

*"От одного полюса Земли до другого соединения имеют одинаковый состав и одинаковые свойства. Никакой разницы нет между окисью железа Южного полушария и Северного. Малахит из Сибири имеет тот же состав, как и малахит из Испании. Во всем мире есть лишь одна киноварь."*

Ж.Л.Пруст 1808 г.



*Каждое химически чистое вещество, независимо от места нахождения и способа получения, имеет один и тот же постоянный состав.*

## **МАССОВЫЕ ОТНОШЕНИЯ**

Атомы элементов соединяются, образуя химическое соединение, только в определенных массовых отношениях.

*FeS - сульфид железа*

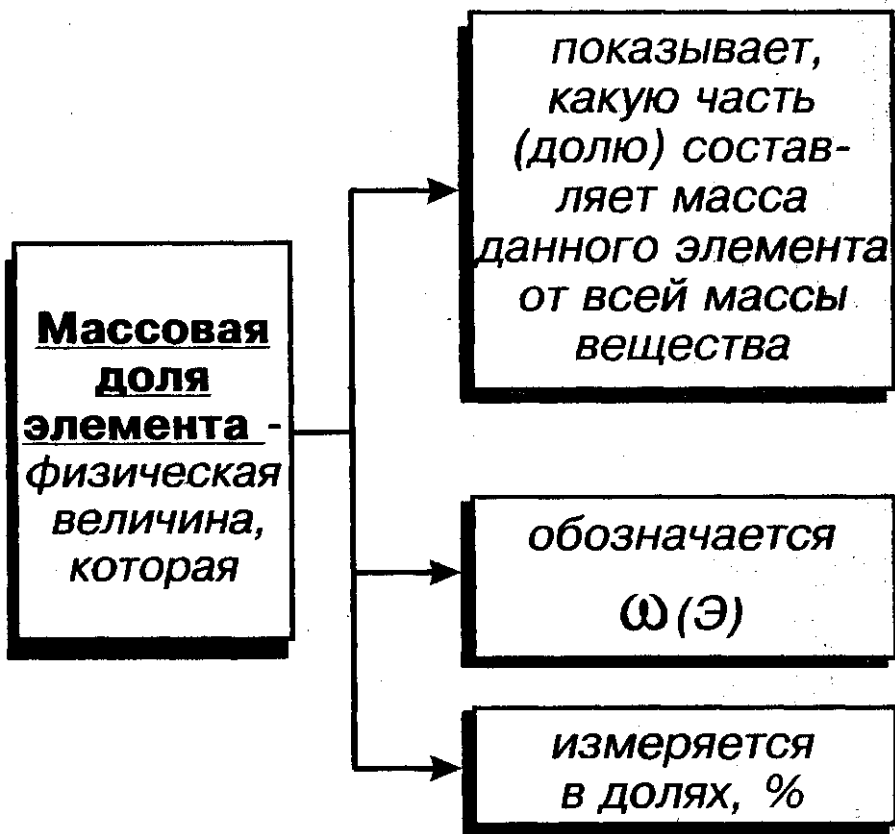
$$\begin{aligned} m(\text{Fe}) : m(\text{S}) &= \text{Ar}(\text{Fe}) : \text{Ar}(\text{S}) = \\ &= 56 : 32 = 7 : 4 \end{aligned}$$

*Чтобы получить сульфид железа (FeS) необходимо смешать порошки железа и серы в массовых отношениях 7 : 4.*

*Если взятые количества исходных веществ не соответствуют их соотношению в химической формуле соединения, одно из них остается в избытке.*

*Если взять 10 г железа и 4 г серы, то после реакции останется 3 г железа, которые не вступили в химическую реакцию.*

## МАССОВАЯ ДОЛЯ ЭЛЕМЕНТА



$$\omega(\text{Э}) = \frac{n \cdot Ar(\text{Э})}{Mr}$$

$\omega(\text{Э})$  - массовая доля элемента

$n$  - число атомов

$Ar(\text{Э})$  - относительная атомная масса элемента

$Mr$  - относительная молекулярная масса вещества



# ВЫВОД ХИМИЧЕСКОЙ ФОРМУЛЫ ВЕЩЕСТВА ПО ИЗВЕСТНОЙ МАССОВОЙ ДОЛЕ

## Алгоритм решения

1. Обозначить формулу соединения с индексами (x, y, z).  
$$AxByCz$$
2. Рассчитать отношение x:y:z через массовые доли элемента  

$$\omega(A) = \frac{x \cdot Ar(A)}{Mr(AxByCz)} \Rightarrow x = \frac{\omega(A) \cdot Mr}{Ar(A)}$$

$$\omega(B) = \frac{y \cdot Ar(B)}{Mr(AxByCz)} \Rightarrow y = \frac{\omega(B) \cdot Mr}{Ar(B)}$$

$$\omega(C) = \frac{z \cdot Ar(C)}{Mr(AxByCz)} \Rightarrow z = \frac{\omega(C) \cdot Mr}{Ar(C)}$$

$$x : y : z = \frac{\omega(A)}{Ar(A)} : \frac{\omega(B)}{Ar(B)} : \frac{\omega(C)}{Ar(C)}$$
3. Полученные цифры поделить или умножить на одно и то же число для получения целых чисел x, y, z.
4. Записать формулу.

## Пример

Вывести химическую формулу питьевой соды. Вещество содержит 27,38% Na, 1,19% H, 14,29% C, и 57,14% O.

Решение:

1.  $Na_x H_y C_z O_u$

2.  $x : y : z : u =$

$$= \frac{\omega(Na)}{Ar(Na)} : \frac{\omega(H)}{Ar(H)} : \frac{\omega(C)}{Ar(C)} : \frac{\omega(O)}{Ar(O)} =$$

$$= \frac{27,38}{23} : \frac{1,19}{1} : \frac{14,29}{12} : \frac{57,14}{16} =$$

$$= 1,19 : 1,19 : 1,19 : 3,57$$

3. Поделить все полученные числа на самое маленькое 1,19.

$$x : y : z : u = 1 : 1 : 1 : 3$$

4.  $Na H C O_3$  - формула питьевой соды (Задачу целесообразно решать с помощью микрокалькулятора.)

# ВАЛЕНТНОСТЬ

**Валентность элемента - это способность его атомов присоединять определенное число атомов других химических элементов.**

За единицу валентности принимают валентность водорода. Валентность обозначается римскими цифрами, записывается над символами элементов.

**Валентность элемента можно определить на основании его положения в периодической системе элементов**

**Д.И.Менделеева:**

Группы элементов				
I	II	III	IV	V
<sup>11</sup> Na	<sup>12</sup> Mg	<sup>13</sup> Al	<sup>14</sup> Si	<sup>15</sup> P
<sub>22,98</sub>	<sub>24,305</sub>	<sub>26,98</sub>	<sub>28,08</sub>	<sub>31,008</sub>
<sup>19</sup> K				
<sub>39,09</sub>				

*высшая валентность элемента, как правило, равна номеру группы - N;*

I	II	III	IV	V (высшая)
Na	Mg	Al	Si	P

I	III (низшая)
K	P

*у элементов-неметаллов низшая валентность определяется по формуле*

$8 - N$ , где N - номер группы.

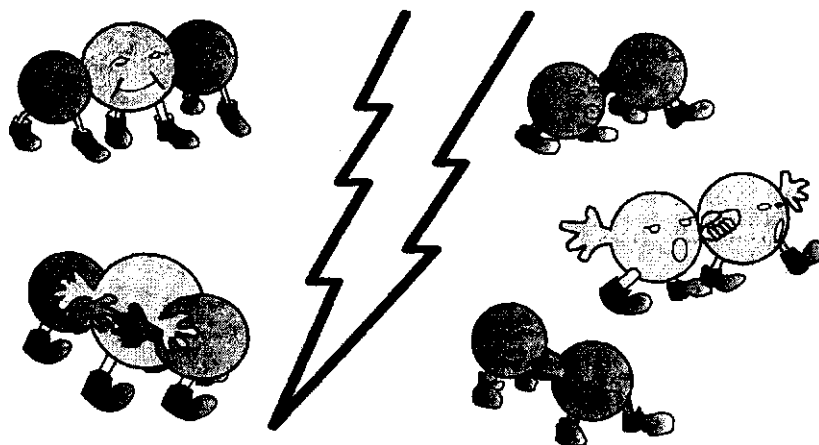
## СОСТАВЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ФОРМУЛ БИНАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ (ПО ВАЛЕНТНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ)

Алгоритм решения	Пример
1. Запишите символы элементов (согласно ряду электроотрицательности).	Al O
2. Запишите валентности элементов (по периодической системе).	$\begin{array}{cc} \text{III} & \text{II} \\ \text{Al} & \text{O} \end{array}$
3. Найдите наименьшее общее кратное (н.о.к.) между числовыми значениями валентности.	$\begin{array}{cc} \boxed{6} & \\ \text{III} & \text{II} \\ \text{Al} & \text{O} \end{array}$ <p style="text-align: center;">н.о.к. = 6</p>
4. Найдите отношение между атомами элементов (деля н.о.к. на соответствующую валентность). Полученные числа являются индексами.	$\begin{array}{cc} \boxed{6} & \\ \text{III} & \text{II} \\ \text{Al} & \text{O} \end{array}$ <p style="text-align: center;"> <math>6 : 3 = 2</math>  <math>6 : 2 = 3 \Rightarrow 2 : 3</math> </p>
5. Запишите формулу вещества.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>

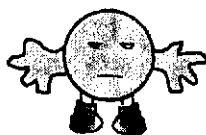
## ХИМИЧЕСКОЕ УРАВНЕНИЕ

**Химическим уравнением называют условную запись химической реакции посредством химических формул и математических знаков.**

Оно показывает, какие вещества и в каких количествах вступили и получились в результате химической реакции.



электрический  
ток



атом  
кислорода



атом  
водорода

В уравнениях химических реакций число атомов каждого элемента слева и справа от знака равенства должно быть **одинаково**.

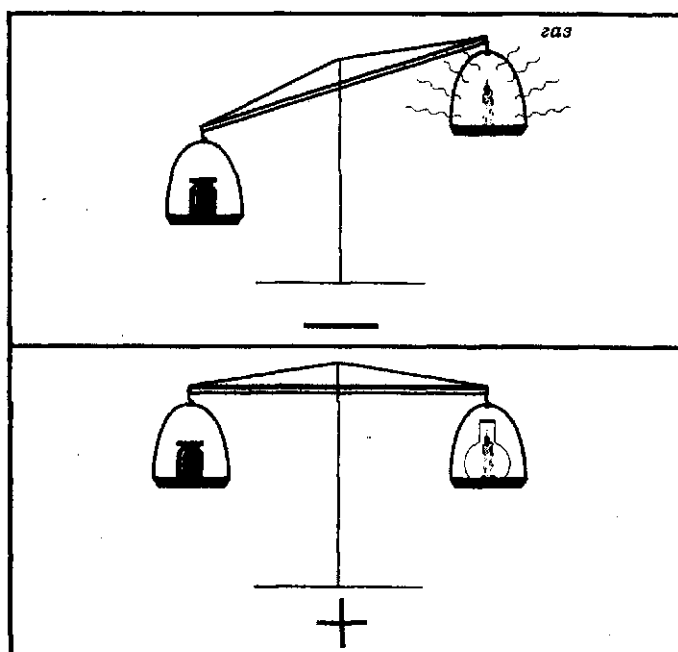
## ХИМИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ

Алгоритм составления химического уравнения	Уравнение химической реакции между водородом и кислородом
<p>1. Составить схему взаимодействия: слева записать формулы веществ, вступивших в реакцию, справа - получившихся, соединив их знаком "+".</p> <p>2. Подобрать коэффициенты для каждого вещества так, чтобы число атомов каждого элемента в левой части было равно числу атомов этого элемента в правой части.</p>	<p>1. <math display="block">\text{H}_2 + \text{O}_2 \Rightarrow \text{H}_2\text{O}</math>  <i>В реакцию вступают 2 простых вещества, получается 1 сложное вещество.</i></p> <p>2. а) <i>уравнять число атомов кислорода, поставив коэффициент 2 перед формулой воды.</i>          б) <i>уравнять число атомов водорода, поставив коэффициент 2 перед формулой водорода.</i></p> $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \Rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
<p>3. Проверить число атомов каждого элемента в левой и правой частях уравнения.          Поставить знак равно ("=").</p>	$n(\text{H}) = 2 \cdot 2 = 4$ $n(\text{O}) = 1 \cdot 2 = 2$ $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$

## ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ МАССЫ ВЕЩЕСТВ

(М.В. Ломоносов 1748г.)

**Масса веществ, вступивших в химическую реакцию, равна массе веществ, получившихся в результате реакции. (Замкнутая система)**



На основании закона сохранения массы веществ составляют уравнения химических реакций, проводят практические расчеты.

пример:

Для получения 44 кг сульфида железа ( $FeS$ ) взяли 28 кг железа. Сколько нужно взять серы, если все железо прореагировало?

28 кг x кг  $\hat{=}$  44 кг



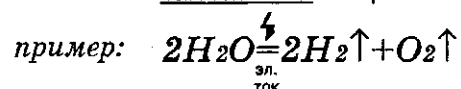
Ответ: серы необходимо 16 кг

## ТИПЫ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Х И М И Ч Е С К И Е Р Е А К Ц И И

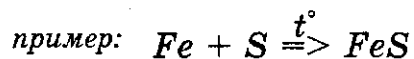
### разложения

реакция, в которой из одного сложного вещества получаются несколько простых или сложных веществ.



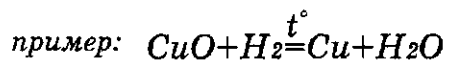
### соединения

реакция, в результате которой из двух или нескольких простых или сложных веществ получается одно сложное вещество.



### замещения

реакция, протекающая между простым и сложным веществами, при которой атомы простого вещества замещают атомы одного из элементов сложного вещества

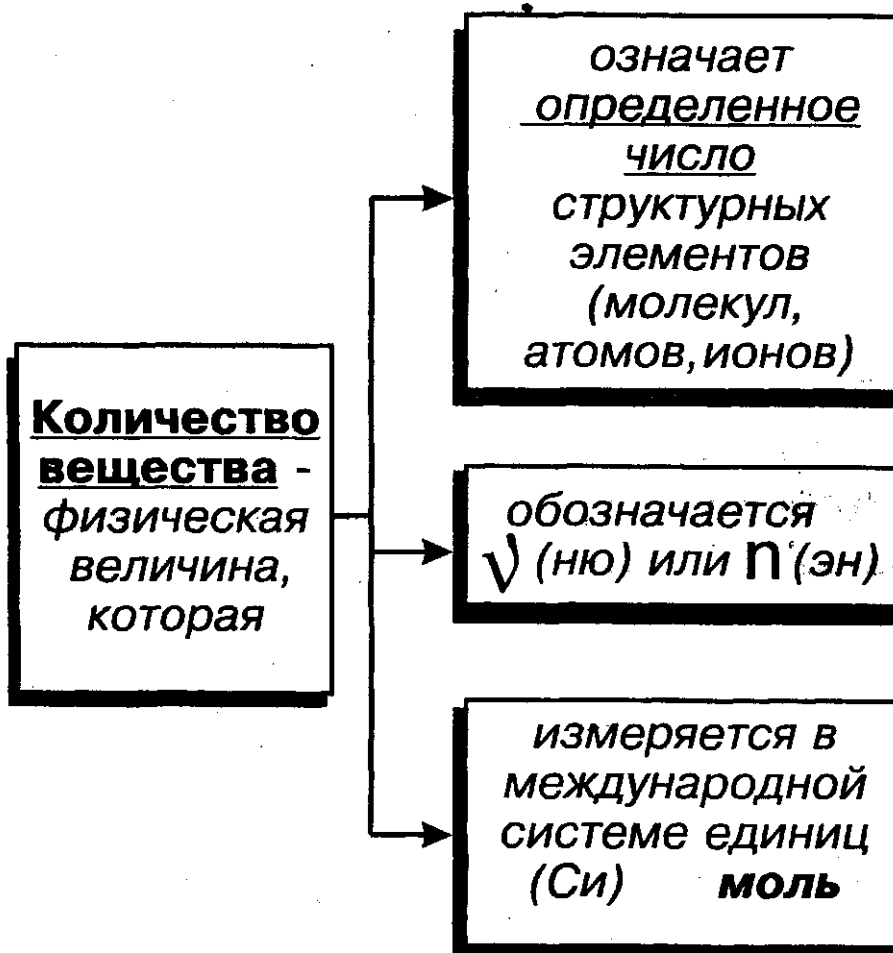


### обмена

реакция, протекающая между сложными веществами, при которой они обмениваются составными частями.



