

Олимпиада школьников «Покори Воробьёвы горы!»

по химии Очный тур – 2012 год

БРЯНСК Вариант 15

1. Рассчитайте массу двадцати пяти атомов меди.

Решение:

$$m = 25 \cdot \frac{M(\text{Cu})}{N_A} = 25 \cdot \frac{63.5}{6.02 \cdot 10^{23}} = 2.64 \cdot 10^{-21} \text{ г.}$$

Ответ: $2.64 \cdot 10^{-21}$ г.

2. Газовая смесь состоит из 25 об. % гелия, 15 об. % кислорода и азота. Рассчитайте среднюю молярную массу смеси газов.

Решение:

$$M_{\text{ср}} = \varphi_1 \cdot M_1 + \varphi_2 \cdot M_2 + \varphi_3 \cdot M_3 = 0.25 \cdot 4 + 0.15 \cdot 32 + 0.6 \cdot 28 = 22.6 \text{ г/моль}$$

Ответ: 22.6 г/моль.

3. Смешали 5 мл раствора KNO_3 (концентрация 0.1 моль/л) с 15 мл раствора $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ (концентрация 0.2 моль/л) и 40 мл раствора $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ (концентрация 0.1 моль/л) и добавили 400 мл воды. Определите молярную концентрацию ионов NO_3^- в полученном растворе.

Решение:

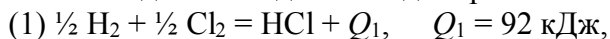
$$C(\text{NO}_3^-) = \frac{V_1 \cdot C_1 + V_2 \cdot C_2 \cdot 2 + V_3 \cdot C_3 \cdot 3}{V_1 + V_2 + V_3 + 400} = \frac{5 \cdot 0.1 + 15 \cdot 0.2 \cdot 2 + 40 \cdot 0.1 \cdot 3}{5 + 15 + 40 + 400} = 0.04 \text{ моль/л.}$$

Ответ: 0.04 моль/л.

4. Теплота образования хлороводорода из простых веществ при стандартных условиях равна 92 кДж/моль. Рассчитайте энергию связи H–Cl в молекуле хлороводорода, если энергии связей в молекулах H_2 и Cl_2 составляет 436 и 242 кДж/моль, соответственно.

Решение:

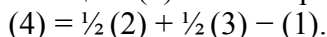
Запишем данные задачи в виде термохимических уравнений:



Необходимо найти теплоту реакции



Реакцию (4) можно представить как комбинацию трёх первых реакций, а именно:



Соответственно, теплота реакции (4) равна

$$Q_4 = \frac{1}{2} Q_2 + \frac{1}{2} Q_3 - Q_1 = \frac{1}{2} \cdot (-436) + \frac{1}{2} \cdot (-242) - 92 = -431 \text{ кДж/моль.}$$

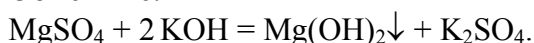
Отсюда энергия связи H–Cl равна 431 кДж/моль.

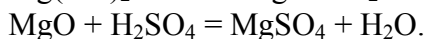
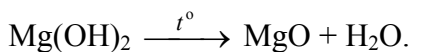
Ответ: 431 кДж/моль.

5. Напишите уравнения химических реакций, соответствующие следующей схеме превращений: $\text{MgSO}_4 \rightarrow X_1 \rightarrow X_2 \rightarrow \text{MgSO}_4$. Рассмотрите два случая: 1) все реакции – обменные; 2) все реакции – окислительно-восстановительные.

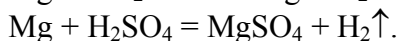
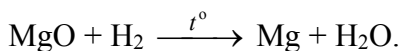
Решение:

Обменные:



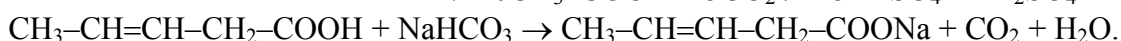
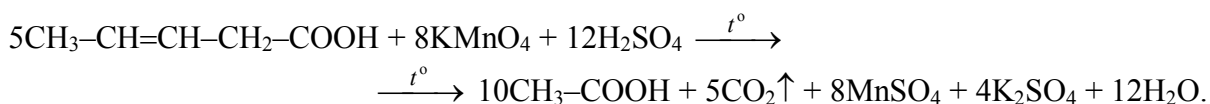
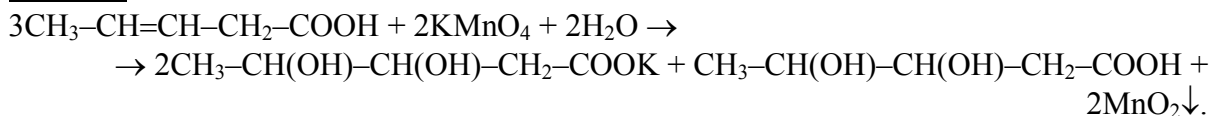


Окислительно-восстановительные:



6. Неизвестное вещество X состава $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_2$ обесцвечивает холодный раствор перманганата калия. При нагревании X с подкисленным раствором перманганата калия образуется уксусная кислота. Реакция X с насыщенным раствором гидрокарбоната натрия сопровождается выделением газа. Установите строение X и напишите уравнения упомянутых реакций.

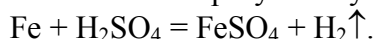
Решение:



7. Порошок железа массой 9.8 г растворили в 300 мл серной кислоты с концентрацией 1.5 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 13.4 г. Определите состав сухого остатка (в мольных %). Напишите уравнения проведенных реакций.

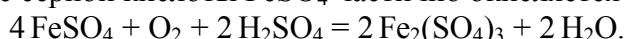
Решение:

При растворении железа в серной кислоте образуется сульфат железа (II):

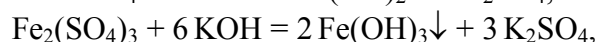
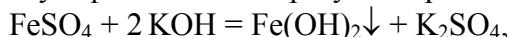


Количества железа и серной кислоты равны: $\nu(\text{Fe}) = 9.8 / 56 = 0.175$ моль, $\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0.3 \cdot 1.5 = 0.45$ моль. Следовательно, кислота в избытке и железо растворится полностью.

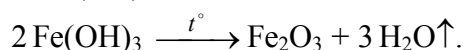
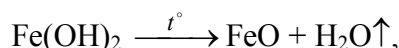
На воздухе в избытке серной кислоты FeSO_4 частично окисляется до $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$:



При действии щёлочи оба сульфата 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:

$$72x + 160y = 13.4.$$

Общее количество железа в оксидах равно исходному количеству железа:

$$x + 2y = 0.175.$$

Решая полученную систему двух уравнений, находим: $x = 0.075$, $y = 0.05$.

Мольные доли оксидов равны: $N(\text{FeO}) = 0.075 / (0.075 + 0.05) = 60\%$, $N(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 40\%$.

Ответ: 60 % FeO , 40 % Fe_2O_3 .