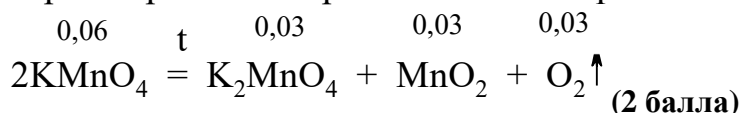


Ставропольский край
Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников
2017/18 учебный год

Химия
Теоретический тур
9 класс

Задание 1. Решение.

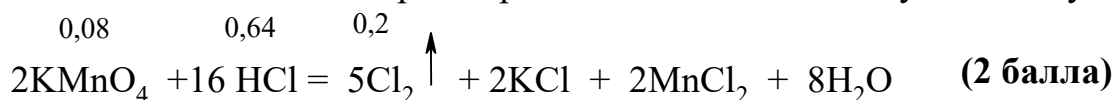
При нагревании перманганат калия разлагается:



Масса смеси уменьшается за счёт выделившегося кислорода:

$\nu(\text{O}_2) = m/M = (22,12 - 21,16)/32 = 0,03$ моль. В результате реакции также образовались 0,03 моль K_2MnO_4 , 0,03 моль MnO_2 и израсходовано 0,06 моль KMnO_4 . Перманганат калия разложился не весь. После реакции он остался в смеси в количестве $\nu(\text{KMnO}_4) = (22,12/158) - 0,06 = 0,08$ моль.

Все три вещества, находящиеся в конечной смеси (KMnO_4 , K_2MnO_4 , MnO_2) - сильные окислители и при нагревании окисляют соляную кислоту до хлора:



Общее количество хлора, который выделится в этих трёх реакциях, равно:

$\nu(\text{Cl}_2) = (0,08 \cdot 5/2) + (0,03 \cdot 2) + 0,03 = 0,29$ моль, а объём составляет соответственно:

$V(\text{Cl}_2) = 0,29 \cdot 22,4 = 6,5$ л. **(6 баллов)**

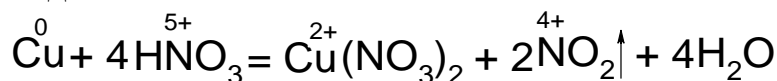
Количество израсходованного хлороводорода равно: $\nu(\text{HCl}) = (0,08 \cdot 16/2) + (0,03 \cdot 8) + (0,03 \cdot 4) = 0,96$ моль,

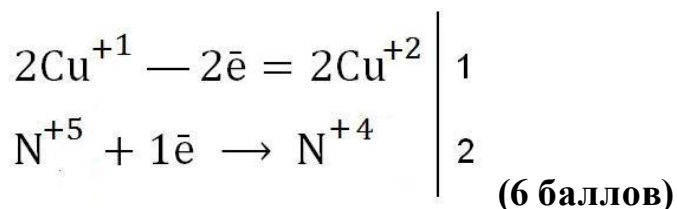
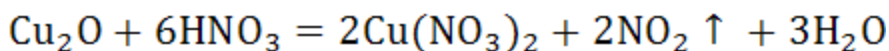
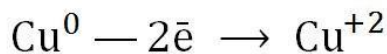
$m(\text{HCl}) = \nu \cdot M = 0,96 \cdot 36,5 = 35,04$ г,

$m(\text{р-ра HCl}) = m(\text{HCl})/\omega(\text{HCl}) = 35,04/0,365 = 96$ г,

$V(\text{р-ра HCl}) = m/\rho = 96,01/1,18 = 81,4$ мл. **(6 баллов)**

Задание 2. Решение.





Уменьшение массы раствора

$$\Delta m = m(\text{NO}_2) = 527,2 - 499,6 = 27,6 \text{ г.}$$

$$27,6 \text{ г} = (v_1(\text{NO}_2) + v_2(\text{NO}_2)) \cdot M(\text{NO}_2)$$

$$v_1(\text{NO}_2) + v_2(\text{NO}_2) = \frac{27,6 \text{ г}}{46} = 0,6 \text{ моль}$$

