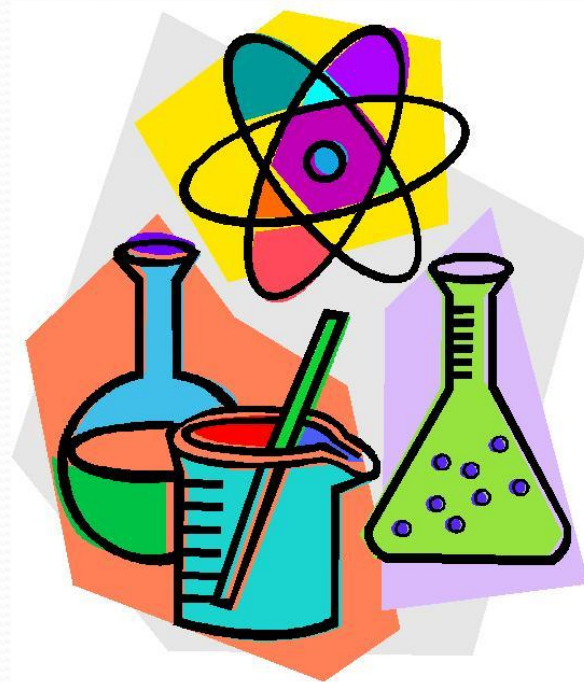


Основные понятия и законы химии



Что изучает химия?

Химия – это наука о веществах, их составе, строении, свойствах и превращениях.

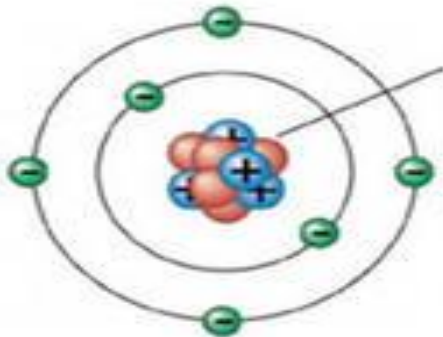
Вещество – один из видов материи, который характеризуется массой покоя. Это совокупность атомов, ионов или молекул, состоящих из одного или нескольких химических элементов.



Что больше: атом или молекула?

Атом – это мельчайшая, химически неделимая частица вещества.

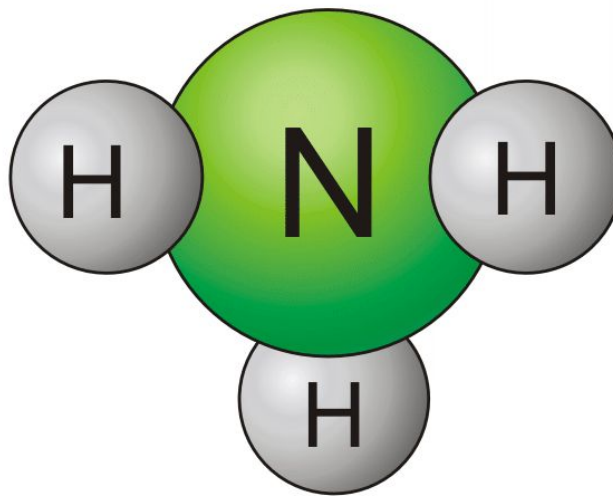
Атом является электронейтральным и состоит из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов.



Частица и ее обозначение	Масса	Заряд
Протон p^+	1 а.е.м.	+1
Нейтрон n^0	1 а.е.м.	0
Электрон e^-	$5 \cdot 10^{-4}$ а.е.м.	-1

Молекула – это наименьшая частица вещества (молекулярного строения), обладающая его химическими свойствами.

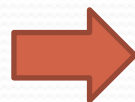
Молекула образуется при возникновении ковалентных связей между атомами одного или нескольких элементов.



Химический элемент или простое вещество?

Химический элемент – это совокупность атомов с одинаковым зарядом ядра (числом протонов).

Вещества, образованные одним химическим элементом, называют **простыми**. Один и тот же химический элемент может образовывать несколько простых веществ. Это явление называют **аллотропией**, а различные простые вещества, образованные одним элементом, – **аллотропными модификациями**.



Примеры: Элемент О (кислород) может образовывать *простые вещества* O_2 (газ кислород) и O_3 (озон).
Алмаз и графит – аллотропные модификации углерода (С).

