

ХИМИЯ

Ковальчукова Ольга Владимировна

профессор кафедры общей химии
Российского университета дружбы народов



Основные понятия и законы химии

Лекция 1

ХИМИЯ – это наука, изучающая процессы превращения веществ, сопровождающиеся изменением состава и структуры, а также взаимные переходы между этими процессами и другими формами движения материи.

ОСНОВЫ ХИМИИ:

1) атомно-молекулярное учение

2) стехиометрические законы

- закон сохранения массы
- закон сохранения энергии
- закон эквивалентов
- закон постоянства состава и свойств вещества
- закон кратных отношений

3) газовые законы

- закон Авогадро
- законы Бойля - Мариотта и Гей-Люссака
- уравнение Менделеева – Клапейрона

4) периодический закон Д.И. Менделеева

5) квантовая теория строения вещества

Химический элемент

Вещество

Атом



Молекула

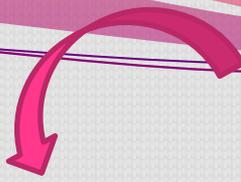


Элементарные частицы

(протоны,
нейтроны,
электроны)

Простые вещества
(Cl_2 , Mg)

Сложные вещества
($NaCl$, H_2SO_4)



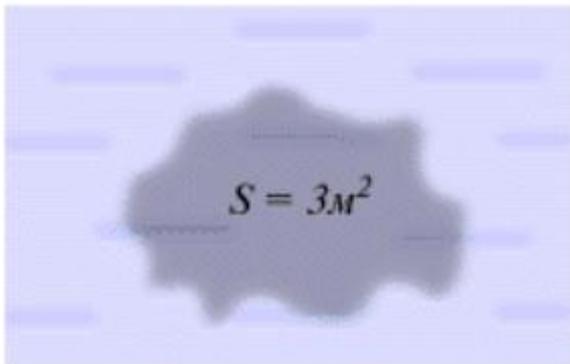
Молекула — наименьшая частица вещества, обладающая его химическими свойствами.

Атом — наименьшая частица химического элемента, обладающая его химическими свойствами. Атомы — составные части молекул.

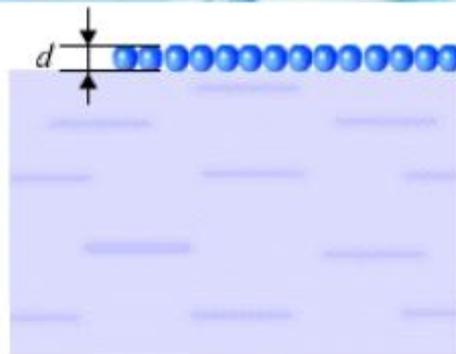
Химический элемент — вид атомов, характеризующийся определенной совокупностью свойств. При соединении друг с другом атомов одного и того же элемента образуются ***простые вещества***, сочетание атомов различных элементов дает ***сложные вещества***.

Масса и размеры молекул

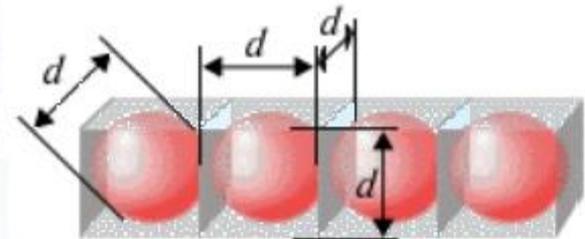
$$\rightarrow V = 1 \text{ мм}^3 = 1 \cdot 10^{-9} \text{ м}^3$$



$$d = \frac{V}{S} = \frac{10^{-9} \text{ м}^3}{3 \text{ м}^2} \approx 3 \cdot 10^{-10} \text{ м}$$