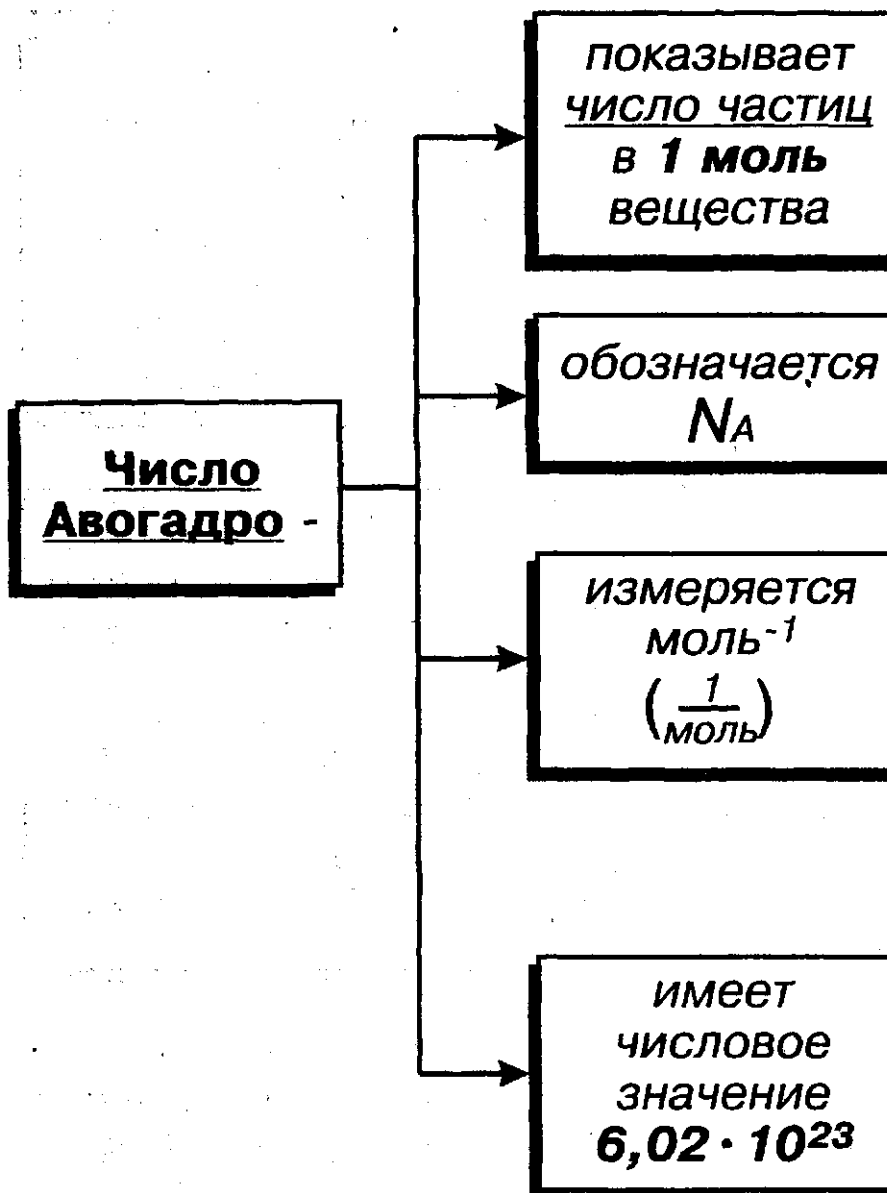
## КОЛИЧЕСТВО ВЕЩЕСТВА. МОЛЬ



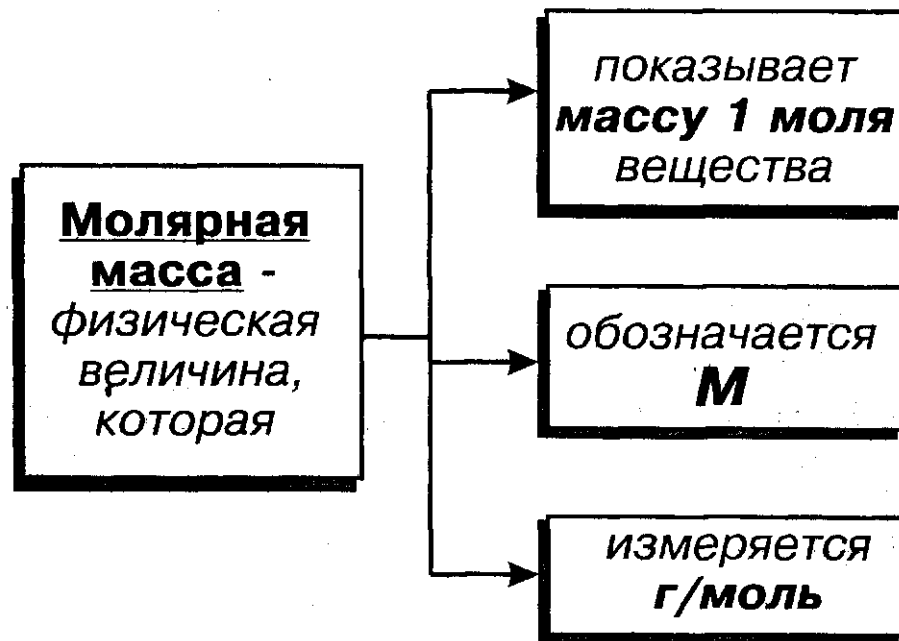
*Моль - это количество вещества, содержащее столько же частиц, сколько содержится атомов в 12 г углерода.*



# ЧИСЛО АВОГАДРО



# МОЛЯРНАЯ МАССА



$$M = \frac{m}{\nu}$$

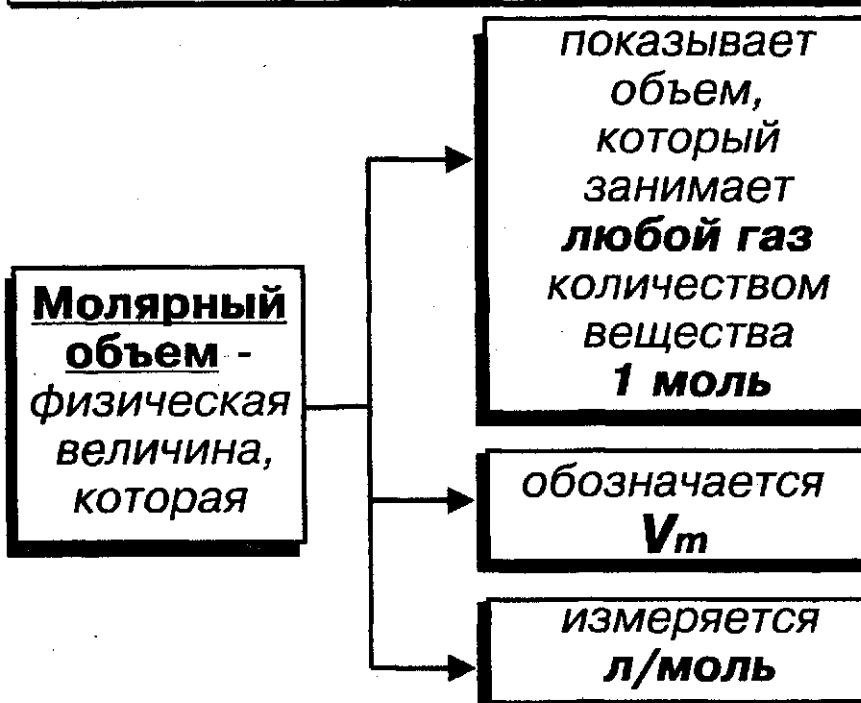
*m* - масса

*ν* - количество вещества

*Молярная масса вещества равна отношению массы вещества к соответствующему количеству вещества.*

*Молярная масса вещества численно равна его относительной молекулярной массе.*

## МОЛЯРНЫЙ ОБЪЕМ. ЗАКОН АВОГАДРО (1811г.)



$$V_m = \frac{V}{\nu}$$

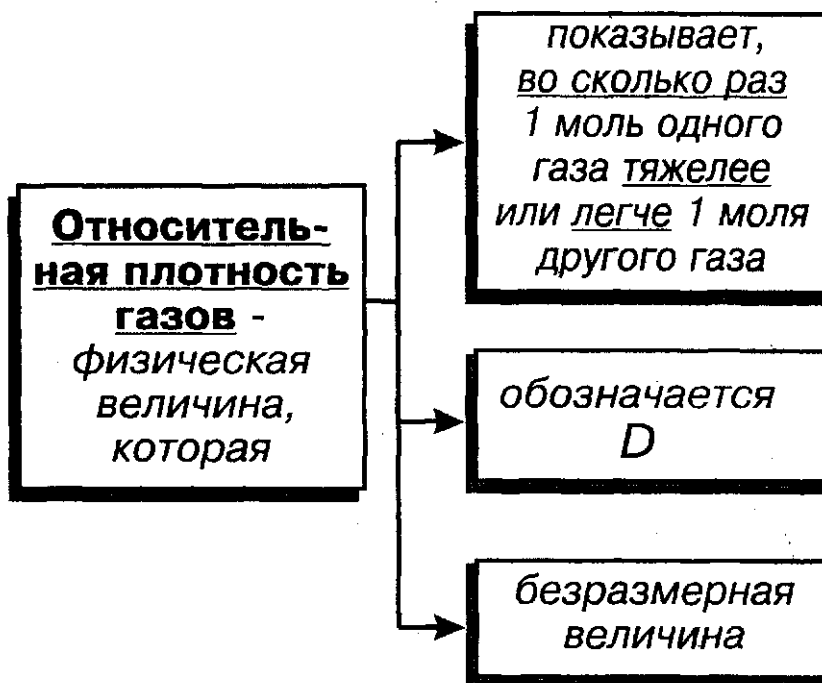
В равных объемах разных газов при одинаковых условиях содержится одинаковое число молекул - закон Авогадро.

$V$  - объем газа  
 $\nu$  - количество вещества

Нормальные условия (н.у.) - температура  $0^\circ\text{C}$  и давление  $1 \text{ атм}$  ( $101,325 \text{ кПа}$ )

При н.у.  $V_m = 22,4 \text{ л/моль}$

## ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ПЛОТНОСТЬ ГАЗОВ



$$D_{\text{H}_2} = \frac{M}{M(\text{H}_2)} = \frac{M}{2}$$

$$D_{\text{возд}} = \frac{M}{29}$$

$M$  - молярная масса исследуемого вещества

$M(\text{H}_2)$  - молярная масса водорода

29 - средняя молекулярная масса воздуха

$D(\text{H}_2)$  - плотность по водороду

$D_{\text{возд}}$  - плотность по воздуху

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ХИМИЧЕСКИМ УРАВНЕНИЯМ (с помощью пропорции)

29

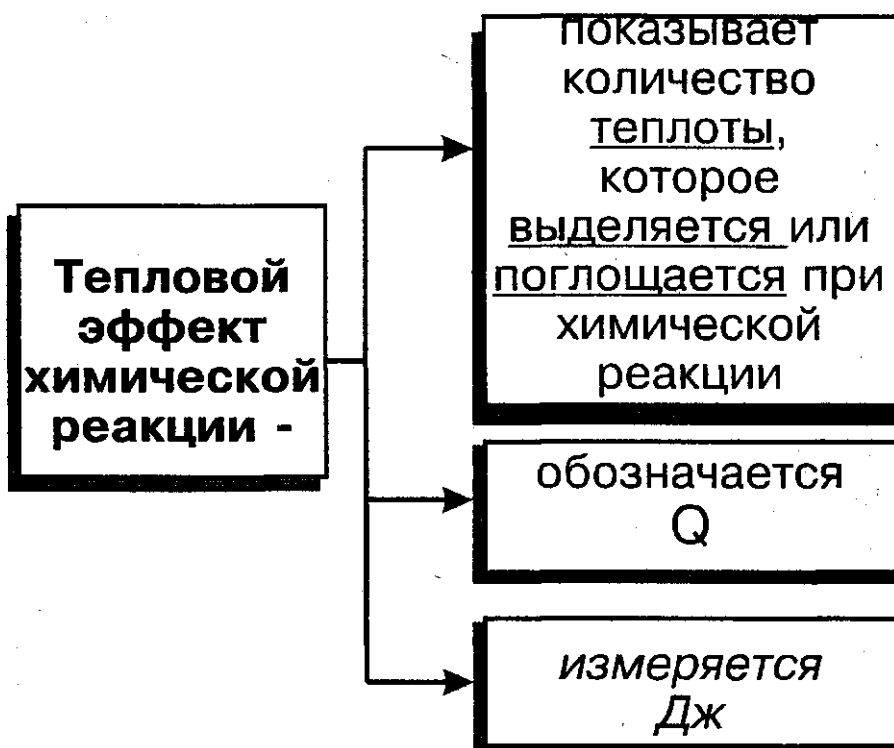
Алгоритм решения	Пример
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Составить уравнение химической реакции.</li> <li>2. В уравнении одной чертой подчеркнуть формулы веществ, массы (объемы) которых указаны в условии, двумя чертами - формулы веществ, массы (объемы) которых требуется вычислить.</li> <li>3. Что дано - записать над формулами веществ.</li> <li>4а. Под формулами записать:               <ol style="list-style-type: none"> <li>1) количество вещества (<math>\nu</math>), определяется по коэффициентам уравнения;</li> <li>2) молярную массу (<math>M</math>), рассчитывается через <math>M_r</math>.</li> <li>3) массу вещества (<math>m</math>), <math>m = M \cdot \nu</math></li> </ol> </li> <li>4б. 1) количество вещества (<math>\nu</math>);                2) молярный объем для газов при н.у. (<math>V_m</math>)  <math>V_m = 22,4</math> л/моль                3) объем газа (<math>V</math>), <math>V = V_m \cdot \nu</math></li> <li>5. Составить пропорцию.</li> <li>6. Решить пропорцию.</li> <li>7. Записать ответ.</li> </ol>	<p><i>Рассчитать, какой объем кислорода (н.у.) вступит в реакцию с оксидом серы (IV) массой 6,4 г.</i></p> $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$ $\overset{6,4 \text{ г}}{\underline{2\text{SO}_2}} + \overset{X \text{ л}}{\underline{\text{O}_2}} = 2\text{SO}_3$ <p style="margin-left: 40px;"> <math>\nu = 2 \text{ моль}</math>      <math>\nu = 1 \text{ моль}</math>  <math>M = 64 \text{ г/моль}</math>    <math>V_m = 22,4 \text{ л/моль}</math>  <math>m = 128 \text{ г}</math>        <math>V = 22,4 \text{ л}</math> </p> $\frac{6,4}{128} = \frac{X}{22,4}$ $X = \frac{6,4 \cdot 22,4}{128} = 1,12 \text{ (л)}$ <p style="text-align: center;"><i>ОТВЕТ: в реакцию вступит 1,12 л кислорода.</i></p>

## РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ХИМИЧЕСКИМ УРАВНЕНИЯМ (по количеству вещества)

30

Алгоритм решения	Пример
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Составить уравнение химической реакции.</li> <li>2. В уравнении одной чертой подчеркнуть формулы веществ, массы (объемы) которых указаны в условии, двумя чертами - формулы веществ, массы (объемы) которых требуется вычислить.</li> <li>3. Что дано - записать над формулами веществ.</li> <li>4. Под формулами записать количество вещества (<math>\nu</math>), определяется по коэффициентам уравнения.</li> <li>5. Рассчитать, какое количество вещества (в молях) составляет масса (объем) вещества, указанного в условии задачи  <math display="block">\nu = \frac{m}{M} \quad (\nu = \frac{V}{V_m}, V_m = 22,4 \text{ л/моль})</math> </li> <li>6. По уравнению определить количество вещества (в молях) искомого вещества.</li> <li>7. Определить объем (массу) искомого вещества  <math display="block">V = \nu V_m \quad (m = \nu M)</math> </li> <li>8. Записать ответ.</li> </ol>	<p><i>Рассчитать, какой объем кислорода (н.у.) вступит в реакцию с оксидом серы (IV) массой 6,4 г.</i></p> $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$ $\begin{array}{ccc} \underline{2\text{SO}_2} & + & \underline{\text{O}_2} & = & 2\text{SO}_3 \\ \begin{array}{c} 6,4 \text{ г} \\ \nu = 2 \text{ моль} \end{array} & & \begin{array}{c} X \text{ л} \\ \nu = 1 \text{ моль} \end{array} & & \end{array}$ $\frac{6,4 \text{ г}}{64 \text{ г/моль}} = 0,1 \text{ моль}$ <p><math>0,1 \text{ моль} \rightarrow Y \text{ моль}</math></p> $\begin{array}{ccc} \underline{2\text{SO}_2} & + & \underline{\text{O}_2} & = & 2\text{SO}_3 \\ 2 \text{ моль} \rightarrow 1 \text{ моль} & & & & \end{array}$ <p><math>Y = 0,05 \text{ моль}</math></p> $0,05 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 1,12 \text{ л}$ <p><i>Ответ: В реакцию вступит 1,12 л кислорода</i></p>

## ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ



"экзо" (греч.) - наружу  
"эндо" (греч.) - внутрь

Реакции, протекающие с **выделением теплоты**, называются **экзотермическими**. (+Q)

Реакции, протекающие с **поглощением теплоты**, называются **эндотермическими**. (-Q)

Химическое уравнение, в котором указывается тепловой эффект, называется **термохимическим**.

**КИСЛОРОД**  
(К.В. ШЕЕЛЕ 1772г., Дж. ПРИСТЛИ 1774 г.)

**O**<sub>2</sub>

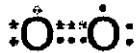
↑, В, Ц, З, М

(в 100V H<sub>2</sub>O  
растворяется  
3VO<sub>2</sub> при t°=20°C  
p=1 атм)

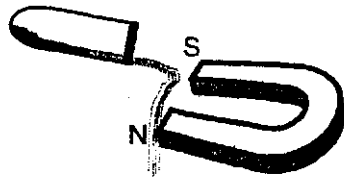
T<sub>кип</sub> = -183°C  
T<sub>пл</sub> = -219°C

Mr = 32  
(тяжелее воздуха)

Получение в лаборатории:  
*разложением некоторых  
сложных кислородо-  
содержащих веществ.*



Способы собирания



Струя жидкого кислорода  
отклоняется в сильном  
магнитном поле.