Как измерить массу атома?

- Для измерения атомных масс применяют **атомную единицу массы** (а. е. м.).
- Атомная единица массы – это $1/12$ массы атома углерода, масса которого принимается равной 12 а. е. м.
- 1 а. е. м. равна $1,66 \cdot 10^{-27}$ кг
- Сравнивая массы атомов элементов с одной а. е. м., находят численные значения, названные **относительными атомными массами**.

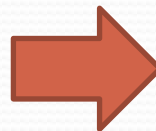
Относительная атомная масса – безразмерная величина, обозначаются **Ar** (индекс «г» – начальная буква английского слова relative – «относительный»). Например, для кислорода и водорода относительные атомные массы соответственно равны $Ar(O) = 16$, $Ar(H) = 1$

Относительная атомная масса элемента показывает, во сколько раз масса его атома больше $1/12$ массы атома углерода.

Почему атомная масса – не целое число?

Изотопы - разновидности атомов определенного химического элемента, имеющие одинаковый атомный номер, но разные массовые числа из-за различного количества нейтронов в ядре.

- Таким образом, относительная атомная масса – это среднее значение между массами всех изотопов атома.



Простые вещества – это вещества, образованные одним химическим элементом.

Вещества, образованные из двух и более химических элементов, называют **сложными**.



- Определите, какие вещества являются простыми, а какие – сложными: O_2 , H_2 , H_2O , Cl_2 , HCl , S , Fe , $FeSO_4$

ВЕЩЕСТВО

АГРЕГАТНОЕ СОСТОЯНИЕ

ГАЗООБРАЗНОЕ



Формы нет, объёма нет, расширяется и сжимается легко

ЖИДКОЕ



Формы нет, объём есть, расширяется и сжимается слабо

ТВЁРДОЕ

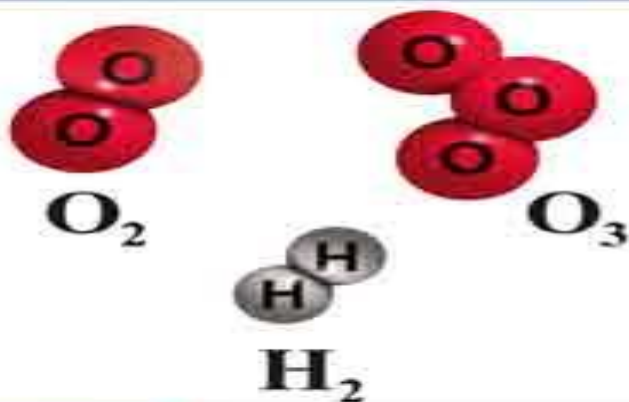


Форма есть, объём есть, расширяется и сжимается незначительно

СОСТАВ

ПРОСТЫЕ ВЕЩЕСТВА

образованы атомами одного химического элемента



СЛОЖНЫЕ ВЕЩЕСТВА

образованы атомами разных химических элементов



Различают **качественный** и **количественный** состав веществ.

Качественный состав – это совокупность химических элементов и (или) атомных группировок, составляющих данное химическое вещество.

Количественный состав – это показатели, характеризующие количество или число атомов того или иного химического элемента и (или) атомных группировок, образующих данное химическое вещество. Количественный состав выражается **индексами**.



Пример: Al_2O_3

индексы, показывающие количество атомов алюминия и кислорода

Закон постоянства состава вещества

Сформулирован Ж.-Л.
Прустом в 1799 г.:

Всякое чистое вещество
независимо от способа
его получения всегда
имеет постоянный
качественный и
количественный состав.

*! Однако уже в начале
XIX в. К. Бертолле
показал, что это
утверждение верно
только для веществ
молекулярного
состава.*

Состав веществ отображают посредством химической символики.

По предложению Й. Я. Берцелиуса элементы принято обозначать первой или первой и одной из последующих букв латинских названий элементов.

