

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ХИМИИ
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП
2021-2022 УЧЕБНЫЙ ГОД
9 КЛАСС

РЕШЕНИЯ

Задача 1.

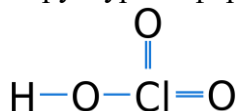
1. Электронное строение $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ имеют ионы Cl^- , S^{2-} , P^{3-} , K^+ , Ca^{2+} , из которых Cl^- и S^{2-} могут образовывать в окислительно-восстановительных реакциях желто-зеленый газ и твердое простое вещество соответственно $\Rightarrow A - HCl$; $B - H_2S$.
2. $2Mn^{+7} + 10e \rightarrow 2Mn^{+2}$ – окислитель
 $10Cl^- - 10e \rightarrow 10Cl^0$ – восстановитель.
 $16HCl + 2KMnO_4 \rightarrow 5Cl_2 \uparrow + 2MnCl_2 + 2KCl + 8H_2O$
3. $2Mn^{+7} + 6e \rightarrow 2Mn^{+4}$ – окислитель
 $3S^{2-} - 6e \rightarrow 3S^0$ – восстановитель.
 $3H_2S + 2KMnO_4 \rightarrow 2H_2O + 2KOH + 2MnO_2 + 3S \downarrow$

Задача 2.

1. Найдем содержание диоксида серы в мг в 1 м^3 воздуха с учетом 80% от нормы: $0,05 * 0,8 * 1 = 0,04 \text{ мг}$.
Пересчитаем содержание диоксида серы на 1 л ($1/1000 \text{ м}^3$) воздуха: $0,04 * 10^{-3} \text{ мг}$ или $0,04 * 10^{-6} \text{ г}$;
Найдем количество диоксида серы в 1 л воздуха: $n(SO_2) = 0,04 * 10^{-6} \text{ г} / 64 \text{ г/моль} = 6,25 * 10^{-10} \text{ моль}$;
Найдем количество молекул диоксида серы в 1 л воздуха: $N(SO_2) = 6,25 * 10^{-10} * 6,02 * 10^{23} = 37,6 * 10^{13}$.
2. В условиях недостатка щелочи образуется кислая соль: $KOH + SO_2 \rightarrow KHSO_3$,
Найдем количество диоксида серы в 5 л воздуха: $n(SO_2) = 6,25 * 10^{-10} \text{ моль} * 5 = 31,25 * 10^{-10} \text{ моль} = n(KOH)$;
Найдем минимальную массу гидроксида калия: $m(KOH) = 31,25 * 10^{-10} \text{ моль} * 56 \text{ г/моль} = 1,75 * 10^{-7} \text{ г}$;
3. $2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$
 $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$.

Задача 3.

1. Найдем массу раствора кислоты: $4,875 \text{ мл} * 1,04 \text{ г/мл} = 5,07 \text{ г}$;
2. Учитывая, что раствор 10%, масса кислоты в растворе: $5,07 \text{ г} * 0,1 = 0,507 \text{ г}$.
3. Так как кислота одноосновная сильная и условно диссоциирует нацело, то при диссоциации из любого количества вещества образуется в 2 раза больше ионов \Rightarrow число молекул кислоты: $7,224 * 10^{21} / 2 = 3,612 * 10^{21}$
4. Количество кислоты: $3,612 * 10^{21} / 6,02 * 10^{23} = 6 * 10^{-3} \text{ моль}$;
5. Молярная масса кислоты: $0,507 \text{ г} / 6 * 10^{-3} \text{ моль} = 84,5 \text{ г/моль}$
6. Найдем элемент, образующий кислоту:
 $M(E) = 84,5 - (M(H) + 3 M(O)) = 35,5 \text{ г/моль}$, $\Rightarrow Cl \Rightarrow HClO_3$.
7. Получение: $2BaClO_3 + H_2SO_4 \rightarrow 2HClO_3 + BaSO_4 \downarrow$.
8. Структурная формула:



Задача 4.

1. $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$;
2. Предположим, что при пропускании смеси газов через известковую воду в реакцию вступает только углекислый газ, тогда $n(\text{CaCO}_3) = 4 \text{ г} / 100 \text{ г/моль} = 0,04 \text{ моль} = n(\text{CO}_2)$;
3. По уравнению Менделеева-Клайперона:
$$n(\text{газовой смеси}) = pV / RT = (101,325 \text{ кПа} * 10,18 \text{ л}) / (8,314 \text{ кПа*л/(К*моль)} * (273+40)\text{К}) = 0,396 \text{ моль};$$
4. $n(\text{X}) = 0,396 - 0,04 = 0,356 \text{ моль}$;
5. $m(\text{CO}_2) = 0,04 \text{ моль} * 44 \text{ г/моль} = 1,76 \text{ г}$
6. $M(\text{X}) = m(\text{X}) / n(\text{X}) = (48,41 \text{ г} - 1,76 \text{ г}) / 0,356 \text{ моль} = 131 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{газ Xe}$.
7. $2\text{XeF}_2 + 4\text{NaOH} \rightarrow 2\text{Xe} \uparrow + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{NaF} + 2\text{H}_2\text{O}$
 $\text{Xe}^{+2} + 2\text{e} \rightarrow \text{Xe}^0 - \text{окислитель}$
 $2\text{O}^{-2} - 4\text{e} \rightarrow 2\text{O}^0 - \text{восстановитель}.$

(20 баллов)

Задача 5.

1. Запишем формулы двух минералов в общем виде: $\text{Cu}_x(\text{An})_2 * y\text{H}_2\text{O}$ (1) и $\text{Cu}_x(\text{An})_2 * z\text{H}_2\text{O}$ (2).
2. Найдем количество воды в каждом кристаллогидрате, выразив его через массовую долю и решив систему уравнений:
$$\omega_1(\text{H}_2\text{O}) = 18y / (18y + M) = 0,36$$
$$\omega_2(\text{H}_2\text{O}) = 18z / (18z + M) = 0,2523$$

$$18y = 6,48y + 0,36M$$
$$18z = 4,5414z + 0,2523M$$

$$11,52y = 0,36M$$
$$13,4586z = 0,2523M$$

$$M = 32y$$
$$M = 53,3436z$$

$$32y = 53,3436z, y=1,667z \Rightarrow 5y = 3z \Rightarrow \text{Cu}_x(\text{An})_2 * 5\text{H}_2\text{O} \text{ (1) и } \text{Cu}_x(\text{An})_2 * 3\text{H}_2\text{O};$$
3. Найдем молекулярную массу кислотного остатка:
$$0,36 = 18 * 5 / (18 * 5 + M)$$
$$90 = 32,4 + 0,36M$$
$$M = 160 - \text{молярная масса безводной соли}$$
$$M - M(\text{Cu}) = 160 - 64 = 96 \Rightarrow \text{это сульфаты } (\text{CuSO}_4 * 5\text{H}_2\text{O} \text{ (1) и } \text{CuSO}_4 * 3\text{H}_2\text{O}).$$
4. Общее название таких кристаллогидратов – **купоросы**;
5. $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{CuO} \downarrow (\text{X}_1) + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ (превращение зеленого твердого вещества в черное твердое вещество, выделение газа);
$$\text{CuO} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CuCl}_2 (\text{X}_2) + \text{H}_2\text{O}$$
 (растворение черного твердого вещества с образованием голубого раствора);
$$\text{CuCl}_2 + 2\text{KOH} \rightarrow \text{Cu(OH)}_2 \downarrow (\text{X}_3) + 2\text{KCl}$$
 (обесцвечивание раствора и выпадение синего осадка)