в воздухе	21 % (по объему)
в земной коре	49 % (по массе)
в гидросфере	89 % (по массе)
в составе живых организмов	до 65 масс. %

*Кислород - самый распространенный  
элемент на Земле.*



## КИСЛОРОД ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

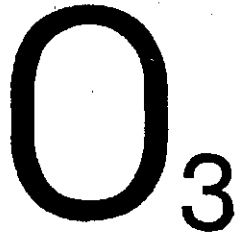
*Взаимодействие веществ с кислородом называется реакцией окисления.*

*Реагирует со всеми простыми веществами кроме He, Ne, Ar, Au, Pt.*

с неметаллами	с металлами
$\mathbf{S} + \mathbf{O}_2 = \mathbf{SO}_2$ $\mathbf{C} + \mathbf{O}_2 = \mathbf{CO}_2$ $\mathbf{2H}_2 + \mathbf{O}_2 = \mathbf{2H}_2\mathbf{O}$ <small>(взрыв)</small> $\mathbf{N}_2 + \mathbf{O}_2 \stackrel{t^\circ}{=} \mathbf{2NO}$ <small>(<math>t^\circ &gt; 1200^\circ\text{C}</math>)</small>	<p style="text-align: center;">сгорают</p> $\mathbf{2Mg} + \mathbf{O}_2 = \mathbf{2MgO}$ $\mathbf{3Fe} + \mathbf{2O}_2 = \mathbf{Fe}_3\mathbf{O}_4$ <p style="text-align: center;">ОКИСЛЯЮТСЯ</p> $\mathbf{2Cu} + \mathbf{O}_2 = \mathbf{2CuO}$
со сложными веществами	
$\mathbf{2H}_2\mathbf{S} + \mathbf{3O}_2 = \mathbf{2SO}_2 + \mathbf{2H}_2\mathbf{O}$ <small>сероводород</small>	
$\mathbf{CH}_4 + \mathbf{2O}_2 = \mathbf{CO}_2 + \mathbf{2H}_2\mathbf{O}$ <small>метан</small>	
$\mathbf{4FeS}_2 + \mathbf{11O}_2 = \mathbf{2Fe}_2\mathbf{O}_3 + \mathbf{8SO}_2$ <small>пирит</small>	

*В реакциях со всеми веществами (кроме фтора) всегда окислитель.*

**ОЗОН.**  
(Аллотропная модификация кислорода)

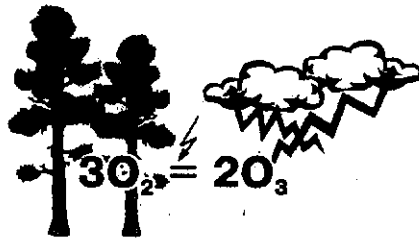


↑ , з , ц , М  
(голубой)

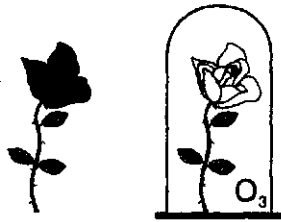
Неустойчив  $O_3 = O_2 + O$

"ОЗОН" (греч.) - пахнущий

$T_{\text{кип}} = -112^{\circ}\text{C}$   
 $T_{\text{пл}} = -193^{\circ}\text{C}$

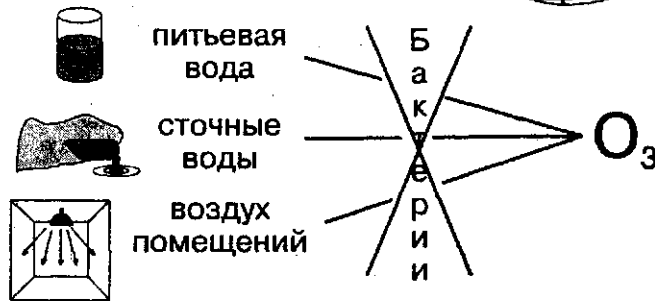
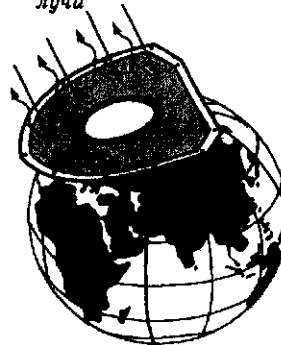


**Сильный окислитель**



Обесцвечивает красящие вещества

ультрафиолетовые  
лучи



# ВОЗДУХ

**Воздух - смесь газов.**  
(1774 г. А.Лавуазье)

		по объёму
ПОСТОЯННЫЕ	Азот	78 %
	Кислород	21 %
	Инертные газы (гелий He, неон Ne, аргон Ar, криптон Kr, ксенон Xe)	0,94 %
ПЕРЕМЕННЫЕ	Углекислый газ (CO <sub>2</sub> )	0,02 - 0,04 %
	Водяной пар (H <sub>2</sub> O)	до 3 %
СЛУЧАЙНЫЕ	Оксиды азота (NO, NO <sub>2</sub> ) Оксиды серы (SO <sub>2</sub> , SO <sub>3</sub> ) Сероводород (H <sub>2</sub> S)	* ПДК < 0,00001 %

\* ПДК (предельно допустимая концентрация) - тах количество вещества в единице объёма, которое при длительном каждодневном воздействии не оказывает отрицательного действия на организм человека и не влияет на здоровье будущего потомства.

# ВОДОРОД

# H

# 2

↑, ♁, ♃, ♆, ♀, ♁

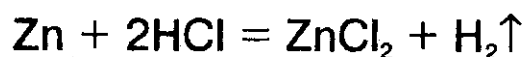
(в 100V H<sub>2</sub>O  
растворяется  
2V H<sub>2</sub> при t°=20°C  
p=1 атм)

T<sub>кип</sub> = -253°C  
T<sub>пл</sub> = -259°C

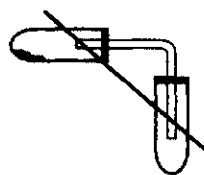
Mr = 2

(легче воздуха)

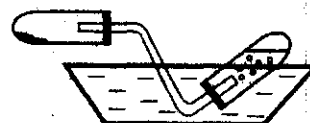
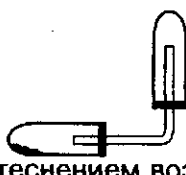
Получение в лаборатории: действием кислот на некоторые металлы (Г. Кавендиш конец XVIII в.)



Способы собирания



вытеснением воздуха



над водой

В земной коре массовая доля водорода составляет всего лишь 1%

\*  
\* **Водород - самый**  
\* **распространенный элемент**  
\* **Вселенной - 92 %.**

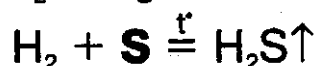
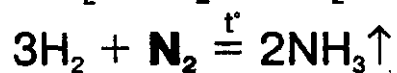
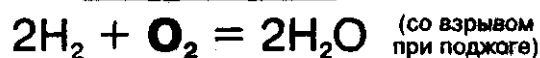


## **ВОДОРОД. ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА**

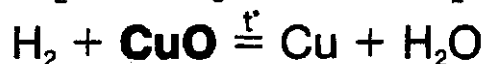
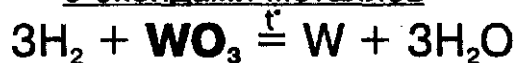
*При обычных условиях довольно  
малоактивен  
(реагирует только с фтором F<sub>2</sub>)*

### Восстановительные свойства

#### с неметаллами

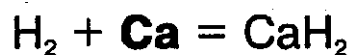


#### с оксидами металлов

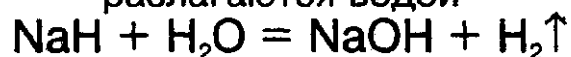


### Окислительные свойства

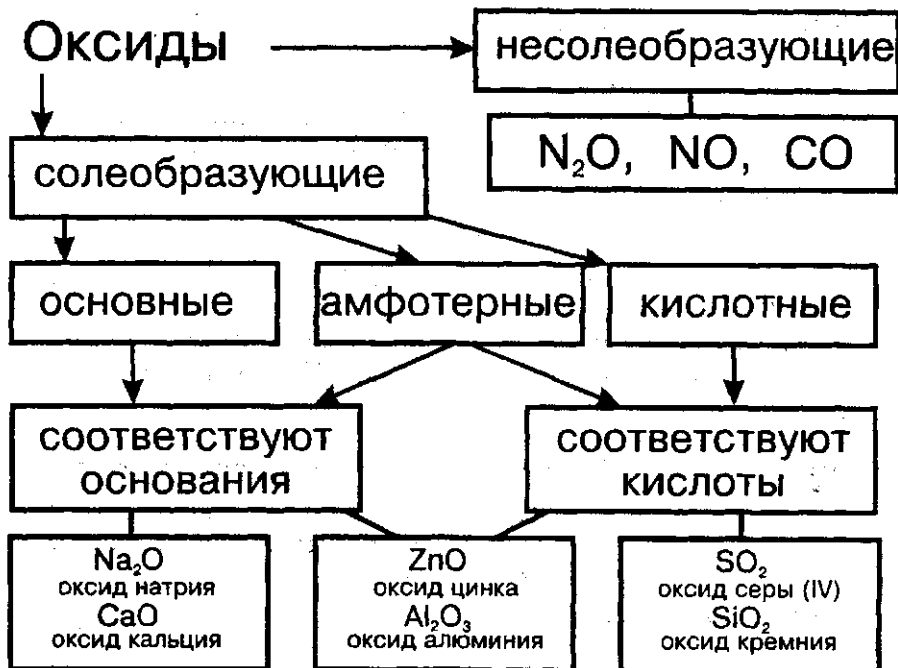
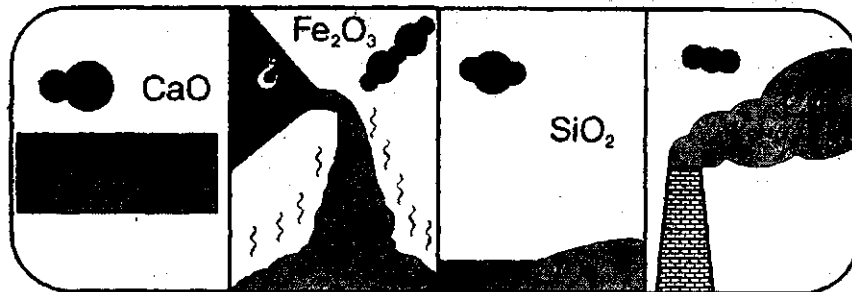
#### с металлами



MeH<sub>n</sub> - гидриды, легко  
разлагаются водой



# ОКСИДЫ

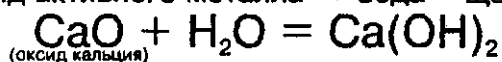


**Оксиды - это сложные вещества,  
состоящие из 2-х химических элементов,  
один из которых - кислород.**

## ОКСИДЫ. ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

### 1. Взаимодействие с водой

оксид активного металла\* + вода = щелочь



(оксид кальция)

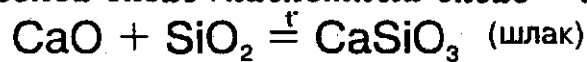
### 2. Основной оксид + кислота = соль + вода

(все оксиды)



(оксид меди II)

### 3. Основной оксид + кислотный оксид = соль

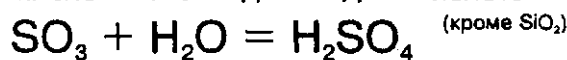


(оксид кремния)

## кислотные

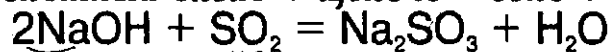
### 1. Взаимодействие с водой

кислотный оксид + вода = кислота



(оксид серы VI)

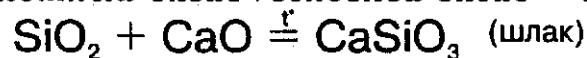
### 2. Кислотный оксид + щелочь = соль + вода



$\text{H}_2\text{O}$

$\text{H}_2\text{SO}_3$

### 3. Кислотный оксид + основной оксид = соль



## амфотерные

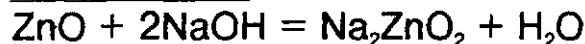
Взаимодействуют:

с кислотами как основные

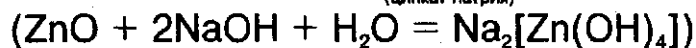


(оксид цинка)

с основаниями как кислотные



(цинкат натрия)



\* Активные металлы - это металлы I, II гр.,  
главной подгруппы периодической системы элементов

## НАЗВАНИЯ НЕКОТОРЫХ ОКСИДОВ

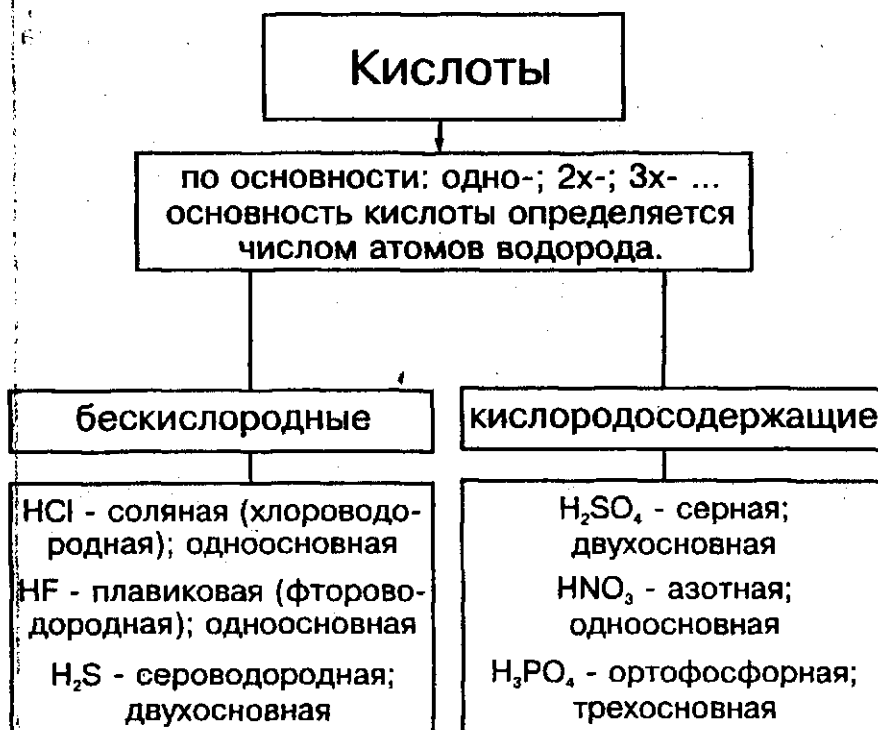
Химическая формула оксида	Бытовое (тривиальное) название	Возможное научное название
$H_2O$	Вода	Оксид водорода
$CO_2$	Углекислый газ	Оксид углерода (IV), диоксид углерода
$CO$	Угарный газ	Оксид углерода (II), монооксид углерода
$SO_3$	Серный газ	Оксид серы (VI), триоксид серы
$SO_2$	Сернистый газ	Оксид серы (IV), диоксид серы
$SiO_2$	Кварц; горный хрусталь; песок кварцевый, речной и морской.	Оксид кремния
$Al_2O_3$	Глинозем	Оксид алюминия
$Fe_2O_3$	Гематит (крокус)	Оксид железа (III)
$CaO$	Негашеная известь	Оксид кальция



## КИСЛОТЫ. КЛАССИФИКАЦИЯ



Кислоты - это сложные вещества, имеющие в своем составе **водород**, способный замещаться на металл, и **кислотный остаток**.



