

Учимся решать задачи по химии



*Автор: Ситникова Т.С.
Учитель химии МБОУ
«СШ№32», высшая
категория*

Содержание:

- Количество вещества
- Число структурных единиц
- Относительная плотность газов
- Массовая доля вещества в смеси
- Массовая доля элемента
- Объёмная доля газа
- Молярная доля вещества
- Средняя молярная масса смеси газов
- Массовая доля газа
- Объединённый газовый закон Бойля – Мариотта и Гей-Люссака
- Уравнение Менделеева – Клапейрона
- Массовая доля растворённого вещества
- Массовая доля растворённого вещества в смешанном растворе
- Диагональная схема смешивания растворов («правило креста»)
- Молярная концентрация растворённого вещества
- Скорость химической реакции
- Закон действующих масс
- Правило Вант-Гоффа
- Молярная масса (для газов)
- Плотность вещества

Количество вещества

$$\nu = \frac{m}{M}$$

Пример

Для газов:

$$\nu = \frac{V}{V_m}$$

Пример

$V_m = 22,4$ л/моль (при н. у. - 0°C ; $101,3$ кПа)



Число структурных единиц

$$N = N_A \cdot \underline{\nu}$$

N_A - число Авогадро - $6,02 \cdot 10^{23}$



Относительная плотность газов

$$D = \frac{M_1}{M_2}$$

$$D_{\text{H}_2} = \frac{M_{\text{газа}}}{2}$$

$$D_{\text{возд}} = \frac{M_{\text{газа}}}{29}$$

Пример



Массовая доля вещества в смеси

$$\omega = \frac{m(\text{вещества})}{m(\text{смеси})}$$



Массовая доля элемента

$$\omega(\text{Э}) = \frac{M(\text{Э})}{M(\text{вещества})}$$

$$\omega(\text{Э}) = \frac{\nu(\text{Э}) \cdot M(\text{Э})}{M(\text{Э})}$$



Объёмная доля газа

$$\phi = \frac{V(\text{газа})}{V(\text{смеси})}$$



Мольная доля вещества

$$\chi = \frac{\underline{\nu}(\text{вещества})}{\nu(\text{смеси})}$$



Средняя молярная масса смеси газов

$$M(X+Y+Z) = \underline{j(X)} \cdot M(X) + \underline{j(Y)} \cdot M(Y) + \underline{j(Z)} \cdot M(Z)$$

$$M(X+Y+Z) = \underline{c(X)} \cdot M(X) + \underline{c(Y)} \cdot M(Y) + \underline{c(Z)} \cdot M(Z)$$



Массовая доля газа

$$\omega_{газ} = \frac{c_{газ} \cdot M_{газ}}{M^a(смеси)}$$



Объединённый газовый закон Бойля – Мариотта и Гей-Люссака

$$\frac{p}{VT} = \frac{p_0 V_0}{T_0}$$

Где $p_0 = 101,3$ кПа,

V_0 - объём газа при н.у.

$T_0 = 273$

Пример



Уравнение Менделеева - Клапейрона

$$pV = \nu RT = \frac{m}{M} RT$$

$$\text{Где } R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$



Массовая доля растворённого вещества

$$\omega(\text{р.в.}) = \frac{m(\text{р.в.})}{m_{\text{раствора}}}$$

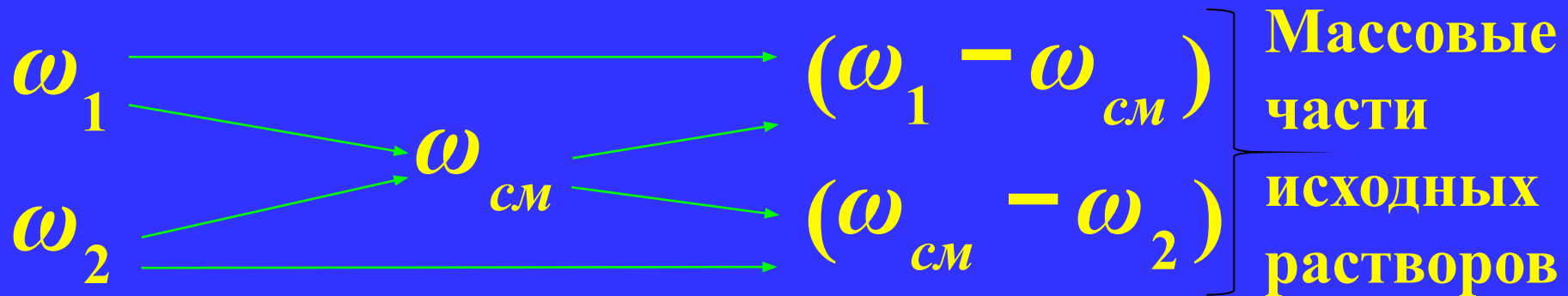
$$\omega(\text{р.в.}) = \frac{m(\text{р.в.})}{m(\text{р.в.}) + m_{\text{H}_2\text{O}}}$$

