

Задания 9 класса

Задача № 9-1

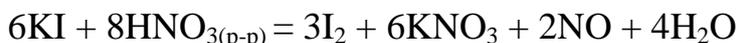
Можно предположить, что в реакции (1) окислителем являлась концентрированная серная кислота, тогда восстановителем – металлическая медь или соединение меди (I):



Выделение оксида азота (IV) в реакции (2) свидетельствует о том, что окислителем являлась концентрированная азотная кислота, а восстановителем – сульфид меди (II):



Выделение в реакции (3) оксида азота (II) свидетельствует о том, что окислителем являлась разбавленная азотная кислота, а восстановителем иодид калия:



Разбалловка

Написание уравнений (1) и (2)	2x3 б. = 6 б.
Написание уравнения (3)	4 б.
ИТОГО	10 б.

Задача № 9-2

По уравнению Менделеева-Клапейрона находим количество вещества кислорода и углекислого газа в воздушной смеси:

$$pV = nRT$$

$$n = \frac{pV}{RT}$$

$$n(\text{O}_2) = \frac{100 \cdot 5,11}{8,31 \cdot 300} = 0,205 \text{ моль}$$

$$n(\text{CO}_2) = \frac{100 \cdot 1,25}{8,31 \cdot 300} = 0,005 \text{ моль}$$

Суммарное количество молей атомарного кислорода равно:

$$n(\text{O}) = 2n(\text{O}_2) + 2n(\text{CO}_2) = 2 \cdot 0,205 + 2 \cdot 0,005 = 0,42 \text{ моль}$$

Число атомов кислорода в воздушной смеси равно:

$$N(\text{O}) = n(\text{O}) \cdot N_A = 0,42 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 2,53 \cdot 10^{23} \text{ атомов}$$

Разбалловка

Расчет количества веществ в смеси	3 б.х2 = 6 б.
Расчет числа моль атомарного кислорода	2 б.
Расчет числа атомов кислорода	2 б.
ИТОГО	10 б.

Задача № 9-3

Определим массу водорода, входящую в состав 100 г медного купороса:

$$m(\text{H}) = 100 - 25,6 - 12,8 - 57,6 = 4 \text{ г}$$

Определим брутто-формулу медного купороса – $\text{Cu}_x\text{S}_y\text{O}_z\text{H}_w$:

$$x : y : z : w = \frac{25,6}{64} : \frac{12,8}{32} : \frac{57,6}{16} : \frac{4}{1} = 0,4 : 0,4 : 3,6 : 4 = 1 : 1 : 9 : 10$$

Брутто-формула медного купороса $\text{CuSO}_9\text{H}_{10}$ или $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Рассчитаем массу и количество воды, используя молярные массы медного купороса и безводного сульфата меди:

$$M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 250 \text{ г/моль}, M(\text{CuSO}_4) = 160 \text{ г/моль}.$$

Тогда масса воды в 480 г медного купороса:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = \frac{(M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) - M(\text{CuSO}_4)) \cdot m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = \frac{(250 - 160) \cdot 480}{250} = 172,8 \text{ г};$$

количество воды

$$\nu(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{172,8}{18} = 9,6 \text{ моль}$$

Рассчитаем массовую долю сульфата меди в растворе, полученном из 172,8 г воды и 54 г медного купороса, предварительно выяснив массу сульфата меди в навеске медного купороса:

$$m'(\text{CuSO}_4) = \frac{M(\text{CuSO}_4) \cdot m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})}{M(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O})} = \frac{160 \cdot 54}{250} = 34,56 \text{ г};$$

$$\omega(\text{CuSO}_4) = \frac{m(\text{CuSO}_4)}{m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) + m(\text{H}_2\text{O})} \cdot 100 = \frac{34,56}{54 + 172,8} \cdot 100 = 15,24\%$$

Разбалловка

Определение формулы медного купороса	4 б.
Расчет массы воды в навеске медного купороса	3 б.
Расчет количества молей воды в навеске медного купороса	1 б.
Расчет массовой доли сульфата меди в растворе	2 б.
ИТОГО	10 б.