## НАЗВАНИЯ КИСЛОТ И СОЛЕЙ

Кислота		Название соли
Химическая формула	Название	
$\text{H}\overset{\text{I}}{\text{N}}\text{O}_3$	Азотная	Нитрат
$\text{H}\overset{\text{I}}{\text{Br}}$	Бромоводородная	Бромид
$\text{H}\overset{\text{I}}{\text{I}}$	Йодоводородная	Йодид
$\text{H}_2\overset{\text{I}}{\text{Si}}\text{O}_3$	Кремниевая	Силикат
$\text{H}\overset{\text{I}}{\text{Mn}}\text{O}_4$	Марганцовая	Перманганат
$\text{H}_2\overset{\text{II}}{\text{S}}\text{O}_4$	Серная	Сульфат
$\text{H}_2\overset{\text{II}}{\text{S}}\text{O}_3$	Сернистая	Сульфит
$\text{H}_2\overset{\text{II}}{\text{S}}$	Сероводородная	Сульфид
$\text{H}_2\overset{\text{II}}{\text{C}}\text{O}_3$	Угльная	Карбонат
$\text{H}_3\overset{\text{III}}{\text{P}}\text{O}_4$	Ортофосфорная	Ортофосфат
$\text{H}\overset{\text{III}}{\text{P}}\text{O}_3$	Метафосфорная	Метафосфат
$\text{H}\overset{\text{I}}{\text{F}}$	Фтороводородная (плавиковая)	Фторид
$\text{H}\overset{\text{I}}{\text{Cl}}\text{O}_4$	Хлорная	Перхлорат
$\text{H}\overset{\text{I}}{\text{Cl}}$	Хлороводородная (соляная)	Хлорид
$\text{H}_2\overset{\text{II}}{\text{Cr}}\text{O}_4$	Хромовая	Хромат

- выделен кислотный остаток  
 I, II, III - валентность кислотного остатка

## **КИСЛОТЫ. ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА**

### **Химические свойства**

**1. Действие на индикаторы**

лакмус - красный

метилоранж - красный

**2. Кислота + основание = соль + вода**

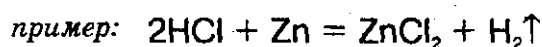


**3. Кислота + основной оксид = соль + вода**



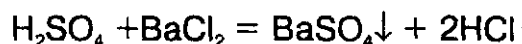
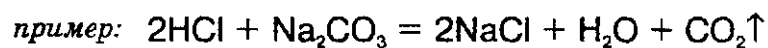
**4. Кислота + металл = соль + водород**

(металлы, стоящие в ряду напряжений  
до водорода, кислоты - неокислители)



**5. Кислота + соль = новая кислота + новая**

**соль** (если образуется осадок↓ или газ↑)

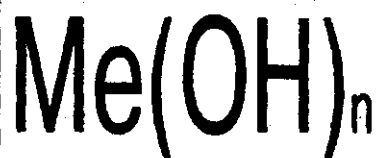


*Разрушают кожу, ткани, древесину.*

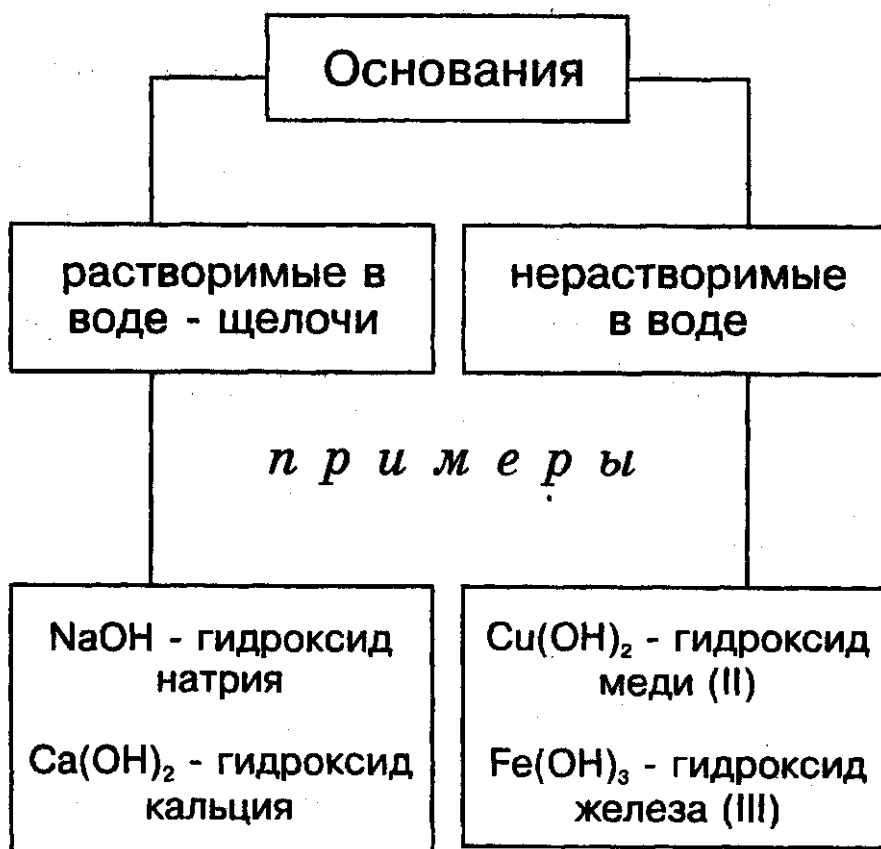
**ОСТОРОЖНО!**

*Нейтрализовать раствором соды,  
смыть водой.*

## ОСНОВАНИЯ



**Основания** - это сложные вещества, в которых атомы металлов соединены с одной или несколькими гидроксильными группами (**ОН**).



## ОСНОВАНИЯ. ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

### Щелочи

- 1. Действие на индикаторы:**  
лакмус - синий  
метилоранж - желтый  
фенолфталеин - малиновый
- 2. Основание + кислота = соль + вода**  
 $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 3. Щелочь + кислотный оксид = соль + вода**  
 $2\text{NaOH} + \text{SiO}_2 = \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- 4. Щелочь + соль = н. основание + н. соль**  
(условие: образование осадка↓ или газа↑)  
 $\text{Ba}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{NaOH}$

### Нерастворимые основания

- 1. Действия на индикаторы нет.**
- 2. Основание + кислота = соль + вода**  
 $\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 3. Разлагаются при нагревании**  
 $\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t} \text{CuO} + \text{H}_2\text{O}$

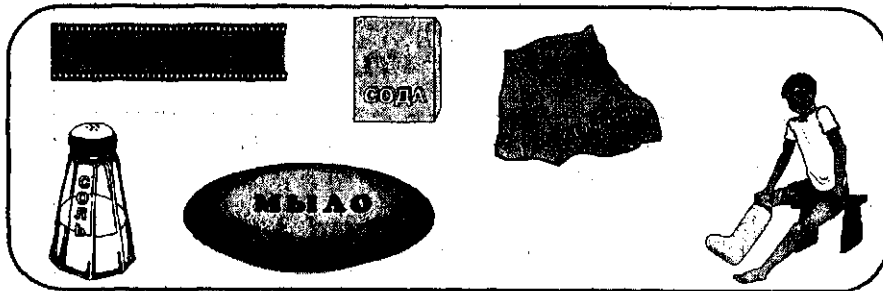


*Едкие вещества.  
Разъедают кожу, ткани, бумагу.  
Осторожно!  
Смыть водой.*

# Соли



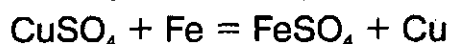
Соли - это сложные вещества, которые состоят из атомов металлов и кислотных остатков.



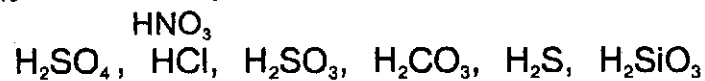
## СОЛИ. ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

### Свойства

1. **Соль + металл = н.соль + н.металл**  
(свободный металл должен быть активнее, чем тот, который в соли)



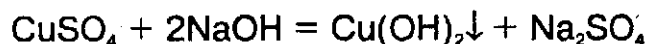
2. **Соль + кислота = н.соль + н.кислота**  
(условие: образование осадка↓ или газа↑)



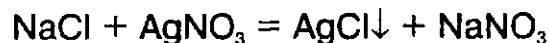
$\xrightarrow{\text{H}_3\text{PO}_4}$   
 (каждая предыдущая кислота может вытеснить из соли последующую)



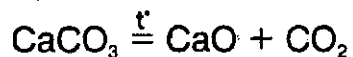
3. **Соль + щелочь = н.соль + н.основание**  
(условие: образование осадка↓ или газа↑)



4. **Соль + соль = н.соль + н.соль**  
(условие: обе соли растворимы в воде, в результате реакции образуется осадок↓)

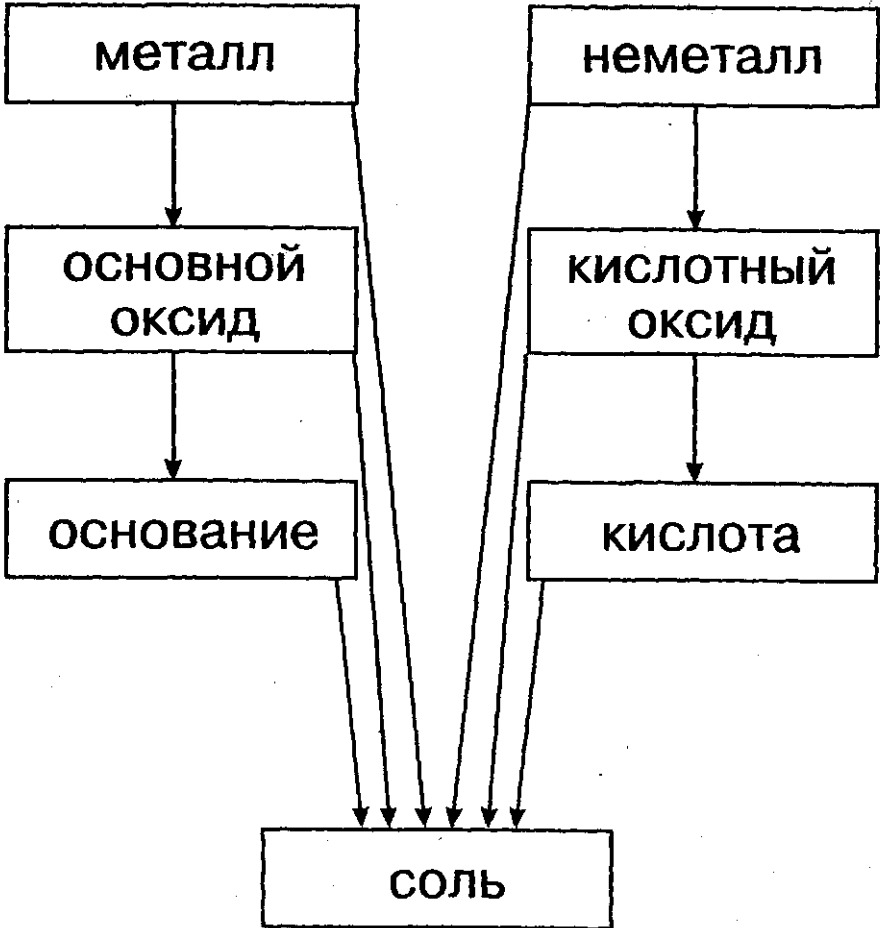


5. **Разложение при нагревании**  
(для некоторых)



**ГЕНЕТИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ  
(СВЯЗЬ МЕЖДУ РАЗЛИЧНЫМИ  
КЛАССАМИ СОЕДИНЕНИЙ)**

*Схема*





## ВОДА



ЖИДКОСТЬ, В, Ц, З

$T_{\text{кип}} = 100^\circ\text{C}$  (при  $p=1\text{атм}$ )

$T_{\text{пл}} = 0^\circ\text{C}$

$\text{max } \rho$  (при  $4^\circ\text{C}$ ) =  $1\text{г/см}^3$

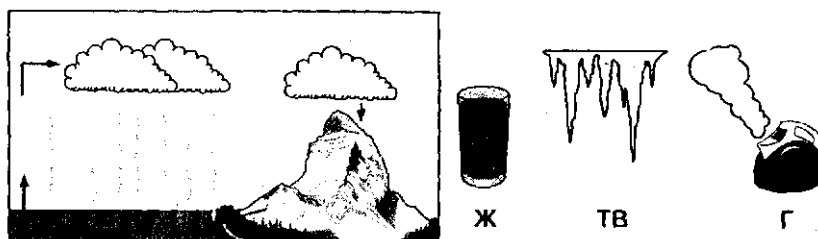
$M_r = 18$

### ЭТАЛОНЫ

1. Температурная шкала Цельсия:  
 $0^\circ$  - плавление льда,  $100^\circ$  - кипение воды
2. Единица массы:  
массе  $1\text{ дм}^3$  (л) воды приписано значение 1 килограмм.

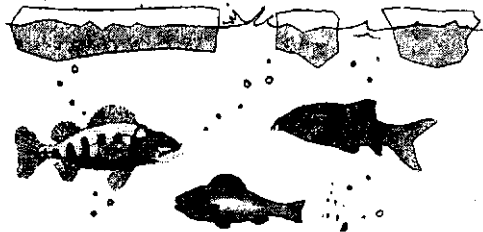
### Запасы воды на Земле:

в морях, океанах	- 1,4 млрд. $\text{км}^3$
в ледниках (пресная)	- 30 млн. $\text{км}^3$
в реках, озерах	- 2 млн. $\text{км}^3$
в атмосфере	- 14 тыс. $\text{км}^3$
в живых организмах	- 65 %

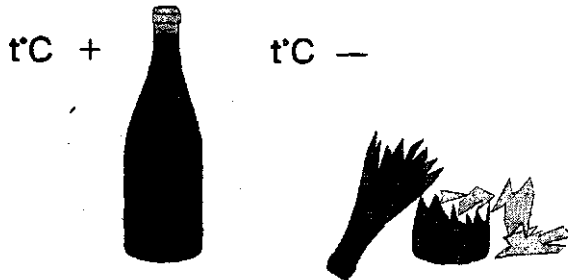


**Единственное вещество** в природе, которое в земных условиях существует **во всех трех агрегатных состояниях**: жидком (вода), твердом (лед), газообразном (пар).

# АНОМАЛИИ ВОДЫ



*Лед  
плавает на  
поверхности  
водоема*

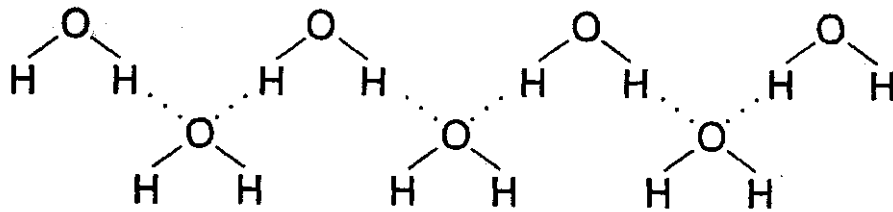


*При  
замерзании  
вода  
разрывает  
сосуд.*

$\max \rho (H_2O) - \text{при } 4^\circ C = 1 \text{ г/см}^3$

$\rho (\text{льда}) = 0,92 \text{ г/см}^3$

*Самая большая теплоемкость (в 3100 раз больше, чем у воздуха, в 4 раза больше, чем у горных пород)*

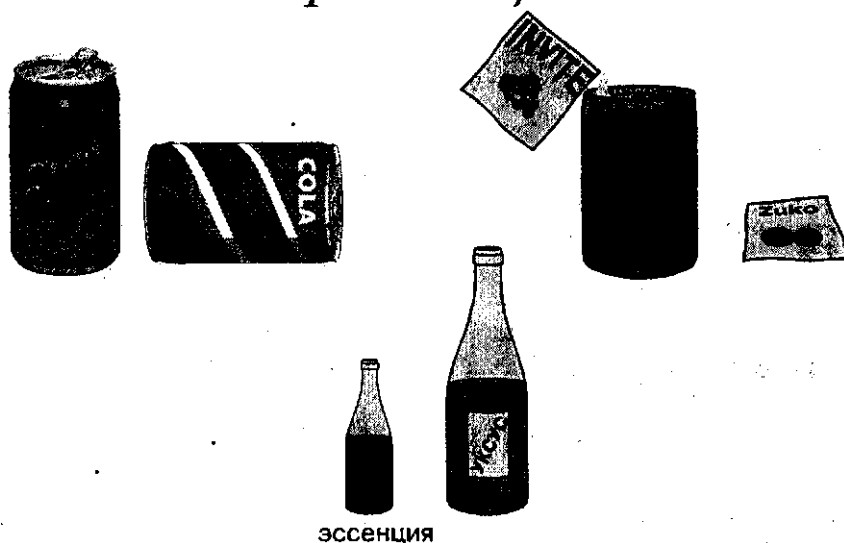


Молекулы взаимодействуют между собой с образованием водородных связей  $(H_2O)_n$

## **ВОДА-РАСТВОРИТЕЛЬ**

*Растворитель - это вещество, растворяющее \* другие вещества.*

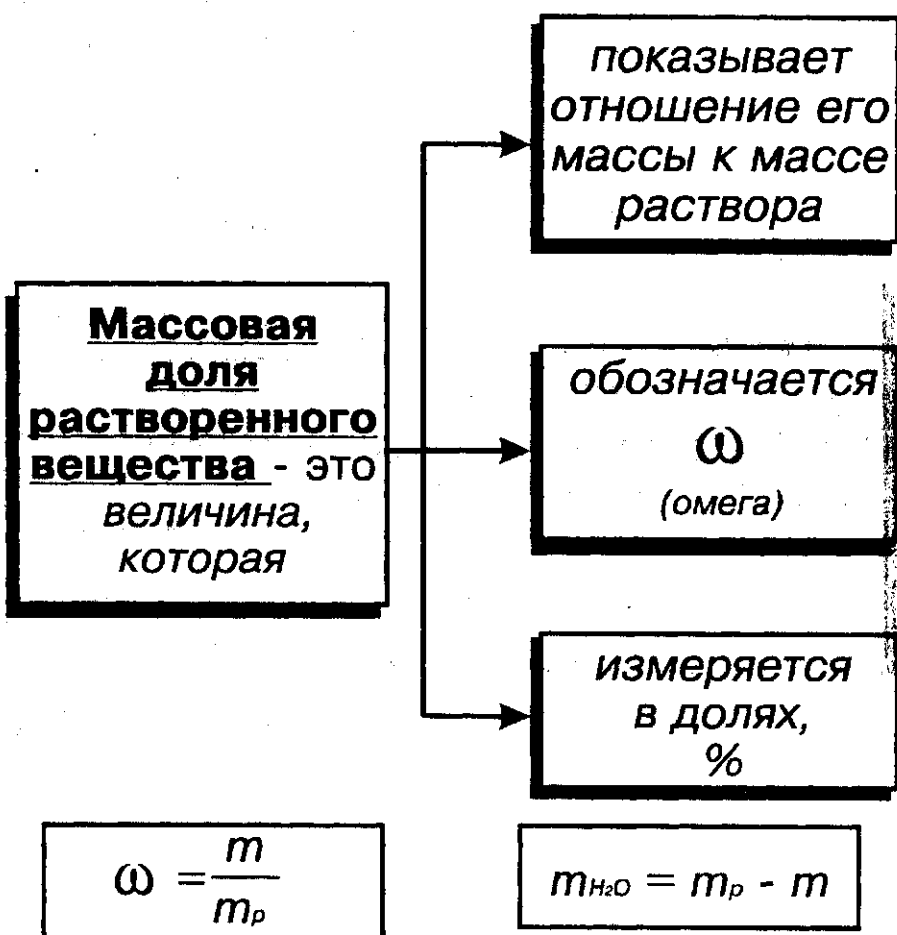
*В воде хорошо растворяются многие газы, жидкие и твердые вещества.*



**Вода - универсальный растворитель.**

*\* Процесс растворения сочетает в себе физический процесс (дробление до молекул) и химическое взаимодействие компонентов.*