$$\omega(\text{р.в.}) = \frac{m(\text{р.в.})}{V_{\text{раствора}} \cdot \rho}$$

Массовая доля растворённого вещества в смешанном растворе

$$\omega_{\text{см(р.в.)}} = \frac{m_{1(\text{р.в.})} + m_{2(\text{р.в.})}}{m_{1(\text{р-ра})} + m_{2(\text{р-ра})}}$$

Диагональная схема смешивания растворов («правило креста»)



ω_1 - Более высокая массовая доля исходного раствора.

ω_2 - Более низкая массовая доля исходного раствора.

$\omega_{см}$ - Массовая доля раствора, полученного при смешивании.



Молярная концентрация растворённого вещества

$$C = \frac{\nu \text{ моль}}{V \text{ л}}$$

$$C = \frac{m}{\underline{M} \cdot V}$$

$$C = \frac{V_{\text{мл}} \cdot \underline{r} \cdot \underline{w}_{(p.v.)}}{\underline{M}_{(p.v.)} \cdot V \text{ л}}$$

Пример



Скорость химической реакции

$$v = \pm \frac{\Delta \underline{C}}{\Delta \tau}$$

Где τ - время



Закон действующих масс

$$v = k \cdot \underline{C}(a) \cdot \underline{C}(b)$$



Правило Вант-Гоффа

$$v_2 = v_1 \cdot \gamma^{\frac{t_1^0 - t_2^0}{10^0}}$$



Молярная масса (для газов)

$$M = V_m \cdot \underline{r}$$

$$M = 2 \cdot D_{H_2}$$



Плотность вещества

$$\rho = \frac{m}{V}$$



Примеры задач:

Пример: Вычислите относительную плотность оксида серы (IV) по водороду и по воздуху.

Дано:

$$M(SO_2) = 64 \text{ г/моль.}$$

Найти:

$$D_{H_2}(SO_2)$$

$$D_{\text{возд}}(SO_2)$$

Решение:

Из формулы следует, что:

$$D_{H_2}(SO_2) = \frac{M(SO_2)}{M(H_2)}$$

$$D_{H_2}(SO_2) = \frac{64}{2} = 32$$

$$D_{\text{возд}}(SO_2) = \frac{M(SO_2)}{M_{\text{возд}}} ; D_{\text{возд}}(SO_2) = \frac{64}{29} = 2,2$$

Ответ: $D_{H_2}(SO_2) = 32$; $D_{\text{возд}}(SO_2) = 2,2$.



Примеры задач:

Задача: Вычислите, сколько атомов содержится в сере количеством вещества 2 моль.

Дано:

$$\nu(S)=2 \text{ моль.}$$

Найти:

$$N(S)$$

Решение:

Число структурных единиц серы определяем по формуле:

$$N(S) = N_A \cdot \nu(S)$$

тогда $N(S) = 6 \cdot 10^{23} \cdot 2 = 12 \cdot 10^{23}$ (атомов серы).

Ответ: $N(S) = 12 \cdot 10^{23}$ атомов серы.



Примеры задач:

Задача: Вычислите массовые доли элементов в воде.