периоды	группы элементов									
	а I б	а II б	а III б	а IV б	а V б	а VI б	а VII б	а	VIII	б
1							H ¹ ВОДОРОД	He ² ГЕЛИЙ		
2	Li ³ ЛИТИЙ	Be ⁴ БЕРИЛЛИЙ	B ⁵ БОР	C ⁶ УГЛЕРОД	N ⁷ АЗОТ	O ⁸ КИСЛОРОД	F ⁹ ФТОР	Ne ¹⁰ НЕОН		
3	Na ¹¹ НАТРИЙ	Mg ¹² МАГНИЙ	Al ¹³ АЛЮМИНИЙ	Si ¹⁴ КРЕМНИЙ	P ¹⁵ ФОСФОР	S ¹⁶ СЕРА	Cl ¹⁷ ХЛОР	Ar ¹⁸ АРГОН		
4	K ¹⁹ КАЛИЙ	Ca ²⁰ КАЛЬЦИЙ	21 Sc СКАНДИЙ	22 Ti ТИТАН	23 V ВАНАДИЙ	24 Cr ХРОМ	25 Mn МАРГАНЕЦ	26 Fe ЖЕЛЕЗО	27 Co КОБАЛЬТ	28 Ni НИКЕЛЬ
	29 Cu МЕДЬ	30 Zn ЦИНК	31 Ga ГАЛЛИЙ	32 Ge ГЕРМАНИЙ	33 As МЫШЬЯК	34 Se СЕЛЕН	35 Br БРОМ	36 Kr КРИПТОН		
5	Rb ³⁷ РУБИДИЙ	Sr ³⁸ СТРОНЦИЙ	39 Y ИТТРИЙ	40 Zr ЦИРКОНИЙ	41 Nb НИОБИЙ	42 Mo МОЛИБДЕН	43 Tc ТЕХНЕЦИЙ	44 Ru РУТЕНИЙ	45 Rh РОДИЙ	46 Pd ПАЛЛАДИЙ
	47 Ag СЕРЕБРО	48 Cd КАДМИЙ	49 In ИНДИЙ	50 Sn ОЛОВО	51 Sb СУРЬМА	52 Te ТЕЛЛУР	53 I ИОД	54 Xe КСЕНОН		
6	Cs ⁵⁵ ЦЕЗИЙ	Ba ⁵⁶ БАРИЙ	57 La* ЛАНТАН	72 Hf ГАФНИЙ	73 Ta ТАНТАЛ	74 W ВОЛЬФРАМ	75 Re РЕНИЙ	76 Os ОСМИЙ	77 Ir ИРИДИЙ	78 Pt ПЛАТИНА
	79 Au ЗОЛОТО	80 Hg РТУТЬ	81 Tl ТАЛЛИЙ	82 Pb СВИНЕЦ	83 Bi ВИСМУТ	84 Po ПОЛОНИЙ	85 At АСТАТ	86 Rn РАДОН		
7	Fr ⁸⁷ ФРАНЦИЙ	Ra ⁸⁸ РАДИЙ	89 Ac* АКТИНИЙ	104 Rf РЕЗЕРФОРДИЙ	105 Db ДУБНИЙ	106 Sg СИБОРГИЙ	107 Bh БОРИЙ	108 Hs ХАССИЙ	109 Mt МЕЙТНЕРИЙ	

Химические формулы

Химическая формула – это способ отображения химического состава вещества. Она обозначает название вещества, одну молекулу его, один моль этого вещества.

По химической формуле можно определить:

- качественный состав вещества;
- число атомов и количество вещества каждого элемента;
- относительную молекулярную и молярную массу вещества.

Формулы вещества составляют на основании важнейшего понятия в химии – валентности.

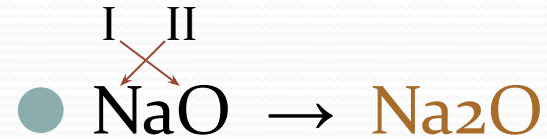
Валентность – это способность атомов одного химического элемента соединяться со строго определенным числом атомов другого химического элемента.

Валентность атомов некоторых элементов в соединениях		
Величина валентности	Металлы	Неметаллы
Одновалентные	Na, K, Ag, Cu, Hg	H, Cl
Двухвалентные	Mg, Ca, Ba, Cu, Hg, Fe, Zn, Sn, Pb, Cr	O, S
Трехвалентные	Al, Cr, Fe	N
Четырехвалентные		C, Si, S
Пятивалентные		N, P
Шестивалентные		S

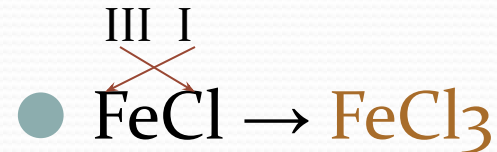
Примечание: Шрифтом выделены элементы с постоянной валентностью.