## МАССОВАЯ ДОЛЯ РАСТВОРЕННОГО ВЕЩЕСТВА

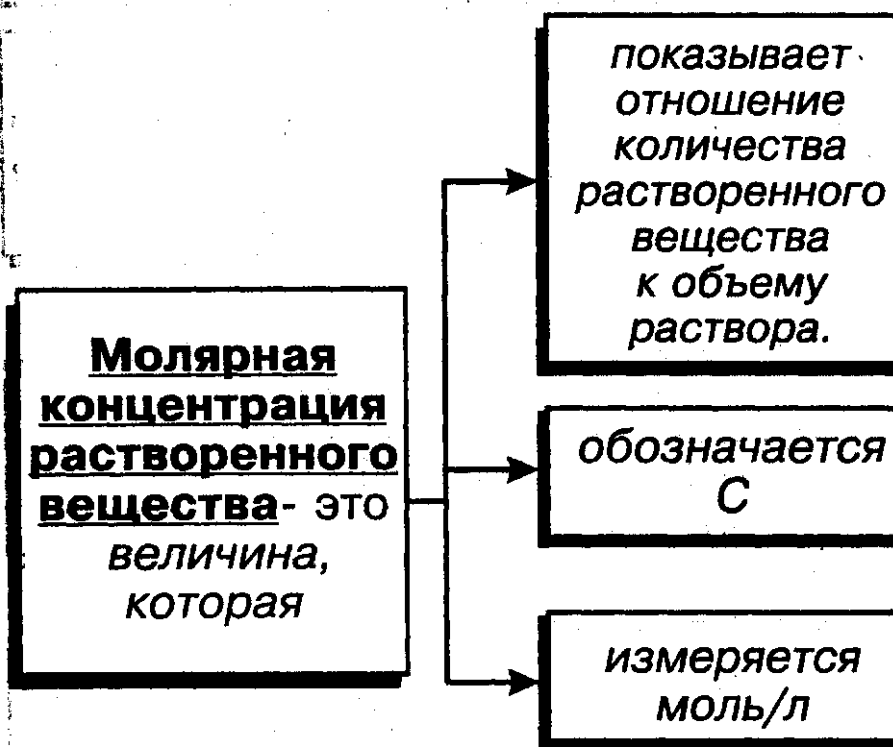


$m$  - масса растворенного вещества

$m_p$  - масса раствора

$m_{\text{H}_2\text{O}}$  - масса воды

## МОЛЯРНАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ РАСТВОРЕННОГО ВЕЩЕСТВА



$$C = \frac{\nu}{V}$$

$\nu$  - количество растворенного вещества (в молях)

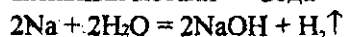
$V$  - объем раствора (в литрах)

## ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОДЫ

### с простыми веществами

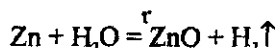
#### 1) с металлами:

активный металл\* + вода = щелочь + водород

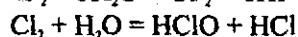
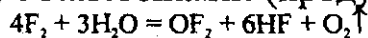


металл средней активности\*\* + вода  $\xrightarrow{\quad}$

оксид металла + водород.



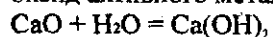
#### 2) с галогенами: (продукты различны)



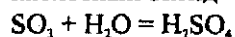
### со сложными веществами

#### 1) с оксидами:

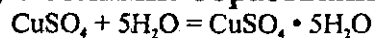
оксид активного металла + вода = щелочь



кислотный оксид + вода = кислота (кроме  $\text{SiO}_2$ )



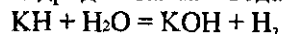
#### 2) с солями: образование кристаллогидратов



бледно-голубой      ярко-синий

#### 3) с гидридами активных металлов:

гидрид металла + вода = щелочь + водород



\* активные металлы - стоящие в ряду напряжений металлов до Mg включительно;

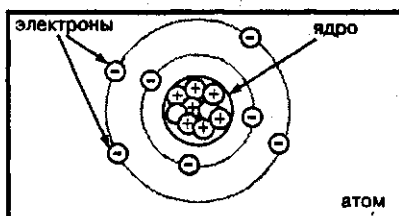
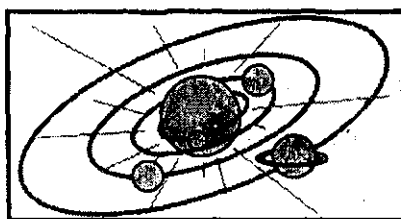
\*\* средней активности металлы - стоящие в ряду напряжений металлов от Mg до Pb.

## **ПЛАНЕТАРНАЯ МОДЕЛЬ АТОМА**

(1911г. Э.Резерфорд; 1913г. Н.Бор)

Открытия конца XIX - начала XXв  
установили:

*атом делим, состоит из ядра и  
движущихся вокруг него электронов.*



### **Ядерная модель Э.Резерфорда:**

1. Атомы химических элементов имеют сложное внутреннее строение;
2. В центре находится положительно заряженное ядро, в котором сосредоточена практически вся масса атома;
3. Вокруг ядра постоянно движутся электроны;
4. В целом атом - электронейтрален.

### **Постулаты Н.Бора:**

1. Электрон вращается вокруг ядра по строго определенным орбитам (в настоящее время постулат опровергнут).
2. Энергия излучается и поглощается при переходе электрона с орбиты на орбиту.

## АТОМНОЕ ЯДРО

(Протонно-нейтронная теория  
Д.Иваненко, Е.Гапон 1932г.)

Ядро атомов имеет сложное строение.  
Ядро состоит из протонов и нейтронов.  
Оно заряжено положительно.

**Протон**

**Нейтрон**

*Элементарная частица, имеющая  
массу приблизительно 1 а.е.м.*

$$1,673 \cdot 10^{-24} \text{ г}$$

$$1,675 \cdot 10^{-24} \text{ г}$$

**Заряд**

+1

0

**Обозначается**

${}^1_1\text{p}; {}^1_1\text{H}$

${}^1_0\text{n}$

Число протонов в ядре атома элемента строго определено (равно порядковому номеру элемента в периодической системе  $Z$ ) Число нейтронов в ядре атома одного и того же элемента может быть различным (равно  $A - Z$ , где  $A$  - относительная атомная масса элемента,  $Z$  - порядковый номер)

Заряд ядра атома определяется зарядом протонов.

Масса ядра атома определяется суммой масс протонов и нейтронов.



## ИЗОТОПЫ

**Изотопы** - это разновидности атомов одного элемента, имеющие одинаковое число протонов и различное число нейтронов (различную массу ядра атома).

"изос" (греч.) - один, "топос" (греч.) - место

Занимающий одно место (клетку) в периодической таблице элементов Д.И.Менделеева.

Обозначение изотопов в природной смеси

углерод - 12      ${}^{12}_6\text{C}$  (6<sup>1</sup>p 6<sup>1</sup>n)     98,892 %

углерод - 13      ${}^{13}_6\text{C}$  (6<sup>1</sup>p 7<sup>1</sup>n)     1,108 %

$$Ar(\text{C}) = 12 \cdot 0,98892 + 13 \cdot 0,01108 = 12,011$$

(совпадает с  $Ar(\text{C})$  в периодической таблице Д.И.Менделеева.)

**Химические свойства изотопов  
практически одинаковы.**

## ЭЛЕКТРОН

*Стони 1891г. Электричество переносится мельчайшими частицами, существующими в атомах всех химических элементов. Он назвал эту частицу "электрон" ("электрон" (греч.) - "янтарь")*

*Через несколько лет Д.Томсон и Ж.Перрен определили, что электроны несут отрицательный заряд.*

*Д.Томсон определил скорость и массу электрона.*

**Электрон** - отрицательно заряженная частица.  
Его заряд численно равен, но противоположен по знаку, заряду протона (-1)  
Масса очень мала, приблизительно равна  $1/1840$  а.е.м. ( $9,109 \cdot 10^{-28}$  г)

обозначается  $\bar{e}$ ,  ${}_{-1}^0 e$

Число электронов в атоме равно числу протонов. (Определяется по порядковому номеру элемента в периодической системе элементов - Z).

*В 1924г. Луи де Бройль установил двойственную природу электрона - волна и частица.*

## ДВИЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОНА В АТОМЕ

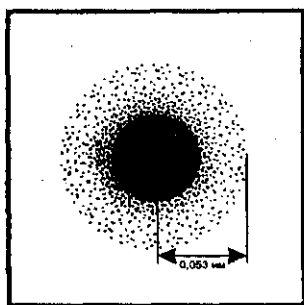
*"Быть может, эти электроны  
Миры, где пять материков,  
Искусства, знания, войны, троны  
И память сорока веков.  
Еще, быть может, каждый атом  
Вселенная, где сто планет;  
Там все, что здесь, в объеме сжатом,  
Но так же то, чего здесь нет."*

(В. Брюсов, 1922г.)

Движение электронов в атоме подчиняется законам квантовой механики. Они не допускают наглядной интерпретации.

С помощью приборов мы можем наблюдать не сам электрон, а результат его взаимодействия с веществом.

Особенности движения электронов в атоме позволяют рассматривать каждый электрон как микрооблако, не имеющее четких внешних границ.



Форма электронного облака в атоме водорода  
(0,053 нм =  $5,3 \cdot 10^{-11}$  м)

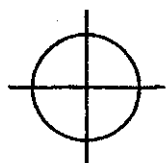
Пространство, в котором движется электрон, называют **орбиталью**.

Вероятность нахождения электрона в орбитали характеризует **электронная плотность**.

## ФОРМЫ ЭЛЕКТРОННЫХ ОРБИТАЛЕЙ

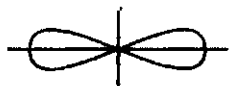
В зависимости от энергии электронные облака отличаются размерами и формой.

*Сферическая s-орбиталь симметрична относительно ядра и не имеет выделенного направления.*



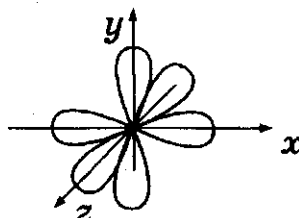
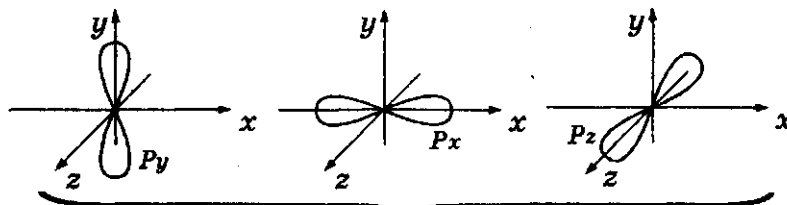
S - орбиталь

*Гантелеобразные p-орбитали расположены под прямым углом друг к другу вдоль 3-х осей координат (x, y, z) - p<sub>x</sub>, p<sub>y</sub>, p<sub>z</sub>.*



P - орбиталь

Электроны, которые находятся на **s-орбиталях**, называют **s-электронами**, на **p-орбиталях** - **p-электронами**.



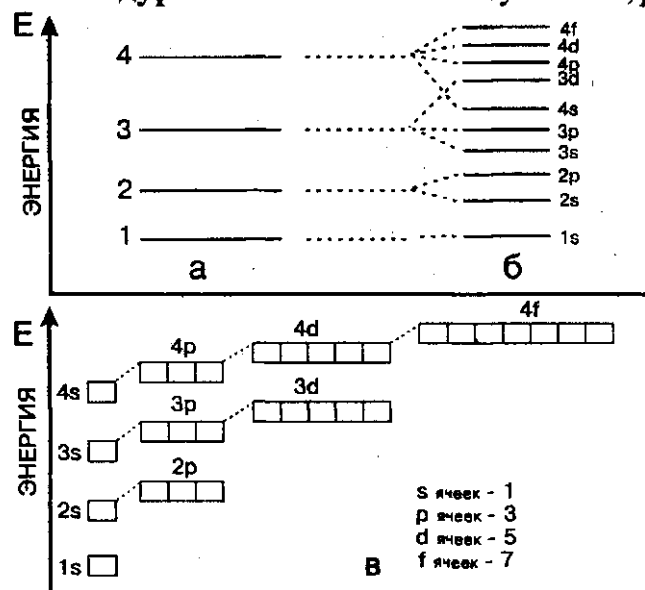
Орбитали более сложных форм обозначаются буквами *d, f*.

## ЭЛЕКТРОННАЯ ОБОЛОЧКА АТОМА

Электронные облака с близкой энергией составляют в атоме электронный слой (энергетический уровень).

*Энергетический уровень характеризует энергию связи электрона с ядром. Обозначается арабскими цифрами (1, 2, 3, 4...)*

Электроны одного и того же энергетического уровня могут различаться значениями энергии, образуя энергетические подуровни. Обозначается буквами s, p, d, f.



Схема, иллюстрирующая энергетические уровни (а), подуровни(б), орбитали(в).

Каждый уровень (кроме s) содержит несколько по разному ориентированных в пространстве орбиталей. На схеме обозначаются в виде квантовых ячеек.



Общее число орбиталей равно  $n^2$   
Общее число электронов слоя  $2n^2$   
(n - номер слоя)

## ЭЛЕКТРОННАЯ ФОРМУЛА

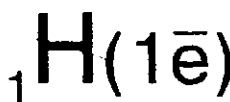
**Электронная формула определяет распределение электронов на орбиталях в атоме.**

**Правило составления:**

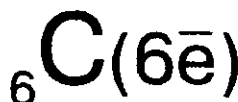
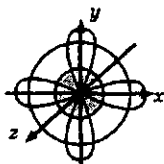
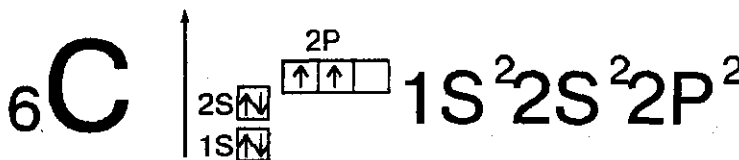
Сначала записывают цифру, соответствующую номеру уровня, затем букву, обозначающую подуровень.

У каждой буквы справа сверху записывают цифру, соответствующую числу электронов на данном подуровне.

**Модель электронной оболочки атома водорода.**

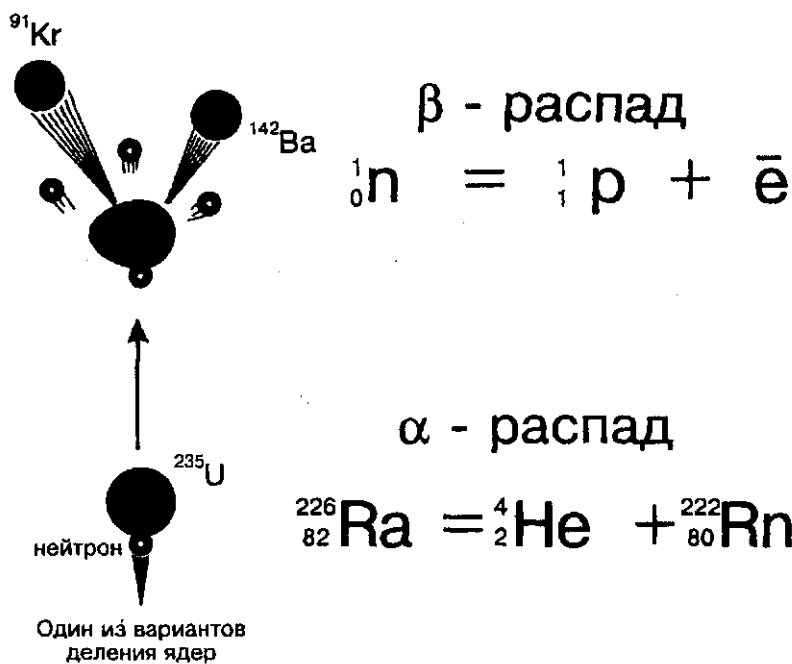


**Модель электронной оболочки атома углерода.**

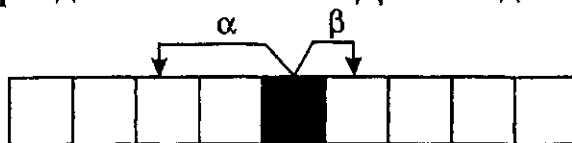


# ЯДЕРНЫЕ РЕАКЦИИ

Ядерные реакции - это превращения атомных ядер в результате их взаимодействия с элементарными частицами.



Если элемент испускает  $\alpha$ -частицу, то его продуктом является элемент, расположенный на 2 клетки левее;  $\beta$ -частицу - на 1 правее (в периодической системе Д.И.Менделеева).



**ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН -  
 ФУНДАМЕНТ ВСЕЙ ХИМИИ.  
 (Д.И. МЕНДЕЛЕЕВ 1 марта 1869 г.)**

Доменделеевские классификации элементов:  
 Мейер объединил сходные по свойствам элементы  
 (естественные семейства).

Ньюлендс обнаружил повторяемость свойств  
 элементов через 7 элементов (закон октав).

Доберейер - выделил триады элементов.

*"Свойства простых тел, а также формы и свойства  
 соединений элементов, находятся в периодической  
 зависимости от величины атомных весов элементов."  
 (Д.И. Менделеев)*

Li	Be	B	C	N	O	F	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	K	Ca
7	9	11	12	14	16	19	23	24	27	28	31	32	35.5	39	40

В основе классификации лежит  
**атомная масса** элементов.

Сходные химические элементы  
 встречаются через определенные  
 интервалы, т.е.  
 повторяются периодически.