Дано:

$$\nu(\text{H}_2\text{O})=1 \text{ моль.}$$

Найти:

$$\omega(\text{H}); \omega(\text{O})$$

Решение:

Молярная масса воды равна:

$$M(\text{H}_2\text{O})=2 \cdot 1 + 16 = 18 \text{ (г/моль).}$$

Берем для расчета количество вещества 1 моль, тогда

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 18(\text{г}).$$

На основе формулы определяем:

$$\omega(\text{H}) = \frac{m(\text{H})}{m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{\nu(\text{H}) \cdot M(\text{H})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{2 \cdot 1}{18} = 0,11, \text{ или } 11\%.$$

$$\omega(\text{O}) = \frac{m(\text{O})}{m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{\nu(\text{O}) \cdot M(\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{1 \cdot 16}{18} = 0,89, \text{ или } 89\%.$$

Ответ: $\omega(\text{H}) = 0,11$ или 11% ; $\omega(\text{O}) = 0,89$ или 89% .



Примеры задач:

Задача: Определите количество вещества, соответствующее диоксиду кремния массой 180 г.

Дано:

$$m(\text{SiO}_2) = 180 \text{ г.}$$

Найти:

$$v(\text{SiO}_2).$$

Решение:

$$M(\text{SiO}_2) = M(\text{Si}) + 2M(\text{O}) = 28 \text{ г/моль} + 2 \cdot 16 \text{ г/моль} = 60 \text{ г/моль}$$

Используя формулу, определяем количество вещества диоксида кремния:

$$v(\text{SiO}_2) = \frac{m(\text{SiO}_2)}{M(\text{SiO}_2)}$$

$$\text{тогда } v(\text{SiO}_2) = \frac{180}{60} = 3 \text{ (моль)}$$

Ответ: $v(\text{SiO}_2) = 0,5$ моль.



Примеры задач:

Задача: Определите количество вещества, соответствующее кислороду объёмом 11,2 л (н.у.).

Дано:

$$\frac{V(O_2)=11,2 \text{ л}}{\quad}$$

Найти:

$$v(O_2)$$

Решение:

Для расчета используем формулу:

$$v(O_2) = \frac{V(O_2)}{V_m}$$

$$\text{тогда } v(O_2) = \frac{11,2}{22,4} \frac{\text{л}}{\text{л / моль}} = 0,5 \text{ (моль)}$$

Ответ: $v(O_2)=0,5$ моль.



Примеры задач:

Пример: Определите массу одной молекулы оксида углерода (IV).

Дано:

$$\underline{M(\text{CO}_2)=44 \text{ г/моль}}$$

Найти:

$$m_0(\text{CO}_2)$$

Решение:

Из формулы следует, что 1 моль вещества содержит $6 \cdot 10^{23}$ молекул, следовательно:

$$M(\text{CO}_2) = m_0(\text{CO}_2) \cdot N_A$$

тогда

$$m_0(\text{CO}_2) = \frac{M(\text{CO}_2)}{N_A} = \frac{44}{6 \cdot 10^{23}} = 7,31 \cdot 10^{-23} \text{ (г)}.$$

Ответ: $m_0(\text{CO}_2) = 7,31 \cdot 10^{-23} \text{ (г)}$.



Примеры задач:

Задача: Определите массу серной кислоты количеством вещества 0,25 моль.

Дано:

$$\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,25 \text{ моль.}$$

Найти:

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4)$$

Решение:

Из формулы следует, что:

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = \nu(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{H}_2\text{SO}_4);$$

$$M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot M(\text{H}) + M(\text{S}) + 4 \cdot M(\text{O}) =$$

$$= 2 \cdot 1 \text{ г/моль} + 32 \text{ г/моль} + 4 \cdot 16 \text{ г/моль} = 98 \text{ г/моль.}$$

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,25 \cdot 98 = 24,5 \text{ (г).}$$

Ответ: $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 24,5 \text{ г.}$



Примеры задач:

Задача: Определите молярную массу благородного газа X , плотность которого по водороду составляет 20. Назовите этот газ.

Дано:

$$D_{H_2}(X) = 20$$

Найти:

$M(X)$.

Решение:

Из формулы следует, что:

$$M(X) = 2 \cdot D_{H_2}(X),$$

$$M = 20 \cdot 2 = 40 \text{ (г/моль)}.$$

Из Периодической системы элементов следует, что этой молярной массе соответствует благородный газ аргон ($M(\text{Ar}) = 39,948 \text{ г/моль}$).

Ответ: $M(X) = 39,949 \text{ г/моль}$; аргон.



Примеры задач:

Задача: Определите массовую долю (%) соли в растворе, полученном при растворении 50 г соли в 200 г воды.