Составьте формулы веществ:

● Оксида натрия



● Хлорида железа (III)



● Оксида углерода (IV)



Как определить массу молекулы?

Относительная молекулярная масса (M_r) равна сумме относительных атомных масс всех атомов, образующих молекулу вещества.

Пример: $M_r(\text{H}_2\text{O}) = A_r(\text{H}) \cdot 2 + A_r(\text{O}) = 1 \cdot 2 + 16 = 18$

Определите массу молекулы H_2CO_3

Решение: $M_r(\text{H}_2\text{CO}_3) = A_r(\text{H}) \cdot 2 + A_r(\text{C}) + A_r(\text{O}) \cdot 3 = 2 + 12 + 48 = 62$

Определите массу молекулы KNO_2

Решение: $M_r(\text{KNO}_2) = A_r(\text{K}) + A_r(\text{N}) + A_r(\text{O}) \cdot 2 = 39 + 14 + 32 = 85$

Сколько кислорода в молекуле воды?

- **Массовая доля элемента в веществе** - ω (омега) – это отношение атомной массы элемента к массе молекулы.

$$\omega(\text{O}) = A_r(\text{O})/M_r(\text{H}_2\text{O}) = 16/18 \cdot 100\% = 89\%$$

Рассчитайте массовую долю водорода в аммиаке NH_3

$$\omega(\text{H}) = A_r(\text{H})/M_r(\text{NH}_3) = (1 \cdot 3)/(14 + 1 \cdot 3) \cdot 100\% = 17,6\%$$

Химические реакции

- Это явления, в результате которых из одних веществ образуются другие.
- Происходят ли изменения с массой вещества в результате химической реакции?

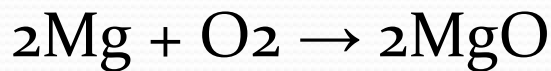
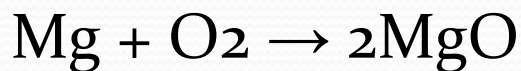
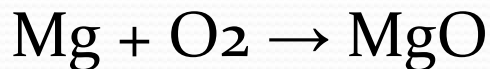
Закон сохранения массы

Был открыт М. В. Ломоносовым и сформулирован А. Лавуазье:

Масса веществ, вступивших в реакцию, равна массе веществ, образовавшихся в результате реакции

- **Химическим уравнением** называют запись химической реакции посредством химических знаков и формул.
- Уравнение реакции составляют на основе закона сохранения массы веществ, т.е. слева и справа должно быть одинаковое число атомов. Это достигается расстановкой **коэффициентов** перед формулами веществ.

Уравняйте реакцию:




Типы химических реакций

- 1) Соединение: $\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$
 $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$
- 2) Разложение: $\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$
- 3) Замещение: $\text{Mg} + \text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$
 $\text{Mg} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$
- 4) Обмен: $\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
 $2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

Уравняйте реакции 😊

Что такое количество вещества?

- По химическим уравнениям можно вести расчеты. Для этого нужно знать такие понятия как количество вещества, моль, молярная масса.
 - Если химическую реакцию рассматривают с точки зрения числа частиц, то применяют физическую величину «количество вещества».
- 
- **Количество вещества** (ν) характеризуют числом атомов, молекул или других формульных единиц данного вещества.
 - В Международной системе СИ за единицу количества вещества принят моль.

МОЛЬ – МЕРА КОЛИЧЕСТВА ВЕЩЕСТВА

1 моль
 $6,02 \cdot 10^{23}$
структурных
единиц



H₂
2 г



O₂
32 г



NaCl
58,5 г



Fe
56 г



H₂O
18 г



H₂SO₄
98 г



C₁₂H₂₂O₁₁
342 г

$$n = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A} = \frac{V}{V_m}$$

n – количество вещества (моль)

m – масса вещества (г)

M – молярная масса вещества ($\frac{\text{г}}{\text{моль}}$)

V – объём газа (л)

V_m – молярный объём газа $22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}}$ (н.у.)