27,6 г — смесь Cu + Cu₂O

$$v(\text{Cu}) = \frac{v_1(\text{NO}_2)}{2}$$

$$v(\text{Cu}_2\text{O}) = \frac{v_2(\text{NO}_2)}{2} = 0,6 - \frac{v_1(\text{NO}_2)}{2}$$

$$64 \cdot \frac{v_1(\text{NO}_2)}{2} + 144 \cdot \frac{(0,6 - v_1(\text{NO}_2))}{2} =$$

$$= 32 \cdot v_1(\text{NO}_2) + 86,4 - 72 \cdot v_1(\text{NO}_2) = 27,6$$

$$40 v_1(\text{NO}_2) = 43,2 - 27,6 = 15,6$$

$$v_1(\text{NO}_2) = 0,39 \text{ моль}$$

$$v_2(\text{NO}_2) = 0,6 - 0,39 = 0,21 \text{ моль} \quad \text{(4 балла)}$$

Массовые доли в исходной смеси

$$\omega(\text{Cu}) = \frac{\left(0,39 \text{ моль}/2\right) \cdot 64 \cdot 100\%}{27,6} = 45,22\%$$

$$\omega(\text{Cu}_2\text{O}) = \frac{\left(0,21/\frac{1}{2}\right) \cdot 144 \cdot 100\%}{27,6} = 54,78\% \quad (4 \text{ балла})$$

Массовая доля соли в полученном растворе:

$$\nu_1(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = \nu(\text{Cu})$$

$$\begin{aligned} \nu_2(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) &= 2\text{Cu}_2\text{O} = \nu(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = \nu_1 + \nu_2 = \\ &= \frac{0,39}{2} + 0,21 = 0,195 + 0,21 = 0,405 \text{ моль} \end{aligned}$$

$$m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 0,405 \cdot 188 = 76,14 \text{ г}$$

$$\omega(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = \frac{76,14 \cdot 100\%}{499,6} = 15,24\% \quad (6 \text{ баллов})$$

Задание 3. Решение.

Масса исходного раствора 1000 г, в нём содержится 50 г K_2SO_4 ($M=174$). Добавим к раствору x моль квасцов $\text{KAl}(\text{SO}_4)_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ($M=474$). В них содержится $x/2$ моль K_2SO_4 :

$$\begin{aligned} m(\text{KAl}(\text{SO}_4)_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) &= 474x \text{ г}, \quad m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 50 + 174 \cdot x/2 = 50 + 87x \text{ г}, \\ m(\text{р-ра}) &= 1000 + 474x \text{ г}. \quad (4 \text{ балла}) \end{aligned}$$

По условию задачи массовая доля K_2SO_4 в конечном растворе равно 10%, т.е. $(50+87x)/(1000+474x) = 0,1 \Rightarrow$

$$x = 1,26, \quad m(\text{KAl}(\text{SO}_4)_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}) = 474 \cdot 1,26 = 598 \text{ г}. \quad (6 \text{ баллов})$$

В образовавшемся растворе содержится $x/2 = 0,63$ моль $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, который с избытком сульфида калия реагирует согласно уравнению:

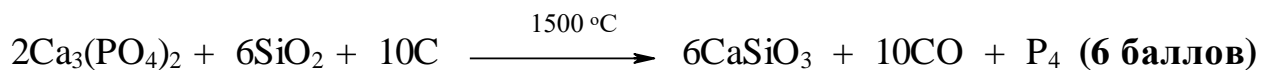


По уравнению реакции $\nu(\text{H}_2\text{S}) = 3 \cdot \nu(\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3) = 3 \cdot 0,63 = 1,89$ моль, $V(\text{H}_2\text{S}) = 1,89 \cdot 22,4 = 42,3 \text{ л}. \quad (6 \text{ баллов})$

Задание 4. Решение.

Элемент, содержащийся в большом количестве в рыбе, играющий важнейшую роль в процессах жизнедеятельности всех живых организмов,

входящий в состав костной ткани и зубной эмали, а также в состав многих минеральных удобрений - это фосфор. Основным промышленным способом получения фосфора является высокотемпературное прокаливание в электрических печах смеси фосфорита (минерал **В** - $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, точнее $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ - гидроксиапатит), угля и кварцевого песка. Образующиеся при этом пары белого фосфора P_4 конденсируются под слоем воды:



Рассчитаем молярную массу соединения **A**:

$$M = 4,28 \cdot 29 = 124,12 \text{ г/моль}$$

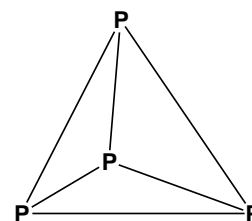
такая масса соответствует молекуле P_4 . **(6 баллов)**

Рассчитаем молярную массу соединения при температуре $900\text{ }^\circ\text{C}$:

$$M = 2,14 \cdot 29 = 62,06 \text{ г/моль}$$

такая масса соответствует молекуле P_2 . **(6 баллов)**

Молекула P_4 представляет собой тетраэдр.



(2 балла)
