

# Практическое занятие 1

Тема:

**«Основные химические понятия и законы  
химии» (часть 1)**

**Наиболее распространенные количественные величины,  
используемые в химических расчетах:**

□ молярная масса;

□ количество вещества;

*В Периодической системе химических элементов Д.И. Менделеева приведены средние взвешенные значения молярных масс всех известных химических элементов.*

Молярная масса вещества  $M$  легко вычисляется по формуле вещества:

Например, Молярная масса  $M$  вещества:

сульфата железа (3)  $Fe_2(SO_4)_3$  будет определяться так:

$$M[Fe_2(SO_4)_3] = 2M(Fe) + 3M(S) + 3 \cdot 4M(O).$$

$$M[Fe_2(SO_4)_3] = 2 \cdot 56 + 3 \cdot 32 + 12 \cdot 16 = 400 \text{ г/моль.}$$

## **Количество вещества, моль** **(обозначается латинской буквой $n$ )**

-это реальная физическая величина, показывающая количество вещества любой химической системы, которая содержит столько же структурных элементов, сколько атомов содержится в (12 г) изотопа углерода  $C^{12}$ .

**Количество атомов в одном моле атомов изотопа углерода  $C^{12}$  равно  $6,022 \cdot 10^{23}$ .**

**Эта величина известна как **число****  
**Авогадро.**

(обозначается  $N_A$ ).

Для определения **количества вещества** любой химической системы можно использовать следующие расчетные формулы:

1) 
$$n = \frac{m}{M}$$

2) 
$$n = \frac{N}{N_A}$$
  $N_A$ - число Авогадро, равно  $6,022 \cdot 10^{23}$

3) 
$$n = \frac{V}{V_m}$$
 данная формула используется только для газов, если условия, при которых находится газ, нормальные ( $T_0 = 273 \text{ К}$  и  $P_0 = 101325 \text{ Па}$ ), то молярный объем равен  $V_m = 22,4 \text{ л/моль}$

# Обучающие примеры с алгоритмами решения по теме: «**Основные химические понятия и законы химии**»

**Пример 1.** Определите количество вещества ( $n$ )  
каждого химического соединения, содержащего:

а)  $6,02 \cdot 10^{21}$  молекул оксида углерода (4)  $\text{CO}_2$

б) 4,48 л диоксида серы  $\text{SO}_2$ , измеренного при  
нормальных условиях;

в) 6,8 г аммиака  $\text{NH}_3$ ;

$M(\text{C})=12\text{г/моль}$ ,  $M(\text{S})=32\text{г/моль}$ ,  $M(\text{O})=16\text{г/моль}$

$M(\text{N})=14\text{г/моль}$ ,  $M(\text{H})=1\text{г/моль}$ ,

**Дано:**

а)  $N(CO_2) = 6,02 \cdot 10^{21}$

б)  $V(SO_2) = 4,48 \text{ л (н.у.)}$

в)  $m(NH_3) = 6,8 \text{ г}$

**Найти:**

$n(CO_2)$ -?

$n(SO_2)$ -?

$n(NH_3)$ -?

## Решение:

$$\text{а) } n(\text{CO}_2) = \frac{N}{N_A} = 6,02 \cdot 10^{21} / 6,022 \cdot 10^{23} = 0,01 \text{ моль.}$$

$$\text{б) } n(\text{SO}_2) = \frac{V}{V_m} = 4,48 / 22,4 = 0,2 \text{ моль}$$

$$\text{в) } n(\text{NH}_3) = \frac{m}{M}, \quad M(\text{NH}_3) = M(\text{N}) + 3 \cdot M(\text{H})$$

$$M(\text{NH}_3) = 14 + 1 \cdot 3 = 17 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{NH}_3) = 6,8 / 17 = 0,4 \text{ моль}$$

**Пример 2.** Определите количество атомов в 5 г железа (Fe) и в 3 л гелия (He) (объем измерен при нормальных условиях).  $M(\text{Fe})=56\text{г/моль}$ ,

**Дано:**

$$m(\text{Fe}) = 5\text{г}$$

$$V(\text{He}) = 3\text{л}$$

**Найти:**

$$N(\text{Fe}) - ?$$

$$N(\text{He}) - ?$$

## Решение:

$$1) \mathbf{n}(\text{Fe}) = \frac{m}{M} = \frac{5}{56} = 0.089 \text{ моль}$$

$$2) \mathbf{n}(\text{He}) = \frac{V}{V_m} = \frac{3}{22.4} = 0.134 \text{ моль}$$

