

## Основные понятия и законы химии

**ХИМИЯ** – это наука, изучающая строение веществ и их превращения, сопровождающиеся изменением состава и (или) строения. Химия – это система знания о веществах и их превращениях. Таким образом, объектом изучения является вещество. **Вещество** – это вид материи, которая обладает массой покоя. Вещество построено из молекул, атомов или ионов. **Атом** – наименьшая химически неделимая частица. Атом состоит из положительно заряженного ядра, в состав которого входят элементарные частицы – протоны и нейтроны, окруженного “облаком” отрицательно заряженных электронов. Совокупность, тип атомов с одинаковым зарядом ядра, т.е. одинаковым числом протонов, называют **элементом**. Например, Fe – железо, Cu – медь, N – азот, Cl – хлор. Символами элемента обычно являются 1 или 2 начальные буквы латинского названия. **Молекула** – это микрочастица, построенная из атомов и способная к самостоятельному существованию. Состав молекул записывают в виде формул, например, Cl<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O, CH<sub>3</sub>COOH, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. В химических формулах молекул указывают тип атомов, а подстрочный индекс у каждого атома указывает количество атомов в одной молекуле. Молекула является стабильной наименьшей частицей вещества, обладающей его химическими свойствами. Молекулы и атомы электронейтральны; если в результате какого-либо процесса у них появляется отрицательный или положительный заряд, то такие частицы с зарядом называют **ионами**. Если вещество образовано атомами одного элемента, то такое вещество называют **простым**. Если вещество образовано атомами двух и более элементов, то его называют **сложным**.

В результате химических реакций происходит взаимодействие между различными типами атомов, при этом происходит разрыв одних связей и образование других. При прохождении реакции не происходит изменения числа атомов, а только их перегруппировка. **Закон сохранения массы**, сформулированный М.В.Ломоносовым, гласит: **масса веществ, вступивших в химическую реакцию, равна массе веществ, образовавшихся в результате реакции**. В результате реакции происходит образование новых связей между атомами в соответствии с их строением. **Закон постоянства состава**, сформулированный Ж.Прустом, гласит: **независимо от способа получения химического соединения его состав остается постоянным**. Однако следует отметить, что этот закон справедлив для молекулярных веществ, т.е. структура которых построена из молекул. Например, при горении водорода в кислороде образуется молекула воды H<sub>2</sub>O, при термическом разложении гидроксида меди(II) Cu(OH)<sub>2</sub> также образуется молекула воды H<sub>2</sub>O и оксид меди(II) CuO. При этом состав молекулы воды постоянен. Для веществ, структура которых построена из ионов, например Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, FeO, нельзя выделить

молекулу, и вводится понятие “формульная единица”, показывающая соотношение атомов в веществе. Для таких веществ не вполне корректно использовать закон постоянства состава, т.к. образующиеся соединения могут иметь переменный состав:  $\text{FeO}_{1+x}$ , где  $0,05 < x < 0,2$ .

Чтобы проводить расчеты, позволяющие количественно охарактеризовать протекающие химические процессы, необходимо ввести характеристики для атомов и молекул. В первую очередь, это массы:

№	Описание характеристики	Обозначение	Единица измерения
1.	<b>Абсолютная масса атома А.</b>	$m_{аб}(A)$	г
2.	<b>Абсолютная масса молекулы <math>A_xB_y</math>.</b>	$m_{аб}(A_xB_y)$	г
<p><i>Атомы и молекулы - очень малые частицы, поэтому численные значения абсолютных масс для атомов приблизительно будут порядка <math>10^{-23} \div 10^{-22}</math> г. Например, абсолютная масса атома хлора составляет <math>5,89 \cdot 10^{-23}</math> г. При проведении расчетов очень неудобно использовать такие численные значения, поэтому перешли от абсолютных к относительным массам.</i></p>			
3.	<p><b>Атомная единица массы:</b> в настоящее время в качестве атомной единицы массы выбрано значение <math>1/12</math> части абсолютной массы атома изотопа углерода <math>^{12}\text{C}</math>. <b>Изотопы</b> – атомы с одинаковым зарядом ядра, т.е. одинаковым числом протонов и электронов, но с разной массой, т.е. различающиеся числом нейтронов. В состав ядра атома изотопа <math>^{12}\text{C}</math> входят 6 протонов и 6 нейтронов.</p> <p><b>1 а.е.м. = <math>u = 1/12 \cdot m_{аб}(^{12}\text{C}) = 1,66057 \cdot 10^{-24}</math> Г,</b></p>	<b>u</b>	г
4.	<p><b>Относительная атомная масса</b> элемента: это безразмерная величина, равная отношению средней абсолютной массы атома (учитывая изотопное распределение) элемента к атомной единице массы, т.е. к <math>1/12</math> массы атома изотопа <math>^{12}\text{C}</math>. Например, серебро находится в природе в виде двух изотопов – <math>^{107}\text{Ag}</math> (52% по массе) и <math>^{109}\text{Ag}</math> (48% по массе).</p>	<b>A<sub>r</sub></b>	-