Современная формулировка закона:

*"Свойства элементов, а также формы и  
 свойства их соединений, находятся в перио-  
 дической зависимости от величины заряда их  
 атомных ядер."*

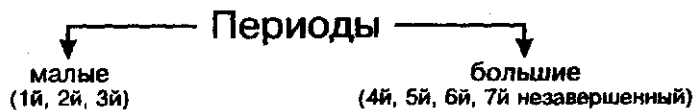


## ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

Период - это горизонтальная последовательность элементов по возрастанию порядкового номера от первого s-элемента ( $n s^1$ ) до шестого p-элемента ( $n s^2 n p^6$ ).

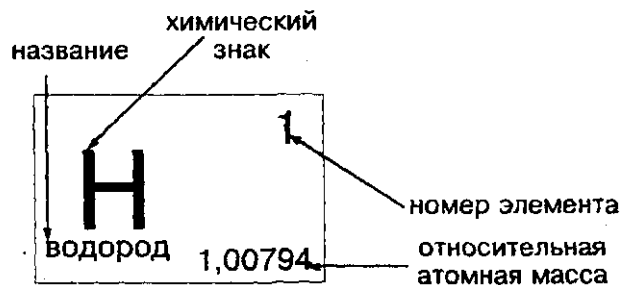
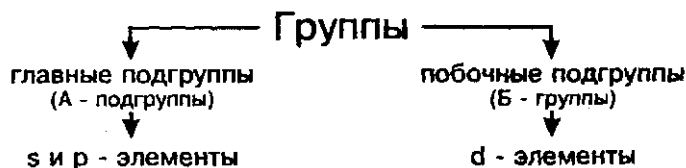
*Каждый период (кроме первого) - это ряд, который начинается щелочным металлом и заканчивается галогеном и инертным газом.*

Период обозначается арабской цифрой (от 1 до 7).



Группа - это вертикальная последовательность элементов по возрастанию порядкового номера, обладающих однотипным электронным строением и являющихся химическими аналогами.

Группа обозначается римской цифрой (от I до VIII).



*Каждому химическому элементу отведено строго определенное место, за каждым закреплен свой порядковый номер.*

**ЧИСЛА ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ  
ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА.**

**I. Z - порядковый номер элемента:**

1) заряд ядра атома элемента



2) число протонов  $p$



3) число электронов  $e$



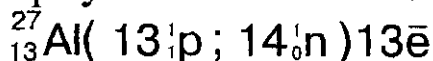
4) число нейтронов

$$n_0^1 = Ar - Z$$

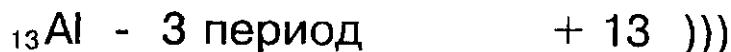
(Ar - относительная  
атомная масса,  
округленная до целого числа).  
Ar (Al) = 26,981 = 27

$$n_0^1 = 27 - 13 = 14 \quad {}_{13}\text{Al} \quad 14n_0^1$$

Формула состава атома

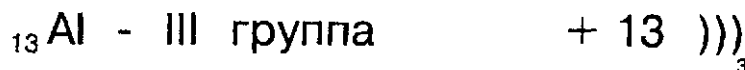


**II. № (номер) периода обозначает число  
энергетических уровней в атоме элемента.**



**III. № группы:**

1) число электронов на последнем слое.

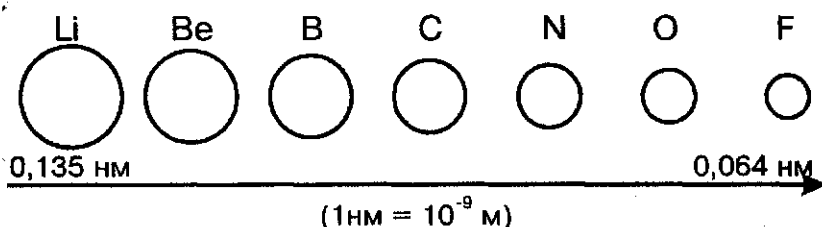


2) высшая валентность элемента в соединениях.



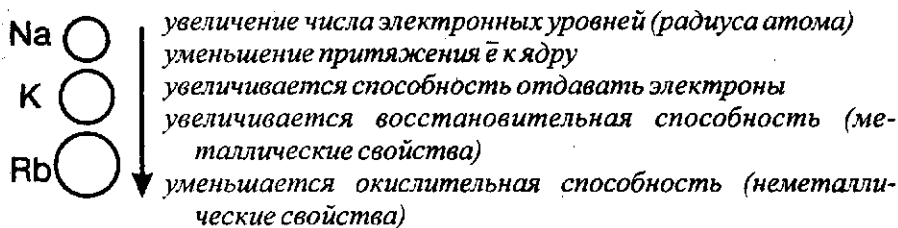
## ИЗМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ЭЛЕМЕНТОВ ПО ОСНОВНЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ СИСТЕМЫ

### горизонтальное направление (слева направо по периоду)



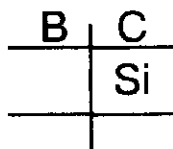
Увеличение заряда ядра (электронная оболочка атомов сжимается), увеличение притяжения  $e^-$  к ядру, увеличение электроотрицательности, восстановительная способность уменьшается, растет окислительная, переход от металлических свойств через амфотерные к типичным неметаллам.

### вертикальное направление (сверху вниз по группе)



### диагональное направление

(из левого верхнего угла  
к нижнему правому) - более короткое,



объединяет  
отчасти сходные  
элементы.

## ЗВЕЗДНОСТЬ ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Пересечение всех 3-х направлений  
приводит к звездности.

(А.Ферсман)

Li	Be	B
Na		Al
K	Ca	Sc

*Под звездностью системы понимается то, что каждый элемент предстает в окружении четырех главных соседей и четырех второстепенных.*

Cr	Mn	Fe
Mo		Ru
W	Re	Os

*Свойства центрального элемента являются средними из свойств элементов, окружающих его.*

*Скажи мне, с кем ты дружбу ведешь (т.е. какими элементами окружен), и я скажу тебе, кто ты.*

Схема звездности  
периодической  
системы

## ПЛАН ХАРАКТЕРИСТИКИ ХИМИЧЕСКОГО ЭЛЕМЕНТА ПО ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

### I. Положение элемента в периодической системе:

- 1) порядковый номер
- 2) период, ряд
- 3) группа, подгруппа
- 4) относительная атомная масса

### II. Строение атома элемента:

- 1) заряд ядра атома
- 2) формула состава атома (количество  ${}^1_1p$  ;  ${}^1_0n$  ;  $\bar{e}$  )
- 3) количество энергетических уровней и размещение на них электронов ( $\bar{e}$ )
- 4) формула электронной конфигурации ( $1S^22S...$ )
- 5) квантовые ячейки
- 6) число  $\bar{e}$  на последнем слое => металл или неметалл

### III. Формулы соединений:

- 1) оксида
- 2) гидроксида (кислоты или основания)
- 3) летучего водородного соединения (для неметаллов)

### IV. Химический характер, его доказательство:

- а) кислотный: кислотный оксид + щелочь = соль + вода  
кислота + основание = соль + вода
- б) основной: основной оксид + кислота = соль + вода  
основание + кислота = соль + вода
- в) амфотерный (а + б)

### V. Сравнение с соседями:

- а) по периоду                      б) по группе  
(металл с неметаллами сравнивать нельзя)

## "УКРЕПИТЕЛИ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ЗАКОНА"

Предсказано Менделеевым для экасилиция (1874г.)	Найдено Винклером для германия (1886г.)
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Относительная атомная масса 72.</li> <li>2. Плотность 5,5.</li> <li>3. Атомный объем 13.</li> <li>4. Формула высшего оксида <math>EsO_2</math>.</li> <li>5. Плотность оксида 4,7.</li> <li>6. Плавиткий металл, улетучивающийся в сильном жару.</li> <li>7. Оксид легко восстанавливается до металла.</li> <li>8. Гидроксид - слабое основание.</li> <li>9. Хлорид формулы <math>EsCl_4</math> - жидкость с Ткип. <math>90^\circ C</math> и уд.вес = 1,9.</li> <li>10. Образует неустойчивое газообразное соединение <math>EsH_4</math>, (<math>T_{пл} 160^\circ C</math>, уд. в. - 0,96), но более стойкое, чем <math>SnH_4</math>.</li> <li>11. Образует металлоорганическое соединение <math>Es(C_2H_5)_4</math>; <math>T_{пл} 160^\circ C</math>, уд. в. 0,96.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Относительная атомная масса 72,6.</li> <li>2. Плотность 5,35.</li> <li>3. Атомный объем 13,4.</li> <li>4. Формула высшего оксида <math>GeO_2</math>.</li> <li>5. Плотность оксида 4,7.</li> <li>6. Плавится при <math>960^\circ C</math>, выше - улетучивается.</li> <li>7. Оксид восстанавливается до металла.</li> <li>8. Основные свойства гидроксида - слабые.</li> <li>9. Хлорид <math>GeCl_4</math> - жидкость, Ткип. <math>86^\circ C</math>, уд.вес = 1,88.</li> <li>10. <math>GeH_4</math> - неустойчивый газ, но более стоек, чем <math>SnH_4</math>.</li> <li>11. Металлоорганическое соединение <math>Ge(C_2H_5)_4</math>; <math>T_{пл} 163,5^\circ C</math>, уд. вес 0,99.</li> </ol>

**Лекок-де-Буабодран** (Франция 1875г.) открыл галлий (№31 Ga) - экаалюминий. "Я думаю, что нет необходимости настаивать на огромном значении подтверждения теоретических выводов г. Менделеева."

**Дарс Нильсон** (Швеция, 1879г.) открыл скандий (№21 Sc) - экабор. "Нет никакого сомнения, что в скандии открыт экабор. Мысли русского химика подтверждаются самым наглядным образом."

**Кг. Винклер** (Германия, 1886г.) открыл германий (№32 Ge) - экасилиций. "Вряд ли может существовать более яркое доказательство учения о периодичности элементов... оно знаменует собой выдающееся расширение химического поля зрения, гигантский шаг в области познания."

## ЭЛЕКТРОННОЕ СТРОЕНИЕ АТОМОВ ЭЛЕМЕНТОВ II ПЕРИОДА И СВОЙСТВА ИХ ВЫСШИХ ОКСИДОВ И ГИДРОКСИДОВ

группы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
химический знак	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
заряд ядра атома	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+9	+10
строение атома	$(+3) \begin{matrix} ) \\ ) \end{matrix}$ <small>2e 1e</small>	$(+4) \begin{matrix} ) \\ ) \end{matrix}$ <small>2e 2e</small>	$(+5) \begin{matrix} ) \\ ) \\ ) \end{matrix}$ <small>2e 3e</small>	$(+6) \begin{matrix} ) \\ ) \\ ) \end{matrix}$ <small>2e 4e</small>	$(+7) \begin{matrix} ) \\ ) \\ ) \end{matrix}$ <small>2e 5e</small>	$(+8) \begin{matrix} ) \\ ) \\ ) \end{matrix}$ <small>2e 6e</small>	$(+9) \begin{matrix} ) \\ ) \\ ) \end{matrix}$ <small>2e 7e</small>	$(+10) \begin{matrix} ) \\ ) \\ ) \end{matrix}$ <small>2e 8e</small>
электронная формула (конфигурация) атома	$1S^2 2S^1$	$1S^2 2S^2$	$1S^2 2S^2 2P^1$	$1S^2 2S^2 2P^2$	$1S^2 2S^2 2P^3$	$1S^2 2S^2 2P^4$	$1S^2 2S^2 2P^5$	$1S^2 2S^2 2P^6$
электронно-графическая структура атома <small>n=2 (ячейки) n=1</small>								
число валентных электронов	1	2	3	4	5	6	7	8
высшая степень окисления	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	—
оксид основной амфотерный кислотный	Li <sub>2</sub> O	BeO	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	—	—
гидроксид основной амфотерный кислотный	LiOH	Be(OH) <sub>2</sub>	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	HNO <sub>3</sub>	—	—	—

## **ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТЬ**

*Свойства атомов данного элемента  
оттягивать на себя электроны  
от атомов других элементов в соединениях  
называют электроотрицательностью.*

### **Ряд электроотрицательности**

Cs K Na Ca Mg Al Si H C P S Br Cl N O F

—————→  
*ЭО возрастает*

*ЭО возрастает в периодах слева направо,  
а в главных подгруппах - снизу вверх.*

**!** *При химических реакциях электроны  
переходят или смещаются к атомам  
элементов, обладающих  
большой электроотрицательностью.* **!**

*При составлении химических формул первым  
записывается элемент с меньшей ЭО.*



**ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТЬ (ЭО)  
НЕКОТОРЫХ ЭЛЕМЕНТОВ\***

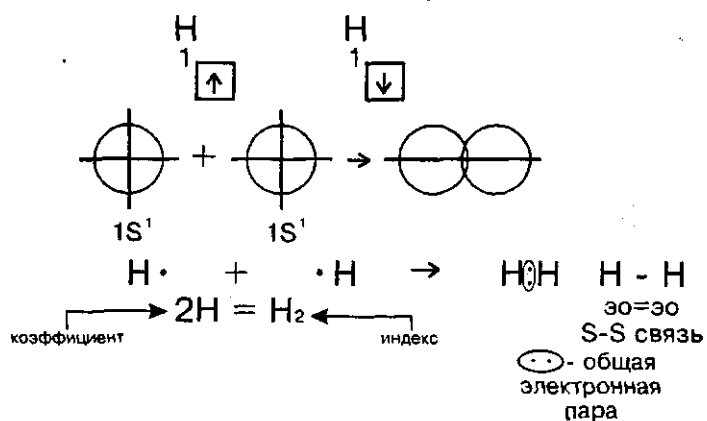
элемент	ЭО	элемент	ЭО
Li	1,0	K	0,8
Be	1,5	Ca	1,0
B	2,0	Sc	1,3
C	2,5	Ge	1,7
N	3,0	As	2,0
O	3,5	Se	2,4
F	4,0	Br	2,8
Na	0,9	Rb	0,8
Mg	1,2	Sr	1,0
Al	1,5	In	1,3
Si	1,8	Sn	1,7
P	2,1	Sb	1,8
S	2,5	Te	2,1
Cl	3,0	I	2,6

\* Электроотрицательность лития принята за 1.  
По этой шкале ЭО водорода равна 2,1

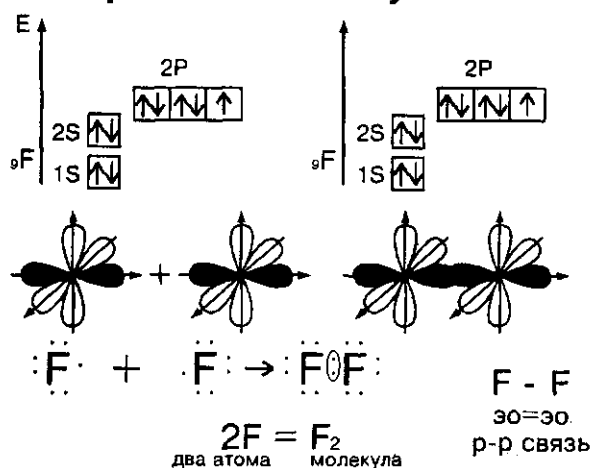
## КОВАЛЕНТНАЯ НЕПОЛЯРНАЯ СВЯЗЬ

*Химическая связь, возникающая в результате образования общих электронных пар, называется ковалентной связью.*

### Образование молекулы H<sub>2</sub>



### Образование молекулы F<sub>2</sub>



*Ковалентную химическую связь, которая образуется между атомами с одинаковой электроотрицательностью, называют ковалентной неполярной связью. (связь между атомами одинаковых неметаллов).*

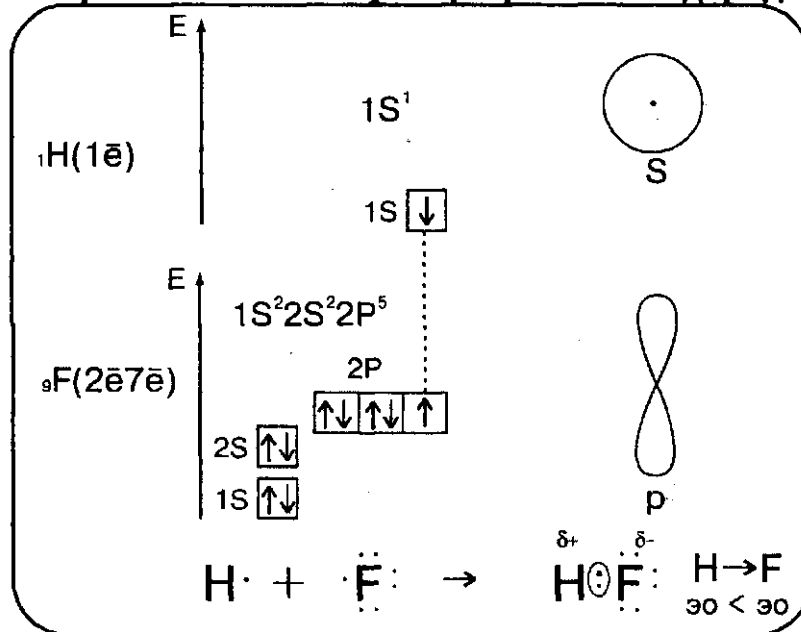
# КОВАЛЕНТНАЯ ПОЛЯРНАЯ СВЯЗЬ

*Химическая связь, образованная атомами, электроотрицательность которых отличается незначительно, называется*

**ковалентной полярной связью.**

*(связь между атомами различных неметаллов).*

## Образование молекулы фтористого водорода



⊙ - общая электронная пара

$\delta^- \delta^+$  - частичные заряды

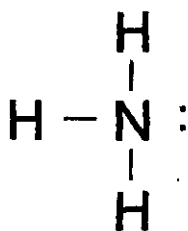


s-p связь  
σ(сигма) - связь

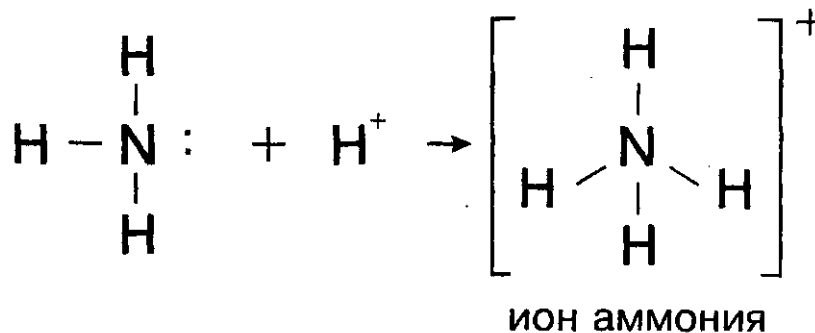
σ связь - это связь по линии, соединяющей ядра атомов.