N – число структурных единиц вещества

N_A – постоянная Авогадро $6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{моль}}$

н.у. – нормальные условия (0°C; 101,325 кПа – 1 атм)

КОЛИЧЕСТВО ВЕЩЕСТВА В МОЛЯХ

ЕСЛИ ДАНО
 ЧИСЛО СТРУКТУРНЫХ ЕДИНИЦ
 НЕКОТОРОГО ВЕЩЕСТВА,
 ТО КОЛИЧЕСТВО МОЛЕЙ
 В ЭТОМ ВЕЩЕСТВЕ

$$V = \frac{N}{N_A} \text{ моль}$$

число структурных единиц
 некоторого вещества

где: N - число структурных единиц некоторого вещества (-),
 это штуки - величина безразмерная

число АВОГАДРО $N_A = 6,022 \times 10^{23} \frac{1}{\text{моль}}$ **количество структурных единиц вещества в 1 (одном) моле**

V - количество вещества (моль)

АВОГАДРО (Avogadro) Амедео 1776-1856, итал. физик и химик.
 Выдвинул молекулярную гипотезу строения вещества.

Амедео Авогадро - дожил до 80 лет,
 свой закон (закон АВОГАДРО) он открыл в 35-и летнем возрасте.

P.S. ... средняя школа, урок химии и "этот" со своими МОЛЯМИ,
 а в голове мысль о футбольном мяче ... и "непосильное восприятие"

Молярная масса
вещества -
это отношение
массы вещества
к его количеству:

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

Закон Авогадро

- Был сформулирован в 1811 году итальянским физиком Амедео Авогадро (1776—1856)
- Закон основан на том факте, что молекулы газов не связаны между собой крепкими связями, как молекулы или атомы твердых веществ. Объем, который они занимают, при прочих равных условиях (температуре и давлении) зависит только от числа молекул газа, но не от конкретного вида этих молекул. Поэтому одинаковые количества молекул разных газов должны занимать одинаковые объемы при данных температуре и давлении.

ЗАКОН АВОГАДРО

 He	 H ₂	 CO ₂
$6,02 \cdot 10^{23}$ молекул 1 моль 22,4 л 4 г	$6,02 \cdot 10^{23}$ молекул 1 моль 22,4 л 2 г	$6,02 \cdot 10^{23}$ молекул 1 моль 22,4 л 44 г

В равных объемах различных газов при одинаковых условиях содержится равное число молекул.



- 1 1 моль любого газа при нормальных условиях занимает объем 22,4 л.
- 2 Относительная плотность одного газа по другому газу равна отношению их молярных или относительных молекулярных масс.

$$D_{H_2}(O_2) = \frac{M(O_2)}{M(H_2)} = \frac{32 \text{ г/моль}}{2 \text{ г/моль}} = 16$$
- 3 Объемы образующихся и реагирующих газов относятся между собой как целые числа (объемные отношения газов равны количественным).

$$\begin{array}{ccccccc}
 H_2 & + & Cl_2 & = & 2HCl \\
 1 \text{ моль} & & 1 \text{ моль} & & 2 \text{ моль} \\
 1V & : & 1V & : & 2V
 \end{array}$$

ХИМИЯ 8 Таблица №6 (24)

1. Какое количество вещества (моль) содержит $12,04 \cdot 10^{23}$ атомов натрия?

$$\nu(\text{Na}) = N/N_A = 12,04 \cdot 10^{23} / 6,02 \cdot 10^{23} = 2 \text{ моль}$$

2. Какова масса 2 моль азота?

$$M(\text{N}_2) = 14 \cdot 2 = 28 \text{ г/моль}$$

$$m = M \cdot \nu = 28 \cdot 2 = 56 \text{ г}$$

3. Какое количество вещества (моль) содержится в 112 литрах газа при нормальных условиях?

$$\nu = V/V_m = 112/22,4 = 5 \text{ моль}$$

Домашнее задание!



1. Найдите относительные молекулярные массы веществ, состав которых описывается формулами: H_2SO_4 , Na_2SO_3
2. Рассчитайте массовую долю кислорода в молекуле NaNO_3
3. Какова масса $3,01 \cdot 10^{23}$ молекул аммиака NH_3 ?
4. Сколько моль содержится в 1 кг карбоната кальция (CaCO_3)?