d – диаметр частицы вещества



V_0 – объём частицы вещества

ρ – плотность

m_0 – масса частицы вещества

$$m_0 = \rho \cdot V_0 = \rho \cdot d^3$$

$$m_0 = 800 \text{ кг/м}^3 \cdot (3 \cdot 10^{-10} \text{ м})^3$$

$$m_0 \approx 2 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$$

Оценка размера
молекулы

Оценка массы молекулы

Число молекул

- Число молекул огромно. Подсчитаем число молекул в капле воды H_2O
- m – масса капли H_2O
- V – объём капли воды $V = 1\text{см}^3$
- d – диаметр молекулы воды
- $d(\text{H}_2\text{O}) = 3 \cdot 10^{-8}\text{см}$
- $V(\text{H}_2\text{O}) = (3 \cdot 10^{-8})^3\text{см}^3$ объём, приходящийся на одну молекулу
- Делим объём капли $V = 1\text{см}^3$ на объём, приходящийся на одну молекулу $V(\text{H}_2\text{O})$

$$N = \frac{1\text{см}^3}{(3 \cdot 10^{-8})^3\text{см}^3} = 3,7 \cdot 10^{22}$$

Моль – это единица измерения количества вещества, содержащая столько молекул, атомов или других структурных единиц, сколько их содержится в 12 г изотопа углерода ^{12}C .

Число структурных единиц, содержащееся в 1 моль вещества, называется **числом Авогадро** (N_A):
 $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$.

Масса 1 моль вещества, выраженная в граммах, называется **молярной массой** вещества (M , г/моль).

Количество вещества $\nu = m / M = N / N_A$ (моль).

ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ МАССЫ



Ломоносов
Михаил
Васильевич
(1711-1765)

Масса веществ,
вступивших в
химическую
реакцию, равна
массе веществ,
получившихся в
результате реакции.

(Ломоносов М.В., 1748 г.;
Лавуазье Антуан, 1789 г.)



Лавуазье
Антуан Лоран
(1743-1794)



ХИМИЧЕСКОЕ УРАВНЕНИЕ



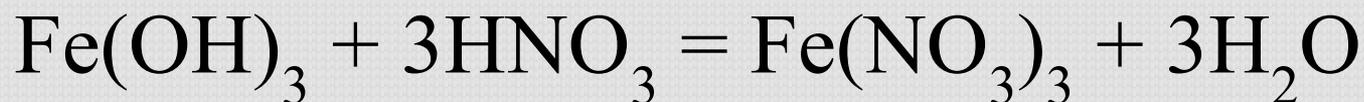
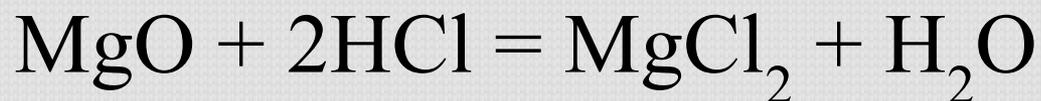
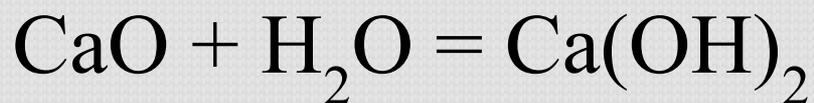
1 моль 2 моль 1 моль 2 моль

