

Решение расчётных задач. Повторение. Подготовка к контрольной работе

I. Решение расчетных задач

Задача 1.

Какой объем (н.у.) занимает $5 \cdot 10^{-3}$ кг углекислого газа?

Решение.

Найдем молекулярную массу CO_2 :

$$M_r(\text{CO}_2) = 12 + 2 \cdot 16 = 44 \text{ г.}$$

Также нам известен молярный объем газа, который равен $22,4 \text{ м}^3$.

Составим следующую пропорцию:

44 кг CO_2 занимает объем $22,4 \text{ м}^3$

$5 \cdot 10^{-3} \text{ кг CO}_2$ занимает объем — x

$$\text{откуда } x = (5 \cdot 10^{-3} \cdot 22,4) / 44 = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

Таким образом, $5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$ углекислого газа занимает объем равный $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$.

Задача 2.

Определить массу $0,9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ кислорода при 21°C и давлении 96000 Па , если масса 10^{-3} м^3 кислорода равна $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$ при нормальных условиях.

Решение:

Найдем температуру в Кельвинах $T = 273 + 21 = 294 \text{ К}$;

Найдем объем газа, приведенный к н.у. по формуле

$$P_1 V_1 / T_1 = P_2 V_2 / T_2;$$

$$V_1 = T_1 P_2 V_2 / T_2 P_1 = (273 \cdot 96000 \cdot 0,9 \cdot 10^{-3}) / (294 \cdot 101325) = 0,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

Теперь рассчитаем массу вычисленного объема:

10^{-3} м^3 кислорода имеют массу равную $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$

$0,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ кислорода имеют массу равную x

$$x = 0,8 \cdot 10^{-3} \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} / 10^{-3} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

Таким образом, $0,8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ кислорода имеют массу равную $1,2 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$.

Задача 3.

Рассчитайте объем атома железа, если его плотность равна 7900 кг/м^3

Решение:

Найдем молярный объем железа ($M(\text{Fe}) = 56 \text{ г.}$)

$$V = n / \rho = 56 / 7900 = 7,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

Условно примем, что атомы имеют форму шара и в кристалле касаются друг друга, то истинный объем будет составлять только 74% от общего объема:

$$V = 0,071 \cdot 0,74 = 5,25 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

Тогда объем одного атома железа будет равен:

$$V_A = 5,25 \cdot 10^{-3} / 6,02 \cdot 10^{26} = 8,7 \cdot 10^{-30} \text{ м}^3$$

Задача 4.

Определить массу молекулы газа, если масса 10^{-3} м^3 газа, при н.у., равна $0,3810^{-3} \text{ кг}$.

Решение:

Число молекул 1 кмоль любого вещества равно числу Авогадро ($6,02 \cdot 10^{26}$), поэтому для начала определим 1 кмоль газа:

10^{-3} м^3 газа имеют массу равную $0,3810^{-3} \text{ кг}$

$22,4 \text{ м}^3$ газа имеют массу равную — x

$$x = 22,4 \cdot 0,3810^{-3} / 10^{-3} = 7,6 \text{ кг,}$$

Далее определяем массу молекулы газа:

$$m = 7,6 / 6,02 \cdot 10^{26} = 1,26 \cdot 10^{-26} \text{ кг.}$$

Задача 5.

Найдите молекулярную формулу вещества, если относительная плотность паров этого вещества по водороду равна 67,5, а массовые доли элементов (%) в веществе следующие: серы — 23,7, кислорода — 23,7, хлора — 52.

Решение:

Формулу искомого соединения можно представить как $S_xO_yCl_z$. Найдем соотношение между числом атомов S, O, Cl делением его содержания на его атомную массу:

$$x:y:z = 23,7/32 : 23,7/16 : 52/35,5 = 0,74 : 1,48 : 1,46$$

Делим все полученные соотношения на наименьшее, получаем:

$$x:y:z = 1:2:2$$

Простейшая формула вещества SO_2Cl_2

Его молекулярная масса равна $M_r = 32 + 16 \cdot 2 + 35,5 \cdot 2 = 135$ г.

Теперь найдем молекулярную массу вещества по плотности паров этого вещества по водороду:

$$M_r = 2D_{H_2} = 2 \cdot 67,5 = 135 \text{ г.}$$

Следовательно, истинная формула вещества совпадает с простейшей: SO_2Cl_2

Задача 6.

Рассчитайте молекулярную массу газа, если $7 \cdot 10^{-3}$ кг его при 20°C и $0,253 \cdot 10^5$ Па занимают объем $22,18 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$

Решение:

В данном случае, вычислить молярную массу газа можно, используя уравнение

Клапейрона – Менделеева:

$$pV = nRT = (m/M)RT;$$

$$R = 8,3144 \cdot 10^3 \text{ Дж/моль} \cdot \text{K}$$

$$T = 273 + 20 = 293 \text{ K}$$

$$M = mRT/pV = 7 \cdot 10^{-3} \cdot 8,3144 \cdot 10^3 \cdot 293 / (0,253 \cdot 10^5 \cdot 22,18 \cdot 10^{-3}) = 30,35 \text{ г/моль}$$

Молярная масса газа равна 30,35 г/моль

Задача 7.

При 0°C в сосуде объемом $14 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ содержится $0,8 \cdot 10^{-3}$ кг водорода и $6,3 \cdot 10^{-3}$ кг азота. Определите парциальное давление азота и общее давление смеси.

Решение:

Найдем количества вещества водорода и азота:

$$n = m/M_n(H_2) = 0,8 \cdot 10^{-3} / 2 = 0,4 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

$$n(N_2) = 6,3 \cdot 10^{-3} / 28 = 0,225 \cdot 10^{-3} \text{ моль}$$

Далее, с помощью уравнения Клапейрона – Менделеева, найдем парциальное давление каждого газа в смеси:

$$pV = nRT = (m/M)RT;$$

$$p = nRT/V;$$

$$p(H_2) = n(H_2)$$

$$RT/V = 0,4 \cdot 10^{-3} \cdot 8,3144 \cdot 10^3 \cdot 273 / 14 \cdot 10^{-3} = 64,85 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$$p(N_2) = n(N_2)$$

$$RT/V = 0,225 \cdot 10^{-3} \cdot 8,3144 \cdot 10^3 \cdot 273 / 14 \cdot 10^{-3} = 36,479 \cdot 10^3 \text{ Па}$$

$$p_{\text{общ}} = p(H_2) + p(N_2) = 64,85 \cdot 10^3 + 36,479 \cdot 10^3 = 101329 \text{ Па}$$

II. Выполнение упражнений. Подготовка к контрольной работе

Задание №1

Определите состав ядер следующих изотопов:

$$^{35}\text{Cl}, ^{81}\text{Br}, ^{12}\text{C}, ^{18}\text{O}, ^{15}\text{N}, ^{100}\text{Ag}, ^{30}\text{P}, ^{61}\text{Ni}$$

Задание №2

Рассчитайте количество протонов, нейтронов и электронов в следующих частицах:

$$^{24}\text{Mg}^{2+}, ^{31}\text{P}^{3-}, ^{15}\text{N}, ^{64}\text{Cu}^{2+}, ^{29}\text{Si}^{4-}, ^7\text{Li}$$