

Олимпиада школьников «Покори Воробьёвы горы!»

по химии

Очный тур – 2012 год

УФА

Вариант 13

1. Рассчитайте массу тринадцати атомов серебра.

Решение:

$$m = 13 \cdot \frac{M(\text{Ag})}{N_A} = 13 \cdot \frac{108}{6.02 \cdot 10^{23}} = 2.33 \cdot 10^{-21} \text{ г.}$$

Ответ: $2.33 \cdot 10^{-21}$ г.

2. Газовая смесь состоит из 30 об. % аргона, 10 об. % водорода и гелия. Рассчитайте среднюю молярную массу смеси газов.

Решение:

$$M_{\text{ср}} = \varphi_1 \cdot M_1 + \varphi_2 \cdot M_2 + \varphi_3 \cdot M_3 = 0.30 \cdot 40 + 0.10 \cdot 2 + 0.60 \cdot 4 = 14.6 \text{ г/моль.}$$

Ответ: 14.6 г/моль.

3. К смеси 25 мл раствора $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ с концентрацией 0.2 моль/л, 35 мл раствора $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ с концентрацией 0.05 моль/л и 40 мл раствора FeBr_3 с концентрацией 0.1 моль/л добавили воды до объема 500 мл. Определите молярную концентрацию ионов Fe^{3+} в полученном растворе.

Решение:

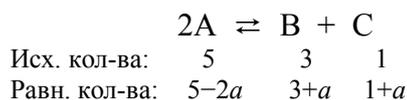
$$C(\text{Fe}^{3+}) = \frac{V_1 \cdot C_1 + V_2 \cdot C_2 \cdot 2 + V_3 \cdot C_3}{V} = \frac{25 \cdot 0.2 + 35 \cdot 0.05 \cdot 2 + 40 \cdot 0.1}{500} = 0.025 \text{ моль/л.}$$

Ответ: 0.025 моль/л.

4. Смешали 5 моль вещества А с 3 моль вещества В и 1 моль вещества С. После установления равновесия $2\text{A} \rightleftharpoons \text{B} + \text{C}$ в системе обнаружили 3 моль вещества С. Определите равновесный состав смеси (в мольных %), полученной при смешении по 3 моль веществ А, В и С при той же температуре.

Решение:

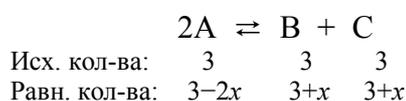
В первом случае:



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

$$\text{Константа равновесия равна: } K = \frac{[\text{B}][\text{C}]}{[\text{A}]^2} = \frac{(3+a) \cdot (1+a)}{(5-2a)^2} = \frac{5 \cdot 3}{1^2} = 15.$$

Во втором случае:



Константа равновесия равна: $K = \frac{[B][C]}{[A]^2} = \frac{(3+x) \cdot (3+x)}{(3-2x)^2} = 15$, откуда $x = 0.985$.

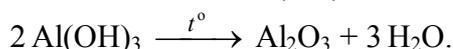
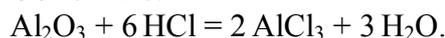
$$\varphi(A) = \frac{(3-2x)}{9} = 11.4\%, \quad \varphi(B) = \frac{(3+x)}{9} = 44.3\%, \quad \varphi(C) = \frac{(3+x)}{9} = 44.3\%.$$

Ответ: $\varphi(A) = 11.4\%$, $\varphi(B) = 44.3\%$, $\varphi(C) = 44.3\%$.

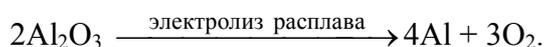
5. Напишите уравнения химических реакций, соответствующие следующей схеме превращений: $Al_2O_3 \rightarrow X_1 \rightarrow X_2 \rightarrow Al_2O_3$. Рассмотрите два случая: 1) все реакции – обменные; 2) все реакции – окислительно-восстановительные.

Решение:

Обменные:

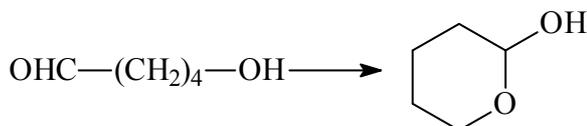
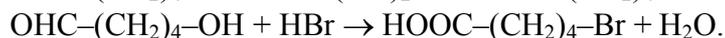
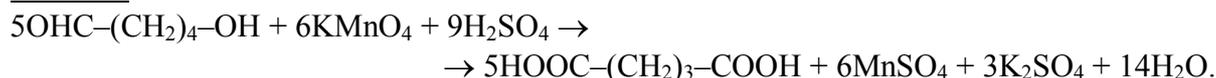


Окислительно-восстановительные:



6. Неизвестное вещество X состава $C_5H_{10}O_2$ обесцвечивает горячий подкисленный раствор перманганата калия, при длительном кипячении превращаясь в $C_5H_8O_4$. X реагирует с гидроксидом меди (II) с образованием желтого осадка, становящегося красным, а также вступает в реакцию с HBr. В кислой среде X превращается в циклический изомер. Установите строение X и напишите уравнения упомянутых реакций.

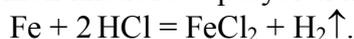
Решение:



7. Порошок железа массой 12.6 г растворили в 200 мл соляной кислоты, с концентрацией 4 моль/л и полученный раствор оставили на воздухе. Через некоторое время к раствору добавили 10 %-ный раствор гидроксида калия до полного выпадения осадка, который отфильтровали и нагревали до постоянной массы в инертной атмосфере. Масса сухого остатка оказалась равной 17.2 г. Определите состав сухого остатка (в мольных %). Напишите уравнения проведенных реакций.

Решение:

При растворении железа в соляной кислоте образуется хлорид железа (II):

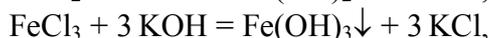
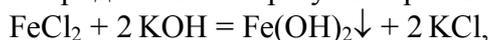


Количества железа и соляной кислоты равны: $\nu(Fe) = 12.6 / 56 = 0.225$ моль, $\nu(HCl) = 0.2 \cdot 4 = 0.8$ моль. Следовательно, кислота в избытке и железо растворится полностью.

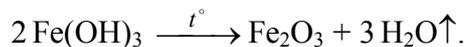
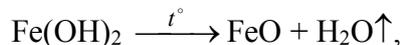
На воздухе в избытке соляной кислоты FeCl_2 частично окисляется до FeCl_3 :



При действии щёлочи оба хлорида железа образуют нерастворимые гидроксиды:



которые при прокаливании в инертной атмосфере превращаются в соответствующие оксиды:



Сухой остаток состоит из FeO и Fe_2O_3 . Пусть $\nu(\text{FeO}) = x$ моль, $\nu(\text{Fe}_2\text{O}_3) = y$ моль, тогда масса смеси равна:

$$72x + 160y = 17.2.$$

Общее количество железа в оксидах равно исходному количеству железа:

$$x + 2y = 0.225.$$

Решая полученную систему двух уравнений, находим: $x = 0.1$, $y = 0.0625$.

Мольные доли оксидов равны: $N(\text{FeO}) = 0.1 / (0.1 + 0.0625) = 61.5 \%$, $N(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 38.5 \%$.

Ответ: 61.5 % FeO , 38.5 % Fe_2O_3 .