	$A_r(\text{Ag}) = \frac{0,52 \cdot m_{\text{аб}}(^{107}\text{Ag}) + 0,48 \cdot m_{\text{аб}}(^{109}\text{Ag})}{u} = 107,868$ <p>Значения средних (с учетом изотопного распределения) относительных атомных масс элементов приведены в Периодической таблице Д.И.Менделеева.</p>		
5.	<p><b>Относительная молекулярная масса:</b> это безразмерная величина, равная отношению средней абсолютной массы молекулы к атомной единице массы..</p> <p>Например,</p> $M_r(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{m_{\text{аб}}(\text{H}_3\text{PO}_4)}{u} = \frac{3m_{\text{аб}}(\text{H}) + m_{\text{аб}}(\text{P}) + 4m_{\text{аб}}(\text{O})}{u} = 3A_r(\text{H}) + A_r(\text{P}) + 4A_r(\text{O}) = 98$	$M_r$	-
<p><i>Использование атомной единицы массы позволило перейти от абсолютных масс атомов и молекул, которые очень малы и поэтому неудобны для расчетов, к относительным атомным и молекулярным массам, значительно более удобным для работы.</i></p>			
6.	<p><b>Число частиц</b> (атомов, молекул, ионов, протонов, ассоциатов и проч.). Например, при описании процесса мы можем сказать, что в данной реакции приняли участие <math>3,01 \cdot 10^{23}</math> молекул кислорода. Как видите, <math>N</math> принимает очень большие значения, а это также очень неудобно для проведения расчетов.</p>	$N$	-
7.	<p><b>Число Авогадро (постоянная Авогадро):</b> это число частиц (атомов, молекул, ионов и т.д.) в 1 моле вещества.</p> $N_A = (6,022045 \pm 0,000031) \cdot 10^{23} \approx 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$	$N_A$	моль <sup>-1</sup>
8.	<p><b>Количество вещества:</b> это понятие, обозначающее количество структурных единиц (атомов, молекул, ионов, протонов, электронов и проч.), образующих вещество.</p> <p>В 1 моле вещества содержится <math>6,02 \cdot 10^{23}</math> структурных единиц. Например, в 1 моле алюминия Al содержится <math>6,02 \cdot 10^{23}</math> атомов алюминия. В 1 моле водорода H<sub>2</sub> содержится <math>6,02 \cdot 10^{23}</math></p>	$n$	моль

	молекул водорода.		
9.	<b>Количество атомов А.</b> $n(A) = \frac{N(A)}{N_A}$	<b>n(A)</b>	МОЛЬ
10.	<b>Количество молекул A<sub>x</sub>B<sub>y</sub>.</b> $n(A_xB_y) = \frac{N(A_xB_y)}{N_A}$	<b>n(A<sub>x</sub>B<sub>y</sub>)</b>	МОЛЬ
11.	<b>Масса вещества (А, A<sub>x</sub>B<sub>y</sub> и т.д.).</b>	<b>m(A), m(A<sub>x</sub>B<sub>y</sub>)</b>	Г
12.	<b>Молярная масса:</b> это масса порции вещества, в которой содержится 1 моль молекул (молярная масса молекул), 1 моль атомов (молярная масса атомов), 1 моль ионов (молярная масса ионов) и т.д.. Обозначается как, единица измерения.	<b>М</b>	Г/МОЛЬ
13.	<b>Молярная масса атомов А.</b> $M(A) = \frac{m(A)}{n(A)}$	<b>M(A)</b>	Г/МОЛЬ
14.	<b>Молярная масса молекул A<sub>x</sub>B<sub>y</sub>.</b> $M(A_xB_y) = \frac{m(A_xB_y)}{n(A_xB_y)}$	<b>M(A<sub>x</sub>B<sub>y</sub>)</b>	Г/МОЛЬ

Молярная масса численно совпадает с относительными атомной (молярная масса атомов) и молекулярной (молярная масса молекул) массами:

$$M(A) = \frac{m(A)}{n(A)} = \frac{m_{\text{ат}}(A) \cdot N(A)}{n(A)} = m_{\text{ат}}(A) \cdot N_A = A_r(A) \cdot u \cdot N_A = A_r(A)$$

$$M(A_xB_y) = \frac{m(A_xB_y)}{n(A_xB_y)} = \frac{m_{\text{ат}}(A_xB_y) \cdot N(A_xB_y)}{n(A_xB_y)} = m_{\text{ат}}(A_xB_y) \cdot N_A = M_r(A_xB_y) \cdot u \cdot N_A = M_r(A_xB_y)$$

**Следует помнить**, что молярная масса имеет размерность г/моль, а относительные атомные и молекулярные массы – это безразмерные величины.