Задача № 9-4

Примем, что искомая соль X имеет формулу $K_xB_yO_z$, и найдем мольное соотношение элементов в молекуле:

$$x : y : z = \frac{\omega(K)}{A(K)} \div \frac{\omega(B)}{A(B)} \div \frac{\omega(O)}{A(O)} = \frac{33,5}{39,1} \div \frac{18,5}{10,8} \div \frac{48}{16} = 0,857 \div 1,713 \div 3 = 1 \div 2 \div 3,5 = 2 \div 4 \div 7.$$

Формула соли $K_2B_4O_7$, а название – тетраборат калия.

Представим уравнение реакции получения тетрабората калия из предложенных реагентов:



Взаимодействие тетрабората калия с серной кислотой сопровождается образованием ортоборной (борной) кислоты (А) – H_3BO_3 :



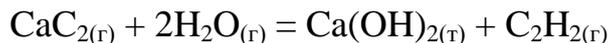
На внешнем уровне атома бора три электрона. При образовании ортоборной кислоты задействованы одна 2s и две 2p орбитали, одна 2p орбиталь атома бора вакантна. Кислая реакция среды растворов ортоборной кислоты объясняется не выделением ионов водорода при диссоциации, а отщеплением гидроксид-иона от молекулы воды и присоединении его к атому бора через кислород по донорно-акцепторному механизму (кислород – донор, бор – акцептор). Это выражается следующим уравнением:



Разбалловка

Определение формулы соли X	2 б.
Написание уравнения реакции (1)	2 б.
Написание уравнения(ий) реакции образования H_3BO_3	2 б.
Название веществ X, А	2x1 б. = 2 б.
Объяснение кислотных свойств ортоборной кислоты, написание уравнения (3)	2 б.
ИТОГО	10 б.

Задача № 9-5



Определим какое количество карбида кальция вступило в реакцию:

$$n(\text{CaC}_2) = \frac{128}{64} = 2 \text{ моль}$$

Тогда тепловой эффект указанной химической реакции равен:

При взаимодействии 2 моль CaC_2 выделяется 253,76 кДж теплоты

При взаимодействии 1 моль CaC_2 выделяется X кДж теплоты

$$X = 253,76/2 = 126,88 \text{ кДж}$$

Чтобы вычислить теплоту образования гидроксида кальция запишем уравнение для расчета теплового эффекта уравнения реакции (1):

$$Q_{\text{хр}} = Q_{\text{обр}}[\text{Ca}(\text{OH})_2] + Q_{\text{обр}}(\text{C}_2\text{H}_2) - Q_{\text{обр}}(\text{CaC}_2) - 2Q_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{O})$$

Так тепловые эффекты представленных в условии реакций представляют собой теплоты образования карбида кальция, ацетилен и воды, то:

$$\begin{aligned} Q_{\text{обр}}[\text{Ca}(\text{OH})_2] &= -Q_{\text{обр}}(\text{C}_2\text{H}_2) + Q_{\text{обр}}(\text{CaC}_2) + 2Q_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{O}) + Q_{\text{хр}} = \\ &= -226,75 - 62,7 - 2 \cdot 285,84 - 126,88 = 988,01 \text{ кДж/моль} \end{aligned}$$

1 м³ ацетилена при нормальных условиях содержит $1000/22,4 = 44,64$ моль ацетилена. Согласно уравнению реакции (1):

$$n(\text{CaC}_2) = n(\text{C}_2\text{H}_2) = 44,64 \text{ моль}$$

$$m(\text{CaC}_2) = 44,64 \cdot 64 = 2856,96 \text{ г (2,857 кг)}$$

Разбалловка

Расчет теплового эффекта реакции (1)	3 б.
Расчет теплоты образования гидроксида кальция	4 б.
Расчет массы карбида кальция	2 б.
ИТОГО	10 б.