16 г + 64 г = 44 г + 36 г

80 г

80 г

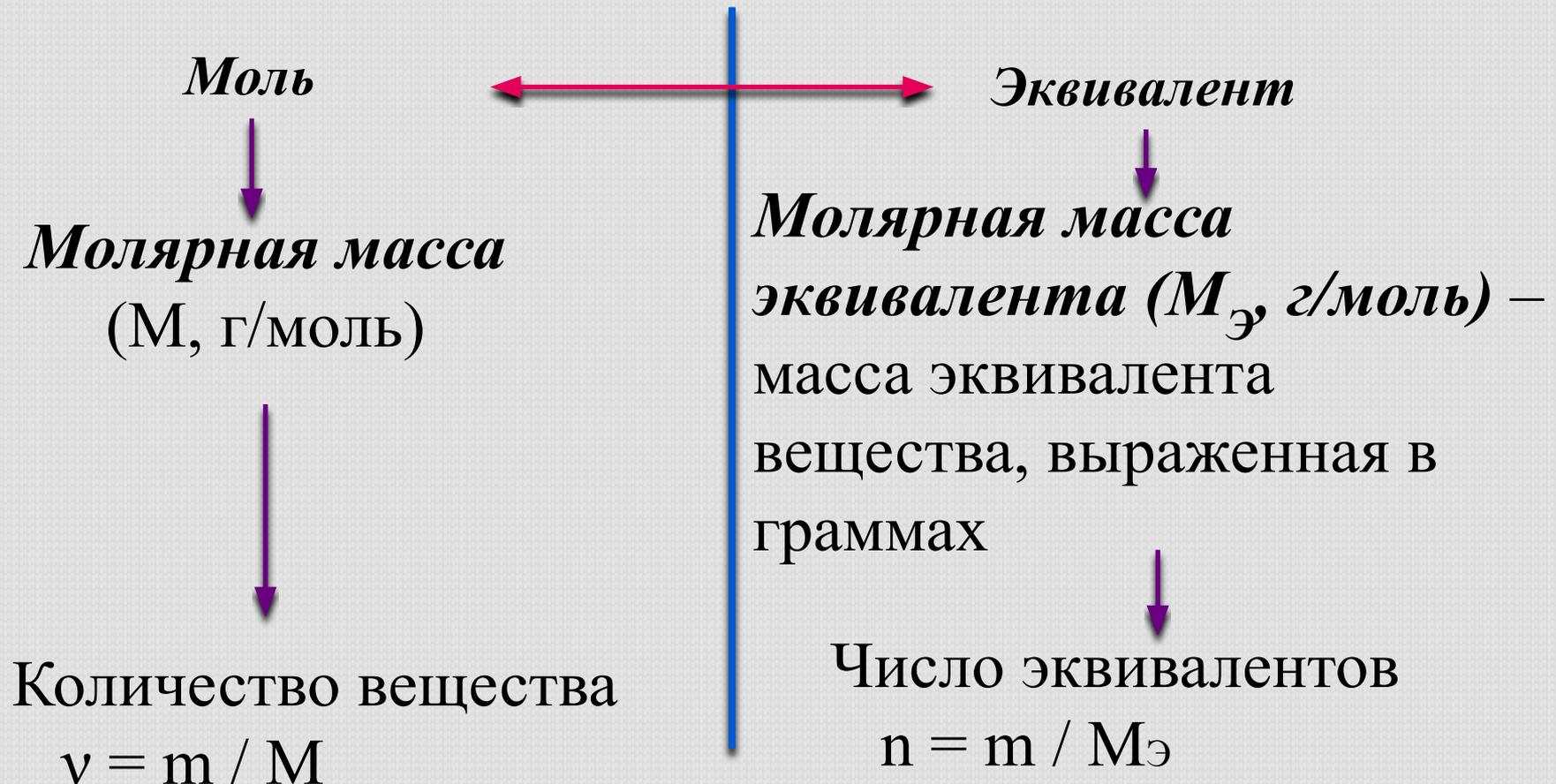
Химические реакции



Коэффициенты
определяются
валентностями

Вещества реагируют друг с другом в количествах,
пропорциональных их валентностям

Эквивалент – такое количество вещества, которое соединяется с 1 моль атомов водорода или замещает его эквивалентное количество в химических реакциях (количество вещества, соответствующее единице его валентности).



$$M_{\text{э}} = f \cdot M \quad (f - \text{фактор эквивалентности}).$$

Вычисление фактора эквивалентности:

1. Для простых веществ и элементов в соединении
 $f = 1 / V$ (V – валентность элемента).

$$\text{Для водорода } f = 1 / 1 = 1; \quad M_{\text{э}} (\text{H}) = 1 \times 1 = 1 \text{ г/моль}$$

$$\text{Для кислорода } f = 1 / 2 = 0,5; \quad M_{\text{э}} (\text{O}) = 0,5 \times 16 = 8 \text{ г/моль}$$

2. Для кислот и оснований $f = 1 / m$ (m – основность кислоты или кислотность основания).

$$f (\text{Ca(OH)}_2) = 1 / 2; \quad f (\text{HCl}) = 1$$

3. Для оксидов и солей $f = 1 / n \cdot V$ (n – число атомов металла в соединении или элемента в оксиде; V – его валентность).

