

Олимпиада школьников «Покори Воробьёвы горы!»
по химии
Очный тур – 2012 год

ЕКАТЕРИНБУРГ
Вариант 8

1. Рассчитайте массу девяти молекул метана.

Решение:

$$m = 9 \cdot \frac{M(\text{CH}_4)}{N_A} = 9 \cdot \frac{16}{6.02 \cdot 10^{23}} = 2.39 \cdot 10^{-22} \text{ г.}$$

Ответ: $2.39 \cdot 10^{-22}$ г.

2. Газовая смесь состоит из 5 об. % азота, 60 об. % метана и газа X. Средняя молярная масса смеси газов равна 22.2 г/моль. Предложите формулу газа X, удовлетворяющую условию задачи.

Решение:

$$M_{\text{ср}} = \varphi_1 \cdot M_1 + \varphi_2 \cdot M_2 + \varphi_3 \cdot M_3 = 0.05 \cdot 28 + 0.60 \cdot 16 + 0.35 \cdot M_3 = 22.2 \text{ г/моль,}$$

откуда $M_3 = 32$ г/моль. Газ – O_2 .

Ответ: O_2 .

3. Смешали 20 мл раствора NH_4Cl (концентрация 0.1 моль/л) с 30 мл раствора MgCl_2 (концентрация 0.25 моль/л) и 45 мл раствора AlCl_3 (концентрация 0.05 моль/л) и 400 мл воды. Определите молярную концентрацию ионов Cl^- в полученном растворе.

Решение:

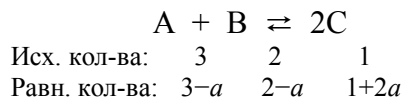
$$C(\text{Cl}^-) = \frac{V_1 \cdot C_1 + V_2 \cdot C_2 \cdot 2 + V_3 \cdot C_3 \cdot 3}{V_1 + V_2 + V_3 + 400} = \frac{20 \cdot 0.1 + 30 \cdot 0.25 \cdot 2 + 45 \cdot 0.05 \cdot 3}{20 + 30 + 45 + 400} = 0.048 \text{ моль/л.}$$

Ответ: 0.048 моль/л.

4. Смешали 3 моль вещества A с 2 моль вещества B и 1 моль вещества C. После установления равновесия $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons 2\text{C}$ в системе обнаружили 3 моль вещества C. Определите равновесный состав смеси (в мольных %), полученной при смешении по 3 моль веществ A, B и C при той же температуре.

Решение:

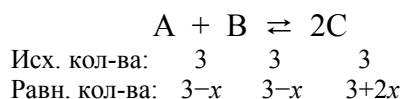
В первом случае:



По условию $\nu(\text{C}) = (1 + 2a) = 3$, откуда $a = 1$.

$$\text{Константа равновесия равна: } K = \frac{[\text{C}]^2}{[\text{A}][\text{B}]} = \frac{(1+2a)^2}{(3-a) \cdot (2-a)} = \frac{3^2}{2 \cdot 1} = 4.5.$$

Во втором случае:



Константа равновесия равна: $K = \frac{[C]^2}{[A][B]} = \frac{(3+2x)^2}{(3-x) \cdot (3-x)} = 4.5$, откуда $x = 0.816$.

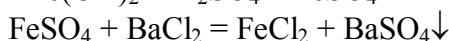
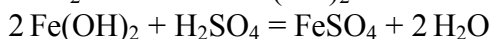
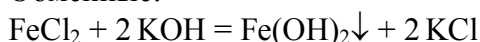
$$\varphi(A) = \frac{(3-x)}{9} = 24.3\%, \quad \varphi(B) = \frac{(3-x)}{9} = 24.3\%, \quad \varphi(C) = \frac{(3+2x)}{9} = 51.4\%.$$

Ответ: $\varphi(A) = 24.3\%$, $\varphi(B) = 24.3\%$, $\varphi(C) = 51.4\%$.

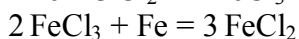
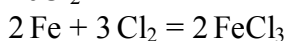
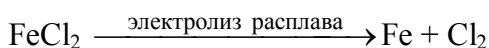
5. Напишите уравнения химических реакций, соответствующие следующей схеме превращений: $FeCl_2 \rightarrow X_1 \rightarrow X_2 \rightarrow FeCl_2$. Рассмотрите два случая: 1) все реакции – обменные; 2) все реакции – окислительно-восстановительные.

Решение:

Обменные:

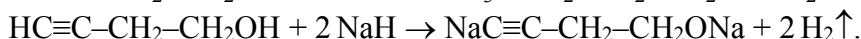
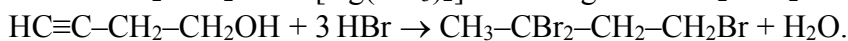
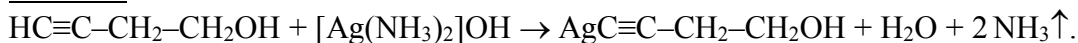


Окислительно-восстановительные:



6. Неизвестное вещество X состава C_4H_6O взаимодействует с аммиачным раствором оксида серебра. X реагирует также с бромоводородом, давая $C_4H_7Br_3$, а с гидридом натрия дает $C_4H_4ONa_2$. Установите строение X и напишите уравнения упомянутых реакций.

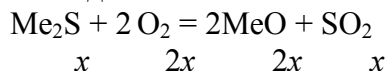
Решение:



7. Сульфид металла Me_2S массой 40 г (металл проявляет в своих соединениях степени окисления +1 и +2) поместили в замкнутый реактор, содержащий 0.75 моль кислорода, и подожгли. После окончания процесса давление газов при неизменной температуре уменьшилось в 1.5 раза по сравнению с начальным. Установите формулу твердого оксида, образовавшегося при сгорании, а также формулу и количество вещества, полученного при последующем растворении этого оксида в избытке азотной кислоты.

Решение:

При сгорании Me_2S образуется оксид MeO :



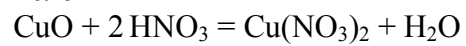
Пусть $\nu(MeS) = x$ моль, тогда после реакции в газовой смеси останется $(0.75 - 2x)$ моль O_2 и образуется x моль SO_2 . Давление уменьшилось в 1.5 раза за счёт уменьшения количества газов:

$$\frac{p_1}{p_2} = 1.5 = \frac{0.75}{0.75 - 2x + x},$$

откуда $x = 0.25$. Молярная масса сульфида $M(Me_2S) = 40 / 0.25 = 160$ г/моль.

Тогда молярная масса металла $M(Me) = (160 - 32) / 2 = 64$ г/моль. Это медь, Cu.

При сгорании 0.25 моль Cu_2S образовалось 0.5 моль CuO . При растворении этого оксида в избытке азотной кислоты



образовалось 0.5 моль $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$.

Ответ: CuO , 0.5 моль $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$.