Дано:

$$m(\text{соли}) = 50 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 200 \text{ г}$$

Найти:

$$\omega (\text{соли})$$

Решение:

$$\omega (\text{соли}) = \frac{m(\text{соли})}{m(\text{соли}) + m(\text{H}_2\text{O})} =$$

$$= \frac{50}{50 + 200} = 0,2 \text{ или } 20\%$$

Ответ: $\omega (\text{соли}) = 0,2$ или 20%



Примеры задач:

Задача: Окисление серы протекает по уравнению: $S(\text{тв}) + O_2(\text{г}) = SO_2(\text{г})$

Как изменится скорость реакции, если объём системы уменьшить в 4 раза?

Дано:

$$V_1/V_2=4$$

Найти:

$$v_2 / v_1$$

Решение:



Обозначим концентрацию кислорода: $[O_2] = a$

1. Согласно закону действующих масс скорость реакции до изменения объёма равна: $v_1 = k[O_2] = ka$
2. Скорость реакции после уменьшения объёма (вследствие уменьшения объёма концентрация кислорода увеличивается в 4 раза): $v_2 = k(4a) = 4ka$
3. Определяем, во сколько раз возрастёт скорость реакции:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{4ka}{ka} = 4$$

Ответ: скорость реакции увеличится в 4 раза.



Примеры задач:

Задача: Вычислите, во сколько раз увеличится скорость реакции при повышении температуры от 30 до 70 °С, если температурный коэффициент скорости реакции равен 2.

Дано:

$$t=30\text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$t=70\text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$\gamma = 2.$$

Найти:

$$v(t_2)/v(t_1)$$

Решение:

По правилу Вант-Гоффа

$$v(t_2) = v(t_1) \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}}$$

По условию задачи требуется определить $v(t_2)/v(t_1)$

Подставим данные задачи в формулу:

$$\frac{v(t_2)}{v(t_1)} = \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}} = 2^{\frac{70 - 30}{10}} = 2^4 = 16$$

Следовательно, скорость реакции увеличится в 16 раз

Ответ: увеличится в 16 раз.



Примеры задач:

Задача: Определите молярную и нормальную концентрации растворённого вещества в 1 л раствора с массовой долей серной кислоты 62%, плотность которого равна 1,52 г/мл.

Дано:

$$\omega(H_2SO_4) = 62\%$$

$$\rho = 1.52 \text{ г/мл}$$

$$V = 1 \text{ л}$$

Найти:

$$C(H_2SO_4);$$

$$C_{\text{ЭКВ}}(H_2SO_4)$$

Решение:

1. Определяем массу серной кислоты в 1 л (1000 мл) раствора с массовой долей H_2SO_4 62%:

$$m(H_2SO_4) = V \cdot \rho \cdot \omega(H_2SO_4) = 1000 \cdot 1.52 \cdot 0.62 = 942,4 \text{ (г)}$$

2. Вычисляем молярность раствора (объём раствора составляет 1 л):

$$C(H_2SO_4) = \frac{m(H_2SO_4)}{M(H_2SO_4)} = \frac{942,4}{98 \cdot 1} = 9,616 \text{ (моль/л)}, \text{ или } 9,616 \text{ М}$$

Задачу можно решить в одно действие:

$$C(H_2SO_4) = \frac{m(H_2SO_4)}{M(H_2SO_4)} = \frac{V(\text{мл}) \cdot \rho \cdot \omega(H_2SO_4)}{M(H_2SO_4) \cdot V(\text{л})} = \frac{1000 \cdot 1.52 \cdot 0.62}{98 \cdot 1} = 9,616 \text{ (моль/л)}, \text{ или } 9,616 \text{ М}$$

$$C = \frac{V_{p(\text{мл})} \cdot \rho \cdot \omega}{M_{\text{ЭКВ}}(\text{г})}$$

3. Определяем нормальную концентрацию раствора:

$$M_{\text{ЭКВ}}(H_2SO_4) = \frac{M(H_2SO_4)}{\text{основность кислоты}} = \frac{98}{2} = 49 \text{ (г/моль)}$$

$$C_{\text{ЭКВ}}(H_2SO_4) = \frac{m(H_2SO_4)}{M_{\text{ЭКВ}}(H_2SO_4) \cdot V} = \frac{1000 \cdot 1.52 \cdot 0.62}{49 \cdot 1} = 19,232 \text{ (н.)}$$

Ответ: $C(H_2SO_4) = 9,616 \text{ М}$ $C_{\text{ЭКВ}}(H_2SO_4) = 19,232 \text{ н.}$



Примеры задач:

Задача: При давлении 105,4 кПа и температуре 25 °С азот занимает сосуд объёмом 5,5 л. Вычислите количество вещества азота, находящегося в данном сосуде.