**Решение:**

Так как :

$$n = \frac{N}{N_A}$$

$$1) N(\text{Fe}) = n \cdot N_A = 0.089 \cdot 6.022 \cdot 10^{23} = 0.54 \cdot 10^{23}$$

$$2) N(\text{He}) = n \cdot N_A = 0.134 \cdot 6.022 \cdot 10^{23} = 0.8 \cdot 10^{23}$$

**Пример 3.** Определите, в каком образце содержится больше молекул: в 2 г меди (Cu) или в 2 л кислорода (O<sub>2</sub>)(объем измерен при нормальных условиях). Ответ обоснуйте соответствующими расчетами.

$$M(\text{Cu})=64\text{г/моль}$$

**Дано:**

$$m(\text{Cu}) = 2\text{г}$$

$$V(\text{O}_2) = 2\text{л}$$

**Найти:**

$$N(\text{Cu}) \text{ -?}$$

$$N(\text{O}_2) \text{ -?}$$

$$1) \mathbf{n}(\text{Cu}) = \frac{m}{M} = \frac{2}{64} = 0,03 \text{ моль}$$

$$2) \mathbf{n}(\text{O}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{2}{22,4} = 0,09 \text{ моль}$$

## Решение:

Так как :  $n = \frac{N}{N_A}$

$$1) N(\text{Cu}) = n \cdot N_A = 0.03 \cdot 6.022 \cdot 10^{23} = 0.18 \cdot 10^{23}$$

$$2) N(\text{O}_2) = n \cdot N_A = 0.09 \cdot 6.022 \cdot 10^{23} = 0.54 \cdot 10^{23}$$

Ответ:  $N(\text{O}_2) > N(\text{Cu})$

**пример4.** Рассчитайте число атомов кислорода в 4,9г бертолетовой соли ( $\text{KClO}_3$ ).

$M(\text{K})=39\text{г/моль}$ ,  $M(\text{Cl})=35,5\text{г/моль}$ ,  $M(\text{O})=16\text{г/моль}$

**Дано:**

$m(\text{KClO}_3)=4,9\text{г}$

**Найти:**  $N(\text{O})=?$

**Решение:**

$$M=39+35\frac{m}{M}3*16=122,5\text{г/моль}$$

$$n(\text{KClO}_3)=\frac{m}{M}$$

$$n(\text{KClO}_3)=4,9/122,5=0,04\text{моль}$$

В одной молекуле соли ( $\text{KClO}_3$ ) содержится три атома кислорода (индекс кислорода в формуле соли 3),

поэтому:

$$n(\text{O})=3 \cdot 0,04=0,12\text{моль.}$$

Так как:  $n = \frac{N}{N_A} \Rightarrow N = n \cdot N_A$

$$N(O) = n(O) \cdot N_A = 0,12 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = \\ = 0,72 \cdot 10^{23}$$

Ответ:  $N(O) = 0,72 \cdot 10^{23}$

## Пример 5.

Определите число атомов водорода в 17 г аммиака ( $\text{NH}_3$ ).

$M(\text{N})=14\text{г/моль}$ ,  $M(\text{H})=1\text{г/моль}$ ,

Дано:

$m(\text{NH}_3)=17\text{г}$

Найти:

$N(\text{H})=?$

$$n(\text{NH}_3) = \frac{m}{M} = \frac{17}{17} = 1 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}) = 3 \cdot 1 = 3 \text{ моль}$$

$$N(\text{H}) = 3 \cdot 6.022 \cdot 10^{23} = 18.07 \cdot 10^{23}$$

## Пример 6.

Определите число атомов кислорода в 12 г углекислого газа ( $CO_2$ ).

$M(C)=12\text{г/моль}$ ,  $M(O)=16\text{г/моль}$

Дано:

$m(CO_2)=12\text{г}$

Найти:

$N(O)-?$

Решение:

$$n(\text{CO}_2) = \frac{m}{M} = \frac{12}{44} = 0,27 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}) = 2 \cdot 0,27 = 0,54 \text{ моль}$$

$$N(\text{O}) = 0,54 \cdot 6.022 \cdot 10^{23} = 3.28 \cdot 10^{23}$$

## пример 7.

Химическое соединение содержит натрий (массовая доля 36,5 %), серу (25,4 %) и кислород (38,1 %).

Определите простейшую формулу этого вещества.