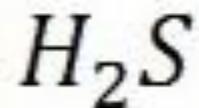
$$f(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 1 / 2 \times 1 = 1/2$$

$$f(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 1 / 2 \times 3 = 1/6$$

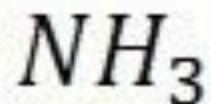
$$M_{\text{э}} = f \cdot M = (1/z M)$$



эквивалент хлора 1 моль



эквивалент серы $1/2$ моль



эквивалент азота $1/3$ моль

<u>Пример.</u>	N_2O	NO	N_2O_3	NO_2	N_2O_5
Э(N), моль	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$
Мэ(N), г/моль	14	$14/2 = 7$	$14/3 = 4,7$	$14/4 = 3,5$	$14/5 = 2,8$

В разных соединениях эквиваленты меняются.

Аналогично

- в молекуле H_2 $\underline{\text{Мэ(H)}} = \text{M(H)}/1 = 1$ г/моль
- в молекуле O_2 $\underline{\text{Мэ(O)}} = \text{M(O)}/2 = 16/2 = 8$ г/моль
- в молекуле Al_2O_3 $\underline{\text{Мэ(Al)}} = \text{M(Al)}/3 = 27/3 = 9$ г/моль

Число эквивалентов: $n = m / M_{\text{э}}$ (для любого вещества);

$$n = V / V_{\text{э}} \text{ (для газообразного вещества),}$$

$V_{\text{э}}$ – **эквивалентный объем газа** (объем, занимаемый одним эквивалентом газа). Например, при нормальных условиях эквивалентный объем водорода ($M_{\text{э}} = 1$ г/моль) составляет 11,2 л, а эквивалентный объем кислорода ($M_{\text{э}} = 8$ г/моль) – 5,6 л.

Закон эквивалентов. Вещества реагируют друг с другом в количествах, пропорциональных их эквивалентам:

$$n_1 = n_2 \text{ (} n \text{ – число эквивалентов).}$$

Пример : При нагревании в кислороде 3.60 г некоторого металла его масса увеличилась до 5.04 г. Рассчитайте молярную массу эквивалента металла и его оксида.

Решение: По условию задачи металл реагирует с кислородом с образованием оксида (условное обозначение MeO). Закон эквивалентов для данной реакции имеет вид:

$$n(\text{Me}) = n(\text{O}_2) = n(\text{MeO}).$$

Рассчитаем сначала молярную массу эквивалента металла через отношение к кислороду (т.к. для кислорода известна молярная масса эквивалента $M_{\text{э}}(\text{O}) = M(\text{O}) / 2 = 8 \text{ г/моль}$).

$$\frac{m(\text{Me})}{M_{\text{э}}(\text{Me})} = \frac{m(\text{O}_2)}{M_{\text{э}}(\text{O}_2)} \quad \frac{m(\text{MeO})}{M_{\text{э}}(\text{MeO})} = \frac{m(\text{O}_2)}{M_{\text{э}}(\text{O}_2)}$$

Отсюда молярная масса эквивалента металла равна $M_{\text{э}}(\text{Me}) = 20 \text{ г/моль}$.

Аналогично произведем расчет для оксида:

$$\frac{m(\text{MeO})}{M_{\text{э}}(\text{MeO})} = \frac{m(\text{O}_2)}{M_{\text{э}}(\text{O}_2)} \quad \frac{m(\text{MeO})}{M_{\text{э}}(\text{MeO})} = \frac{m(\text{O}_2)}{M_{\text{э}}(\text{O}_2)}$$

$M_{\text{э}}(\text{MeO}) = 28 \text{ г/моль}$.