## ДОНОРНО - АКЦЕПТОРНАЯ (КООРДИНАЦИОННАЯ) СВЯЗЬ

донор - имеет пару  $\bar{e}$



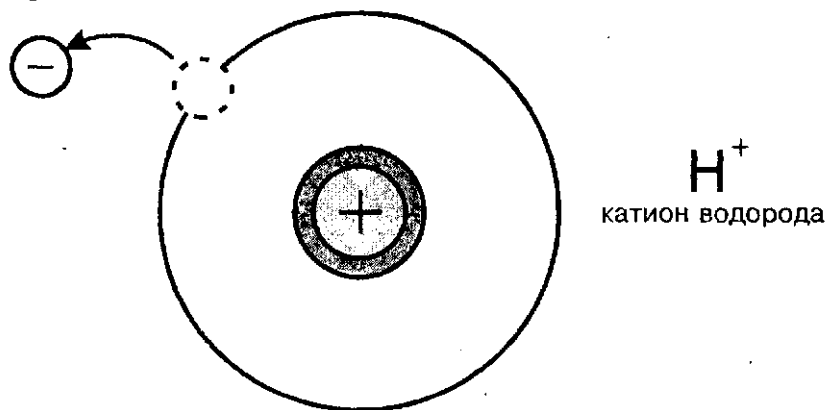
акцептор - свободная орбиталь  $\text{H}^+ \square$



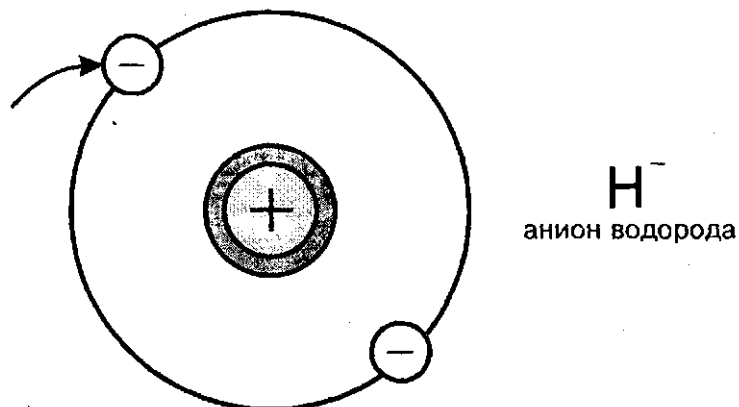
*Донорно - акцепторная связь образуется за счет обобществления электронной пары одного атома.*

# ИОНЫ

*Ионы - это заряженные частицы, которые образуются в результате отрыва или присоединения дополнительных электронов к атому.*



*Положительный ион (катион) несет положительный заряд.*

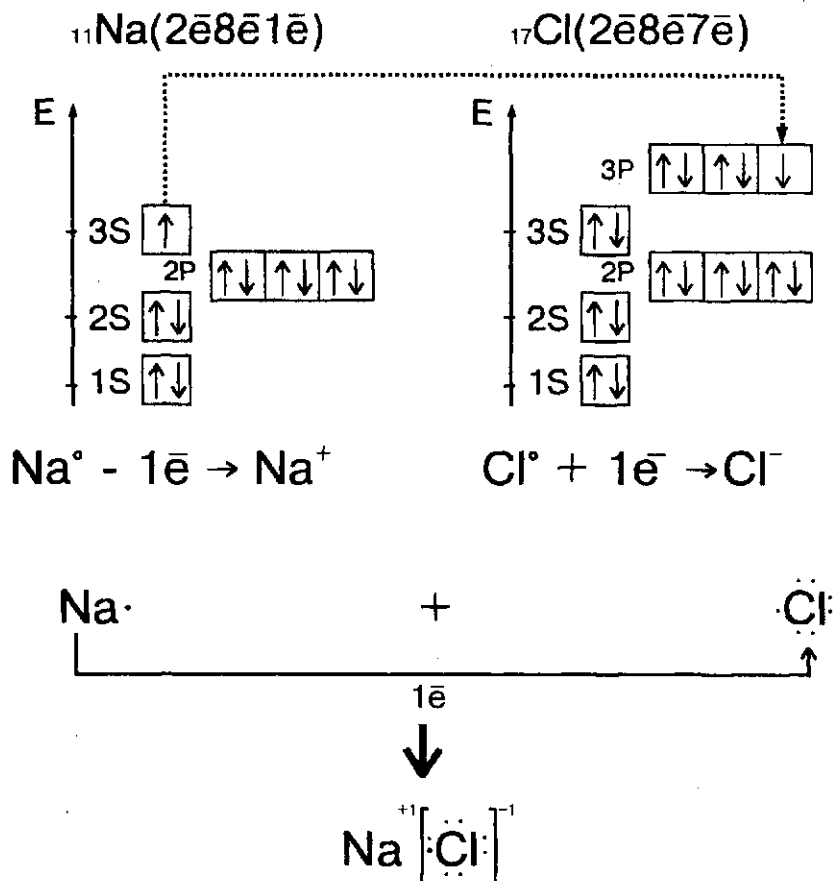


*Отрицательный ион (анион) несет отрицательный заряд.*

## ИОННАЯ СВЯЗЬ

*Химическая связь, возникающая между ионами в результате действия электростатических сил притяжения, называется ионной связью.*

*Образуется при взаимодействии атомов элементов с резко отличающейся электроотрицательностью. (металл - неметалл). При этом происходит передача  $e^-$ .*

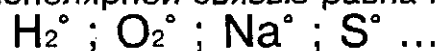


## СТЕПЕНЬ ОКИСЛЕНИЯ

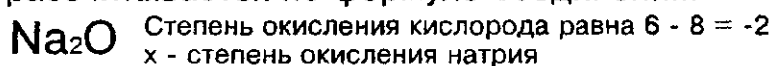
*Степень окисления - это условный заряд атома в молекуле. Значение степени окисления определяется числом электронов, смещенных от атома данного элемента к атому другого элемента. Степень окисления имеет знак "+", если  $\bar{e}$  отданы и знак "-", если  $\bar{e}$  присоединены.*

### Определение степени окисления элемента по формуле:

1. Степень окисления, как у свободных атомов, так и у атомов в соединениях с ковалентной неполярной связью равна нулю.



2. **В бинарных соединениях:** у правого - по формуле  $[\text{N}-8]$ , где N - номер группы в периодической системе элементов. Степень окисления второго элемента рассчитывается по формуле соединения.



$$(-2) \cdot 1 + x \cdot 2 = 0 \quad x = +1 \quad \text{Na}_2\text{O}^{+1 -2}$$

3. **В сложных веществах** ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )<sup>+1 +6 -2</sup>:

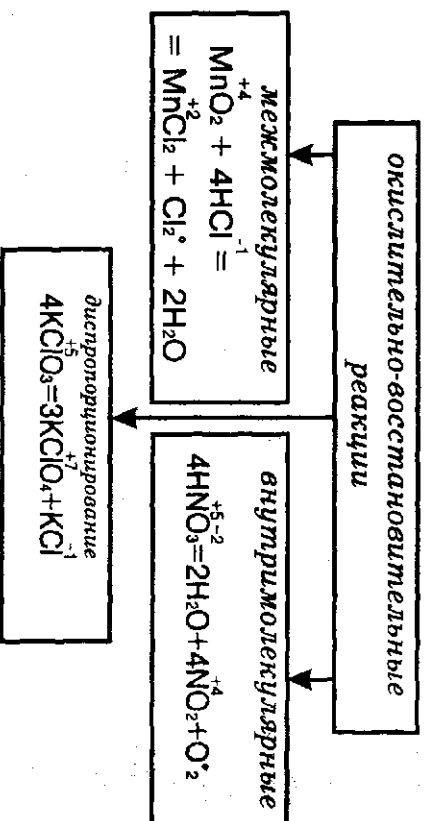
Степень окисления водорода равна +1;  
кислорода -2, серы - x

$$(+1) \cdot 2 + x \cdot 1 + (-2) \cdot 4 = 0 \quad x = +6$$

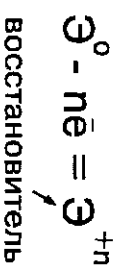
*В соединениях сумма значений степеней окисления равна нулю.*

## ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ

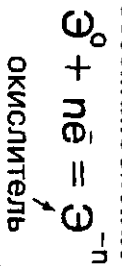
Реакции, идущие с изменением степени окисления атомов, входящих в состав реагирующих веществ, называются окислительно-восстановительными.



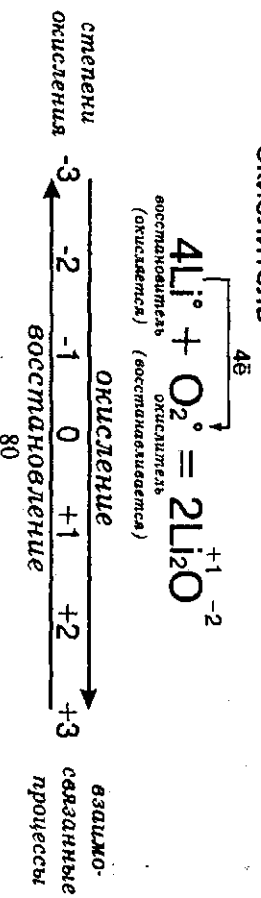
**Процесс отдачи электронов называется окислением,**



**Процесс присоединения электронов называется восстановлением**



Атомы или ионы, которые в данной реакции присоединяют электроны, являются окислителями, а которые отдают электроны - восстановителями.





**СОСТАВЛЕНИЕ УРАВНЕНИЙ ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РЕАКЦИЙ (МЕТОД ЭЛЕКТРОННОГО БАЛАНСА)**

Алгоритм составления уравнения	Пример
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Записать схему реакции</li> <li>2. Определить степень окисления атомов до и после реакции.</li> <li>3. Подчеркнуть знаки химических элементов, которые меняют степень окисления.</li> <li>4. Составить электронные уравнения (показать процесс отдачи и присоединения электронов)</li> <li>5. Сбалансировать заряды</li> <li>6. Определить коэффициенты при окислителе и восстановителе</li> <li>7. Подписать: процессы окисления - восстановления; окислитель - восстановитель.</li> <li>8. Составить окончательное уравнение.</li> </ol>	<p align="center"> <math display="block">\text{Li} + \text{O}_2 \Rightarrow \text{Li}_2\text{O}</math> <math display="block">\underline{\text{Li}}^{\circ} + \underline{\text{O}_2}^{\circ} \Rightarrow \underline{\text{Li}_2\text{O}}^{\overset{+1}{-2}}</math> </p> <p> <span style="display: inline-block; vertical-align: middle; text-align: right;">восстановитель</span> <math display="block">\text{Li}^{\circ} - 1\bar{e} \Rightarrow \text{Li}^{+1} \quad \left  \begin{array}{l} 4 \\ \text{процесс} \\ \text{окисления} \end{array} \right.</math> </p> <p> <span style="display: inline-block; vertical-align: middle; text-align: right;">окислитель</span> <math display="block">\text{O}_2^{\circ} + 4\bar{e} \Rightarrow 2\text{O}^{-2} \quad \left  \begin{array}{l} 1 \\ \text{процесс} \\ \text{восстановления} \end{array} \right.</math> </p> <p align="center"> <math display="block">4\text{Li}^{\circ} + \text{O}_2^{\circ} = 2\text{Li}_2\text{O}^{\overset{+1}{-2}} \quad \text{ОВР}</math> </p>

# ХИМИЧЕСКИЕ УЛЫБКИ

## *Фенолфталеин*

*Попасть в кислоту для него - неудача.  
Но он перетерпит без вздохов, без плача.  
Зато в щелочах у фенолфталеина  
Начнется не жизнь, а сплошная малина.*

## *Метиленовый синий*

*От щелочи я желт, как в лихорадке,  
Краснею от кислот, как от стыда.  
Но я бросаюсь в воду без оглядки,  
Да здравствует нейтральная среда.*

## *Лакмус нейтральный*

*В воде фиолетовым я становлюсь,  
А в щелочь попасть я очень боюсь,  
С испуга все время синерю здесь я,  
Краснеет в кислотах рубашка моя.*

## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ И ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

Величина		Единицы измерения		Примеры записи
Название	Обозначение	Название	Обозначение	
Масса вещества	$m$	килограмм	кг	$m(\text{Fe}) = 56 \text{ кг}$
Абсолютная масса атома	$m_a$	килограмм; атомная единица массы	кг; а.е.м.	$m_a(\text{O}) = 26,56 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$ $m_a(\text{O}) = 16 \text{ а.е.м.}$
Относительная атомная масса	$A_r$	безразмерная	—	$A_r(\text{O}) = 16$
Относительная молекулярная масса	$M_r$	безразмерная	—	$M_r(\text{O}_2) = 32$
Число частиц	$N$	безразмерная	—	$N(\text{H}_2\text{O}) = 3 \cdot 10^{25}$
Число Авогадро	$N_A$	моль в минус первой степени	моль <sup>-1</sup> (1/моль)	$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Количество вещества	$\nu, (n)$	моль	моль	$\nu(\text{H}_2\text{O}) = 2 \text{ моль}$

Величина		Единицы измерения		Примеры записи
Название	Обозначение	Название	Обозначение	
Молярная масса	$M$	килограмм на моль (грамм на моль)	кг/моль; г/моль	$M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \cdot 10^3 \text{ кг/моль}$ $M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ г/моль}$
Объём	$V$	кубический метр; литр	$\text{м}^3$ ; л	$V(\text{O}_2) = 0,1 \text{ м}^3$ $V(\text{O}_2) = 100 \text{ л}$
Молярный объём	$V_m$	кубический метр на моль; литр на моль	$\text{м}^3/\text{моль}$ ; л/моль	$V_m(\text{H}_2) = 22,4 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{моль}$ $V_m(\text{H}_2) = 22,4 \text{ л/моль}$
Плотность вещества	$\rho$	килограмм на кубический метр (грамм на куб.см); грамм на литр	кг/м <sup>3</sup> ; г/см <sup>3</sup> ; г/л (для газов)	$\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1000 \text{ кг/м}^3$ $\rho(\text{H}_2\text{O}) = 1 \text{ г/см}^3$ $\rho(\text{O}_2) = 1,43 \text{ г/л}$
Относительная плотность газов	$D$	безразмерная	—	$D_{\text{H}_2} = 2$ (по водороду)
Массовая доля элемента в веществе; вещества в смеси	$\omega$	безразмерная	—	$\omega(\text{H}) = 0,11$ или 11% в $\text{H}_2\text{O}$ $\omega(\text{NaCl}) = 0,1$ или 10% в растворе

Величина		Единицы измерения		Примеры записи
Название	Обозначение	Название	Обозначение	
Молярная концентрация	$C$	моль на куб. метр; моль на литр	моль/м <sup>3</sup> ; моль/л	$C(\text{HCl}) = 2 \text{ моль/м}^3$ $C(\text{HCl}) = 2 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л}$
Температура	$T$ $t^\circ$ $t^\circ\text{F}$	кельвин; градус Цельсия; градус Фаренгейта	$K$ $^\circ\text{C}$ $^\circ\text{F}$	$T = 273,16 \text{ K}$ $t^\circ = 20^\circ\text{C}$ $t^\circ\text{F} = 100^\circ\text{F}$
Давление	$p$	Паскаль; атмосфера	Па; атм	$1 \text{ атм} = 101325 \text{ Па}$
Количество теплоты	$Q$	Джоуль	Дж	$Q = 315 \text{ Дж}$

**РЯД ЭЛЕКТРООТРИЦАТЕЛЬНОСТИ**

МЕТАЛЛЫ Si H C P S Br Cl N O F

*Электроотрицательность увеличивается*

**ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ  
РЯД НАПРЯЖЕНИЙ  
МЕТАЛЛОВ**

K Ca Na Mg Al Zn Fe Ni Sn Pb H Cu Hg Ag Pt Au

Названия химических элементов с порядковыми номерами 104-109 рекомендованы Комиссией ИЮПАК по неорганической номенклатуре в августе 1994г.

		ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА										VII (H)		VIII		IX		X		XI		XII																																																																																						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103						
H 1,00794 ВОДОРОД	He 4,002602 ГЕЛИЙ	Li 6,941 ЛИТИЙ	Be 9,012182 БЕРИЛЛИЙ	B 10,811 БОР	C 12,011 УГЛЕРОД	N 14,00674 АЗОТ	O 15,9994 КИСЛОРОД	F 18,9984032 ФТОР	Ne 20,1797 НЕОН	Na 22,989768 НАТРИЙ	Mg 24,3050 МАГНИЙ	Al 26,981539 АЛЮМИНИЙ	Si 28,0855 КРЕМНИЙ	P 30,973762 ФОСФОР	S 32,056 СЕРА	Cl 35,4527 ХЛОР	Ar 39,948 АРГОН	K 39,0983 КАЛИЙ	Ca 40,078 КАЛЬЦИЙ	Sc 44,955910 СКАНДИЙ	Ti 47,88 ТИТАН	V 50,9415 ВАНАДИЙ	Cr 51,9961 ХРОМ	Mn 54,93805 МАРГАНЕЦ	Fe 55,847 ЖЕЛЕЗО	Co 58,93320 КОБАЛЬТ	Ni 58,69 НИКЕЛЬ	Cu 63,546 МЕДЬ	Zn 65,39 ЦИНК	Ga 69,723 ГАЛЛИЙ	Ge 72,61 ГЕРМАНИЙ	As 74,92159 Мышьёк	Se 78,96 СЕЛЕН	Br 79,904 БРОМ	Kr 83,80 КРИПТОН	Rb 85,4678 РУБИДИЙ	Sr 87,62 СТРОНЦИЙ	Y 88,90585 ИТРИЙ	Zr 91,224 ЦИРКОНИЙ	Nb 92,90638 НИОБИЙ	Mo 95,94 МОЛИБДЕН	Tc 97,9072 ТЕХНЕЦИЙ	Ru 101,07 РУТЕНИЙ	Rh 102,90550 РОДИЙ	Pd 106,42 ПАЛЛАДИЙ	Ag 107,8682 СЕРЕБРО	Cd 112,411 КАДМИЙ	In 114,82 ИНДИЙ	Sn 118,710 ОЛОВО	Sb 121,75 СУРЬМА	Te 127,60 ТЕЛЛУР	I 126,90447 ИОД	Xe 131,29 КСЕНОН	Cs 132,90545 ЦЕЗИЙ	Ba 137,327 БАРИЙ	La* 138,91 ЛАНТАН	Hf 178,49 ГАФНИЙ	Ta 180,9479 ТАНТАЛ	W 183,85 ВОЛЬФРАМ	Re 186,207 РЕНИЙ	Os 190,2 ОСМИЙ	Ir 192,22 ИРИДИЙ	Pt 195,08 ПЛАТИНА	Au 196,96654 ЗОЛОТО	Hg 200,59 РТУТЬ	Tl 204,3853 ТАЛЛИЙ	Pb 207,2 СВИНЕЦ	Bi 208,98037 ВИСМУТ	Po 208,9824 ПОЛОНИЙ	At 209,9871 АСТАТ	Rn 222,0176 РАДОН	Fr 223,0187 ФРАНЦИЙ	Ra 226,0254 РАДИЙ	Ac** 227,0278 АКТИНИЙ	Db 261,11 ДУБИНИЙ	Jl 262,114 ЖОЛИОТИЙ	Rf 263,116 РЕЗЕРФОРДИЙ	Bh 262,12 БОРИЙ	Hn [265] ГАННИЙ	Mt [266] МЕЙТНЕРИЙ	Ce 140,115 ЦЕРИЙ	Pr 140,90765 ПРАЗЕДИЙ	Nd 144,24 НЕОДИМ	Pm 144,9127 ПРОМЕТИЙ	Sm 150,36 САМАРИЙ	Eu 151,965 ЕВРОПИЙ	Gd 157,25 ГАДОЛИНИЙ	Tb 158,92534 ТЕРБИЙ	Dy 162,50 ДИСПРОЗИЙ	Ho 164,93032 ГОЛЬМИЙ	Er 167,26 ЭРБИЙ	Tm 168,93421 ТУЛИЙ	Yb 173,04 ИТТЕРБИЙ	Lu 174,967 ЛОТЕЦИЙ	Th 232,0381 ТОРИЙ	Pa 231,03688 ПРОТАКТИНИЙ	U 238,02891 УРАН	Np 237,04817 НЕПУТНИЙ	Pu 244,0642 ПУТОНИЙ	Am 243,0614 АМЕРИЦИЙ	Cm 247,07127 КУРИЙ	Bk 247,07127 БЕРКЛИЙ	Cf 252,08329 КАЛИФОРНИЙ	Es 252,08329 ЭЙНШТЕЙНИЙ	Fm 257,09511 ФЕРМИЙ	Md 258,10 МЕНДЕЛЕВИЙ	No 259,1089 НОБЕЛИЙ	Lr 260,105 ЛОУРЕНСИЙ



Периодический закон  
открыт  
Д.И. МЕНДЕЛЕЕВЫМ  
в 1869 ГОДУ

Относительные  
атомные массы приведены  
по международной таблице  
1985 года

\* ЛАНТАНОИДЫ

\*\* АКТИНОИДЫ

**ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА  
(ДЛИННАЯ ФОРМА)**

88

Периоды	Группы элементов																																		
	IA	IIA	IIIB	Семейства							IVB	VB	VIB	VIIIB	VIIIB	IB	IIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA												
1	(H)																				1	2													
2	3	4																			5	6	7	8	9	10									
	Li	Be																			B	C	N	O	F	Ne									
3	11	12																			13	14	15	16	17	18									
	Na	Mg																			Al	Si	P	S	Cl	Ar									
4	19	20	21																		22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	K	Ca	Sc																		Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	37	38	39																		40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
	Rb	Sr	Y																		Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86			
	Cs	Ba	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn			
7	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118			
	Fr	Ra	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	Ku																	
	s <sup>1</sup>	s <sup>2</sup>	d <sup>1</sup>	f <sup>1</sup>	f <sup>2</sup>	f <sup>3</sup>	f <sup>4</sup>	f <sup>5</sup>	f <sup>6</sup>	f <sup>7</sup>	f <sup>7</sup> d <sup>1</sup>	f <sup>7</sup>	f <sup>8</sup>	f <sup>9</sup>	f <sup>10</sup>	f <sup>11</sup>	f <sup>12</sup>	f <sup>12</sup> d <sup>1</sup>	f <sup>12</sup>	d <sup>2</sup>	d <sup>3</sup>	d <sup>4</sup>	d <sup>5</sup>	d <sup>6</sup>	d <sup>7</sup>	d <sup>8</sup>	d <sup>9</sup>	d <sup>10</sup>	p <sup>1</sup>	p <sup>2</sup>	p <sup>3</sup>	p <sup>4</sup>	p <sup>5</sup>	p <sup>6</sup>	
	s	d	f														d	p																	



**ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА  
(ПОЛУДЛИННАЯ ФОРМА)**

68

Ia																		VIIa		
1																		2		
H																		He		
IIa												IIIa					IVa	Va	VIa	VIIa
3	4											5	6	7	8	9	10			
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne			
11	12											13	14	15	16	17	18			
Na	Mg	IIIb	IVb	Vb	VIb	VIIb	VIIIb		IXb	Xb	Al	Si	P	S	Cl	Ar				
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36			
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr			
87	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54			
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe			
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86			
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn			
87	88	89	104	105	106	107	108	109	110											
Fr	Ra	Ac	Ku	Ns																
Лантаноиды		58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71					
		Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu					
Актиноиды		90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103					
		Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr					

**ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА  
(ЛЕСТНИЧНАЯ ФОРМА)**

06

1		2																																																													
H		He																																																													
3		4		5		6		7		8		9		10																																																	
Li		Be		B		C		N		O		F		Ne																																																	
11		12		13		14		15		16		17		18																																																	
Na		Mg		Al		Si		P		S		Cl		Ar																																																	
19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31		32		33		34		35		36																													
K		Ca		Sc		Ti		V		Cr		Mn		Fe		Co		Ni		Cu		Zn		Ga		Ge		As		Se		Br		Kr																													
37		38		39		40		41		42		43		44		45		46		47		48		49		50		51		52		53		54																													
Rb		Sr		Y		Zr		Nb		Mo		Tc		Ru		Rh		Pd		Ag		Cd		In		Sn		Sb		Te		I		Xe																													
55		56		57		58		59		60		61		62		63		64		65		66		67		68		69		70		71		72		73		74		75		76		77		78		79		80		81		82		83		84		85		86	
Cs		Ba		La		Ce		Pr		Nd		Pm		Sm		Eu		Gd		Tb		Dy		Ho		Er		Tm		Yb		Lu		Hf		Ta		W		Re		Os		Ir		Pt		Au		Hg		Tl		Pb		Bi		Po		At		Rn	
87		88		89		90		91		92		93		94		95		96		97		98		99		100		101		102		103		104		105		106		107		108		109		110																	
Fr		Ra		Ac		Th		Pa		U		Np		Pu		Am		Cm		Bk		Cf		Es		Fm		Md		No		Lr		Ku		Ns																											

## РАСТВОРИМОСТЬ СОЛЕЙ, КИСЛОТ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

Катион \ анион	H <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ag <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Hg <sup>2+</sup>	Pb <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>
OH <sup>-</sup>		Р	Р	Р	—	Р	М	М	Н	Н	—	М	Н	Н	Н
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р
Cl <sup>-</sup>	Р	Р	Р	Р	Н	Р	Р	Р	Р	Р	Р	М	Р	Р	Р
S <sup>2-</sup>	Р	Р	Р	Р	Н	Р	—	—	Н	Н	Н	Н	Н	Н	—
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Р	Р	Р	Р	М	М	М	Р	М	—	—	Н	М	—	—
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Р	Р	Р	Р	М	Н	М	Р	Р	Р	—	М	Р	Р	Р
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Р	Р	Р	Р	М	Н	Н	М	М	—	Н	Н	Н	—	—
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	Н	—	Р	Р	Н	Н	Н	Н	Н	—	—	Н	Н	—	—
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Р	—	Р	Р	Н	Н	Н	М	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р

**Р** - растворимые  
(больше 1 г в  
100 г воды)

**М** - малорастворимые  
(от 0,001 г до 1 г  
в 100 г воды)

**Н** - нерастворимые  
(меньше 0,001 г  
в 100 г воды)

**—** - разлагаются водой  
или не существуют

## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

Р	- растворимо (больше 1 г в 100 г воды)
М	- малорастворимо (от 0,001 до 1 г в 100 г воды)
Н	- нерастворимо (меньше 0,001 г в 100 г воды)
↑	- газ
↓	- осадок
Ц	- цвет
И	- без цвета
В	- вкус
В	- без вкуса
З	- запах
З	- без запаха
Met (Me)	- металл
R	- радикал
max	- максимальный
Σ	- математический знак суммы
T°(t°)	- температура
p	- давление
ρ	- плотность

## Литература

1. Ахметов Н.С., Кузнецова Л.Н. Неорганическая химия 7 – М.: "Просвещение", 1983г.
2. Ахметов Н.С. Неорганическая химия – ч. 1,2. – М.: "Просвещение", 1990г.
3. Бердонос С.С. Введение в неорганическую химию. – М.: "МИРОС", 1995г.
4. Глинка Н.Л. Общая химия. – Л.: "Химия", 1984г.
5. Гроссе Э., Вайсмантель Х. Химия для любознательных. – Л.: "Химия", 1987г.
6. Гуревич А.Е., Исаев Д.А., Понтак Л.С. Физика и химия 5-6 класс – М.: "Просвещение", 1994г.
7. Гузей Л.С., Сорокин В.В., Суворцева Р.П. Химия 8 класс – М.: "Дрофа", 1995г.
8. Кемпбел Дж. Современная общая химия – Т.1-3 – М.: "Мир", 1975г.
9. Колтун М. Мир химии – М.: "Детская литература", 1988г.
10. Кузменко Н.Е., Чуранов С.С. Общая неорганическая химия – М.: "МГУ", 1977г.
11. Лидин Р.А., Молочко В.А. Химия для абитуриентов – М.: "Химия" 1994 г.
12. Линсон И.А. Почему и как идут химические реакции – М.: "Мир", 1995г.
13. Манолов К. Великие химики ч.1,2 – М.: "Мир", 1985г.
14. Мартыненко Б.В. Кислоты и основания – М.: "Просвещение", 1988г.
15. Неорганическая химия. Энциклопедия школьника – М.: "Советская энциклопедия", 1985г.
16. Сатбалдина С.Т., Лидин Р.А. Химия 8 класс – М.: "Просвещение", 1993г.
17. Стахеев А.Ю. Вся химия в 50-ти таблицах – М.: "МИРОС", 1993г.
18. Соловьев Ю.И., Трифонов Д.Н., Шамин А.Н. История химии – М.: "Просвещение", 1984г.
19. Хомченко Г.П. Химия для поступающих в ВУЗы – М.: "Высшая школа", 1985г.

# Содержание

<b>1. ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ</b>	
1.1 Вещество. Свойства веществ .....	3
1.2 Молекулы и атомы. Атомно-молекулярное учение .....	4
1.3 Чистые вещества и смеси. Способы разделения смесей .....	5
1.4 Физические и химические явления.....	6
1.5 Химический элемент.....	7
1.6 Химические символы (Знаки химических элементов) .....	8
1.7 Знакомство с символами и названиями элементов .....	9
1.8 Простые и сложные вещества. Аллотропия.....	10
1.9 Химические формулы.....	11
<b>2. КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ОТНОШЕНИЯ В ХИМИИ</b>	
2.1 Относительная атомная масса.....	12
2.2 Относительная молекулярная масса.....	13
2.3 Закон постоянства состава.....	14
2.4 Массовые отношения.....	15
2.5 Массовая доля элемента .....	16
2.6 Вывод химической формулы вещества по известной мас- совой доле.....	17
2.7 Валентность .....	18
2.8 Составление химических формул бинарных соединений (по валентности элементов) .....	19
2.9 Химическое уравнение.....	20
2.10 Химические уравнения (Алгоритм составления химическо- го уравнения).....	21
2.11 Закон сохранения массы веществ .....	22
2.12 Типы химических реакций.....	23
2.13 Количество вещества. Моль .....	24
2.14 Число Авогадро.....	25
2.15 Молярная масса.....	26
2.16 Молярный объем. Закон Авогадро.....	27
2.17 Относительная плотность газов.....	28
2.18 Решение задач по химическим уравнениям .....	29
2.19 Тепловой эффект химической реакции.....	30
<b>3. КИСЛОРОД</b>	
3.1 Кислород.....	31
3.2 Кислород. Химические свойства.....	32
3.3 Озон. (Аллотропная модификация кислорода) .....	33
3.4 Воздух.....	34

<b>ВОДОРОД</b>	
4.1 Водород .....	35
4.2 Водород. Химические свойства .....	36
<b>ОСНОВНЫЕ КЛАССЫ НЕОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ</b>	
5.1 Оксиды .....	37
5.2 Оксиды. Химические свойства .....	38
5.3 Названия некоторых оксидов .....	39
5.4 Кислоты. Классификация .....	40
5.5 Названия кислот и солей .....	41
5.6 Кислоты. Химические свойства .....	42
5.7 Основания .....	43
5.8 Основания. Химические свойства .....	44
5.9 Соли .....	45
5.10 Соли. Химические свойства .....	46
5.11 Генетическая связь. (Связь между различными классами соединений) .....	47
<b>ВОДА. ВОДНЫЕ РАСТВОРЫ</b>	
6.1 Вода .....	48
6.2 Аномалии воды .....	49
6.3 Вода-растворитель .....	50
6.4 Массовая доля растворенного вещества .....	51
6.5 Молярная концентрация растворенного вещества .....	52
6.6 Химические свойства воды .....	53
<b>СТРОЕНИЕ АТОМА</b>	
7.1 Планетарная модель атома .....	54
7.2 Атомное ядро .....	55
7.3 Изотопы .....	56
7.4 Электрон .....	57
7.5 Движение электрона в атоме .....	58
7.6 Формы электронных орбиталей .....	59
7.7 Электронная оболочка атома .....	60
7.8 Электронная формула .....	61
7.9 Ядерные реакции .....	62
<b>ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН И ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА</b>	
8.1 Периодический закон - фундамент всей химии .....	63
8.2 Периодическая система химических элементов Д.И.Менделеева .....	64
8.3 Числа периодической системы химических элементов Д.И.Менделеева .....	65

8.4	Изменение свойств элементов по основным направлениям системы .....	66
8.5	Звездность периодической системы .....	67
8.6	План характеристики химических элементов по периодической системе химических элементов Д.И.Менделеева .....	68
8.7	«Укрепители периодического закона» .....	69
8.8	Электронное строение атомов элементов II периода и свойства их высших оксидов и гидроксидов .....	70
<b>9. ВИДЫ ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ</b>		
9.1	Электроотрицательность .....	71
9.2	Электроотрицательность некоторых элементов .....	72
9.3	Ковалентная неполярная связь .....	73
9.4	Ковалентная полярная связь .....	74
9.5	Донорно-акцепторная (координационная) связь .....	75
9.6	Ионы .....	76
9.7	Ионная связь .....	77
9.8	Степень окисления .....	78
9.9	Окислительно-восстановительные реакции .....	79
9.10	Составление уравнений окислительно-восстановительных реакций (метод электронного балланса) .....	80
<b>10. ПРИЛОЖЕНИЕ</b>		
10.1	Химические улыбки .....	81
10.2	Физические величины. Единицы измерения .....	82
10.3	Физические величины. Единицы измерения .....	83
10.4	Физические величины. Единицы измерения .....	84
10.5	Ряд электроотрицательности. Электрохимический ряд напряжений металлов .....	85
10.6	Периодическая система химических элементов Д.И.Менделеева (короткая форма) .....	86
10.7	Периодическая система химических элементов Д.И.Менделеева (длинная форма) .....	87
10.8	Периодическая система химических элементов Д.И.Менделеева (полудлинная форма) .....	88
10.9	Периодическая система химических элементов Д.И.Менделеева (лестничная форма) .....	89
10.10	Растворимость солей, кислот и оснований в воде .....	90
10.11	Условные обозначения .....	91
	Литература .....	93