$M(\text{Na})=23\text{г/моль}$ ,  $M(\text{S})=32\text{г/моль}$ ,  $M(\text{O})=16\text{г/моль}$

**Дано:**

$$\omega(\text{Na})=36,5\%$$

$$\omega(\text{S})=25,4\%$$

$$\omega(\text{O})=38,1\%$$

**Найти:**



## Решение:

Берем образец вещества массой 100г, тогда

$$m(\text{Na})=36,5\text{г}$$

$$m(\text{S})=25,4\text{г}$$

$$m(\text{O})=38,1\text{г}$$

Определяем количество вещества каждого элемента:

$$n(\text{Na}) = \frac{m}{M} = 36,5/23 = 1,5869 \text{ моль}$$

$$n(\text{S}) = \frac{m}{M} = 25,4/32 = 0,7937 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}) = \frac{m}{M} = 38,1/16 = 2,3812 \text{ моль}$$

$$n(\text{Na}) : n(\text{S}) : n(\text{O}) = 1,5869 : 0,7937 : 2,3812 = 2:1:3$$

**Ответ:**  $\text{Na}_2\text{SO}_3$

**Пример 8.** В соединении калия, хлора и кислорода массовые доли элементов равны соответственно: 31,8 %; 29,0 %; 39,2 %. Установите простейшую формулу этого вещества. ).  $M(\text{K})=39\text{г/моль}$ ,  $M(\text{Cl})=35,5\text{г/моль}$ ,  $M(\text{O})=16\text{г/моль}$

**Дано:**

$$\omega(\text{K})=31,8\%$$

$$\omega(\text{Cl})=29,0\%$$

$$\omega(\text{O})=39,2\%$$

**Найти:**



## Решение:

Берем образец вещества массой 100г, тогда

$$m(\text{K})=31,8\text{г}$$

$$m(\text{Cl})= 29,0 \text{ г}$$

$$m(\text{O})= 39,2 \text{ г}$$

Определяем количество вещества каждого элемента:

$$n(\text{K}) = \frac{m}{M} = 31,8/39 = 0,8153 \text{ моль}$$

$$n(\text{Cl}) = \frac{m}{M} = 29/ 35,5 = 0,8169 \text{ моль}$$

$$n(\text{O}) = \frac{m}{M} = 39,2/16 = 2,45 \text{ моль}$$

$$n(\text{K}) : n(\text{Cl}) : n(\text{O}) = 0,8153 : 0,8169 : 2,45 = 1:1:3$$

**Ответ:**  $\text{KClO}_3$

## пример 9.

При полном сгорании 11,5 г органического вещества, состоящего из углерода, водорода и кислорода, образовалось 11,2 л диоксида углерода (объем измерен при н.у.) и 13,5 мл воды. Плотность паров этого вещества по водороду равна 23. Выведите молекулярную формулу органического вещества и напишите уравнение реакции его горения. ).  $M(C)=12\text{г/моль}$ ,  $M(H)=1\text{г/моль}$ ,  $M(O)=16\text{г/моль}$

**Дано:**

$$m(C_xH_yO_z)=11,5\text{г}$$

$$V(CO_2)=11,2\text{ л}$$

$$V(H_2O)=13,5\text{мл}$$

$$D_{H_2}(C_xH_yO_z)=23$$

**Найти:**  $C_xH_yO_z$

**решение:**

$$n(\text{CO}_2) = V/V_m = 11,2 : 22,4 = 0,5 \text{ моль}$$

$$n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = \underline{0,5 \text{ моль}}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \rho(\text{H}_2\text{O}) \cdot V(\text{H}_2\text{O}) = 1 \cdot 13,5 = 13,5 \text{ г}$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = m/M = 13,5 : 18 = 0,75 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}) = 2 \cdot 0,75 = \underline{1,5 \text{ моль}}$$

Определяем массу кислорода по формуле:

$$m(\text{O}) = m(\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z) - (m(\text{C}) + m(\text{H}))$$

$$m(\text{C}) = n(\text{C}) \cdot M(\text{C}) = 0,5 \cdot 12 = 6 \text{ г}$$

$$m(\text{H}) = n(\text{H}) \cdot M(\text{H}) = 1,5 \cdot 1 = 1,5 \text{ г}$$

$$m(\text{O}) = 11,5 - (6 + 1,5) = 4 \text{ г}$$

$$n(\text{O}) = m/M = 4 : 16 = \underline{0,25 \text{ моль}}$$

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{O}) = 0,5 : 1,5 : 0,25 = 2 : 6 : 1$$

Простейшая формула вещества:  $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$

$$M(\text{C}_2\text{H}_6\text{O}) = 46 \text{ г/моль.}$$

Чтобы найти истинную формулу вещества, необходимо рассчитать его молярную массу:

$$M(C_xH_yO_z) = D_{H_2} \cdot M(H_2) = 23 \cdot 2 = 46 \text{ г/моль.}$$

Поскольку молярная масса вещества и молярная масса атомов в простейшей формуле численно совпали, значит, простейшая формула является истинной.

**Ответ:** истинная формула химического соединения

$C_2H_6O$  или  $C_2H_5OH$  – этиловый спирт или этанол.

Уравнение реакции горения этанола