Дано:

$$p=105,4 \text{ кПа};$$

$$t=25 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$V(N_2)=5,5 \text{ л}$$

Найти:

$$\nu(N_2)$$

Решение:

Способ 1.

1. Вычисляем абсолютную температуру, при которой находится азот:

$$T = 273 + t = 273 + 25 = 298 \text{ (К)}.$$

2. На основе формулы определяем объём азота при н.у.:

$$V_0 = \frac{pVT_0}{p_0 T} = \frac{105,4 \cdot 5,5 \cdot 27}{101,3 \cdot 298} = 5,24 \text{ (л)}$$

3. По формуле вычисляем количество вещества азота, находящееся в сосуде:

$$\nu(N_2) = \frac{V(N_2)}{V_m} = \frac{5,24}{22,4} = 0,234 \text{ (моль)}$$

Способ 2.

1. Вычисляем абсолютную температуру, при которой находится азот: $T=273+25=298 \text{ (К)}$

2. Вычисляем количество вещества азота. Из уравнения Менделеева-Клапейрона следует, что

$$\nu(N_2) = \frac{pV}{RT} = \frac{105,4 \cdot 5,5}{8,31 \cdot 298} = 0,234$$

Ответ: $\nu(N_2)=0,234$

моль



Примеры задач:

Задача: Воздух состоит примерно из 4 объёмов азота и 1 объёма кислорода. Определите среднюю молярную массу воздуха.

Дано:

$$V(N_2) : V(O_2) = \\ = 4 : 1$$

Найти:

M (воздуха)

Решение:

1. Используя формулу, определяем объёмные доли газов:

$$\phi(N_2) = \frac{V(N_2)}{V(N_2) + V(O_2)} = \frac{4}{4 + 1} = 0,8$$

$$\phi(O_2) = \frac{V(O_2)}{V(N_2) + V(O_2)} = \frac{1}{4 + 1} = 0,2$$

2. На основе формулы находим среднюю молярную массу воздуха:

$$M(\text{воздуха}) = 0,8 \cdot 28 + 0,2 \cdot 32 = 28,8 \cong 29$$

$$M(\text{воздуха}) = \phi(N_2) \cdot M(N_2) + \phi(O_2) \cdot M(O_2) \quad (\text{г/моль})$$

Ответ: M(воздуха) \cong 29 г/моль.



Примеры задач:

Задача: Смешали 300 г раствора с массовой долей хлорида натрия 20% и 500 г раствора с массовой долей - 40%. Вычислите массовую долю хлорида натрия в полученном растворе.

Дано:

$$m_{1p-pa} = 300 \text{ г}$$

$$m_{2p-pa} = 500 \text{ г}$$

$$\omega_1 = 20\%$$

$$\omega_2 = 40\%$$

Найти:

$$\omega_{см}$$

Решение

$$\omega_{см} = \frac{m_{1(p-pa)} \cdot \omega_1 + m_{2(p-pa)} \cdot \omega_2}{m_{1(p-pa)} + m_{2(p-pa)}}$$

$$\omega_{см} = \frac{300 \cdot 0,2 + 500 \cdot 0,4}{300 + 500} = 0,325 \text{ или } 32,5\%$$



Примеры задач:

Задача: Имеются растворы с массовой долей хлорида натрия 10 и 20%. Какую массу каждого раствора надо взять для получения 300 г раствора с массовой долей соли 12%?

Дано:

$$\omega_1 = 10\%$$

$$\omega_2 = 20\%$$

$$m_{см} (p - pa) = 300г$$

$$\omega_{см} = 12\%$$

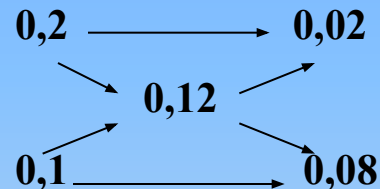
Найти:

$$m_1(p-ра)$$

$$m_2(p-ра)$$

Решение:

1. По правилу креста определяем массовые части исходных растворов:



Следует смешать более концентрированный раствор (20%) и 10% р-р в соотношении 0,02:0,08 или 1:4 (всего 5 частей).

