

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) CO_2

б) 4,48 л диоксида серы SO_2 , измеренного при
нормальных условиях;

в) 6,8 г аммиака 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 (O₂)(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 (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 (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 (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: Na_2SO_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: 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