Масса 10% р-ра:

$$\frac{300 \cdot 4}{5} = 240$$

Масса 20% раствора

$$\frac{300 \cdot 1}{5} = 60$$



Примеры задач:

Задача: Определить молярную массу газа X, если масса его 0,6 л (н.у.) составляет 0,75 г.

Дано:

$m(X)$ -0,75 г

$V(X)$ - 0,6 л

Найти:

$M(X)$

Решение:

По формулам:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$M = V_m \cdot \rho$$

Рассчитаем:

$$M = 22,4 \text{ л/моль} \cdot (0,75 \text{ г} : 0,6 \text{ л}) = 28 \text{ г/моль}$$



Примеры задач:

Задача: Рассчитайте плотность газа X, если масса его 0,6 л (н.у.) составляет 0,75 г.

Дано:

$m(X)$ -0,75 г

$V(X)$ - 0,6 л

Найти:

ρ (X)

Решение:

По формуле:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Рассчитаем: ρ

$$0,75\text{г} : 0,6 \text{ л} = 1,25 \text{ г/л}$$

Ответ: $\rho = 1,25\text{г/л}$



Примеры задач:

Задача: Смесь азота и оксида углерода(IV) объёмом 14 л (н.у.) имеет массу 25,5 г. Определите объёмную, мольную и массовую долю азота в смеси.

Дано:

$$m(\text{смеси}) = 25,5 \text{ г}$$

$$V(\text{смеси}) = 14 \text{ л}$$

Найти:

$$\varphi(N_2); \chi(N_2); \omega(N_2)$$

Решение:

1. Находим количество вещества газовой смеси:

$$v(\text{смеси}) = \frac{V(\text{смеси})}{V_m} = \frac{14}{22,4} = 0,625 (\text{моль})$$

2. Вычисляем среднюю молярную массу смеси:

$$M(\text{смеси}) = \frac{m(\text{смеси})}{v(\text{смеси})} = \frac{25,5}{0,625} = 40,8 (\text{г / моль})$$

3. Находим объёмную долю азота в смеси. Пусть x – объёмная доля азота в смеси, тогда $(1-x)$ – объёмная доля оксида углерода (IV) в смеси:

$$\varphi(N_2) = x, \varphi(CO_2) = 1 - x;$$

$$\begin{aligned} M(\text{смеси}) &= \varphi(N_2) \cdot M(N_2) + \varphi(CO_2) \cdot M(CO_2) \Rightarrow \\ &\Rightarrow 40,8 = x \cdot 28 + (1 - x) \cdot 44; \quad x = 0,2 \text{ или } 20\% \end{aligned}$$

4. Определяем мольную долю азота в смеси. По закону Авогадро объёмная доля газа в смеси равна его мольной доле, поэтому объёмная доля азота равна его мольной доле (0,2 или 20%)

5. Вычисляем массовую долю азота в смеси:

$$v(N_2) = \chi(N_2) \cdot v(\text{смеси}) = 0,2 \cdot 0,625 = 0,125 (\text{моль}),$$

$$m(N_2) = v(N_2) \cdot M(N_2) = 0,125 \cdot 28 = 3,5 (\text{г}),$$

$$\text{откуда } \omega(N_2) = \frac{m(N_2)}{m(\text{смеси})} = \frac{3,5}{25,5} = 0,137, \text{ или } 13,7\%$$



Примеры задач:

Задача: Реакция протекает по уравнению $A+B=2C$. Начальная концентрация вещества А равна 0,22 моль/л, а через 10 сек -0,215 моль/л. Вычислите среднюю скорость реакции.

Дано:

$$C_1 - 0,22 \text{ моль/л}$$

$$C_2 - 0,215 \text{ моль/л}$$

$$\tau = 10 \text{ сек}$$

Найти:

Среднюю скорость р-и

Решение:

$$v = \pm \frac{\Delta C}{\Delta \tau}$$

$$v = \frac{0,22 - 0,215 (\text{моль/л})}{10 \text{ сек}} = 0,0005 \frac{\text{моль/л}}{\text{сек}}$$

