

Средняя группа командный этап (9 кл.)

1. Два ученика проводили исследования. У каждого было по две колбы: в одной из них находился раствор карбоната натрия, в другой – раствор азотной кислоты. Массы и концентрации всех растворов были одинаковые. Павел прилил раствор кислоты к раствору карбоната натрия, а Иван, наоборот, прилил раствор карбоната натрия к раствору азотной кислоты. Несмотря на то, что растворы были использованы полностью, взвешивание показало, что масса итогового раствора у одного из школьников оказалась меньше. У кого из ребят масса раствора оказалась меньше и как это можно объяснить? В объяснении укажите уравнения реакций. (3 балла)

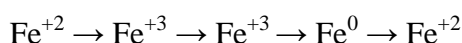
Решение:

В опыте Павла $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{HNO}_3 = \text{NaHCO}_3 + \text{NaNO}_3$ (1 балл)

В опыте Ивана $2\text{HNO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ (1 балл)

Масса раствора оказалась меньше у Ивана, так как из раствора выделился углекислый газ. (1 балл)

2. Составьте уравнения химических реакций, которые могли бы отразить схему превращений: (4 балла)



Решение: За каждое уравнение – 1 балл. Указанные в решении реакции являются лишь возможными вариантами. Естественно, будут засчитаны и другие разумные предложения. Если схема не уравнена, то вычитается 0,3 балла.

1) $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$

2) $2\text{Fe}(\text{OH})_3 = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

3) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} = 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$

4) $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{FeSO}_4 + \text{Cu}$

3. В ходе опыта растворили гидрокарбонат калия в 20%-ном растворе серной кислоты. Был получен нейтральный раствор, в котором необходимо определить массовую долю сульфата калия. Какие расчеты для этого следует произвести? (5 баллов)

Решение:

$\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{KHCO}_3 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{CO}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$ (1 балл)

1 моль 2 моль 1 моль 2 моль (0,5 балла)

$m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 1 \text{ моль} \cdot 98 \text{ г/моль} = 98 \text{ г}$ (0,5 балла)

$m(\text{KHCO}_3) = 2 \text{ моль} \cdot 100 \text{ г/моль} = 200 \text{ г}$ (0,5 балла)

$m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 1 \text{ моль} \cdot 174 \text{ г/моль} = 174 \text{ г}$ (0,5 балла)

$m(\text{CO}_2) = 2 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} = 88 \text{ г}$ (0,5 балла)

$m(\text{р-ра H}_2\text{SO}_4) = 98 : 0,2 = 490 \text{ г}$ (0,5 балла)

$m \text{ полученного раствора} = m(\text{р-ра H}_2\text{SO}_4) + m(\text{KHCO}_3) - m(\text{CO}_2) = 490 + 200 - 88 = 602 \text{ г}$ (0,5 балла)

$w(\text{K}_2\text{SO}_4) = 174 : 602 \cdot 100\% = 28,9\%$ (0,5 балла)

4. Представлены схемы превращений вещества А:

$\text{A} + \text{KOH} \rightarrow \dots + \text{H}_2\text{O}$

$\text{A} + \text{Br}_2 \rightarrow \dots + \text{HBr}$

$\text{A} + \text{FeCl}_3 \rightarrow \text{FeCl}_2 + \dots + \text{HCl}$

$\text{A} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц.})} \rightarrow \text{S} + \text{SO}_2 + \dots$

$\text{A} + \text{O}_2 \rightarrow \dots + \text{H}_2\text{O}$

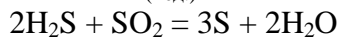
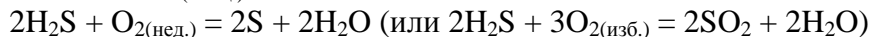
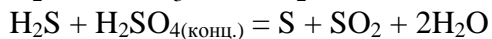
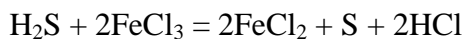
$\text{A} + \text{SO}_2 \rightarrow \text{S} + \dots$

Предложите вещество А и запишите уравнения данных превращений. (6 баллов)

Решение: За каждое уравнение – 1 балл. Если схема не уравнена, то вычитается 0,3 балла.

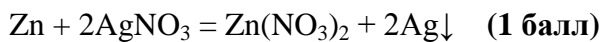
$\text{H}_2\text{S} + \text{KOH} = \text{KHS} + \text{H}_2\text{O}$ (или $\text{H}_2\text{S} + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$)

$\text{H}_2\text{S} + \text{Br}_2 = \text{S} + 2\text{HBr}$



5. Цинковую пластинку поместили в 50 г раствора нитрата серебра. После прекращения реакции (нитрат серебра прореагировал полностью) пластинку извлекли и установили, что её масса увеличилась на 0,7 г. Рассчитайте массовую долю нитрата серебра в исходном растворе. **(6 баллов)**

Решение:



Пусть x (моль) – количество AgNO_3 , тогда $n(\text{Zn}) = 0,5x$ (моль); $n(\text{Ag}) = x$ (моль) **(1 балл)**

$$m_{2(\text{пластинки})} = m_{1(\text{пластинки})} - m(\text{Zn}) + m(\text{Ag}) \quad \text{(1 балл)}$$

$$- m(\text{Zn}) + m(\text{Ag}) = m_{2(\text{пластинки})} - m_{1(\text{пластинки})}$$

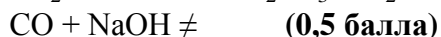
$$- 0,5x \cdot 65 + x \cdot 108 = 0,7 \quad \text{(1 балл)}$$

$$x = 0,009 \quad \text{(1 балл)}$$

$$w(\text{AgNO}_3) = 0,009 \cdot 170 / 50 = 0,0306 \text{ (3,06\%)} \quad \text{(1 балл)}$$

6. Смесь углекислого, угарного и сернистого газов объемом 13,44 л (н.у.) пропустили через раствор щелочи. В результате образовалось 59 г смеси средних солей, а объем газовой смеси уменьшился до 2,24 л. Определите объемные доли газов в исходной смеси. **(9 баллов)**

Решение:



$$n(\text{CO}) = 2,24 : 22,4 = 0,1 \text{ моль} \quad \text{(0,5 балла)}$$

$$V(\text{CO}_2 + \text{SO}_2) = 13,44 - 2,24 = 11,2 \text{ л} \quad \text{(0,5 балла)}$$

Пусть $n(\text{CO}_2) = x$ (моль), а $n(\text{SO}_2) = y$ (моль);

тогда $n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = x$ (моль), а $n(\text{Na}_2\text{SO}_3) = y$ (моль) **(1 балл)**

$$\begin{cases} 22,4x + 22,4y = 11,2 \\ 106x + 126y = 59 \end{cases} \begin{cases} x = 0,2 \\ y = 0,3 \end{cases} \quad \text{(2,5 балла)}$$

$$n_{\text{смеси}} = 0,1 + 0,2 + 0,3 = 0,6 \text{ моль} \quad \text{(0,5 балла)}$$

$$\varphi(\text{CO}_2) = 0,2 : 0,6 \cdot 100\% = 33,33\% \quad \text{(0,5 балла)}$$

$$\varphi(\text{SO}_2) = 0,3 : 0,6 \cdot 100\% = 50\% \quad \text{(0,5 балла)}$$

$$\varphi(\text{CO}) = 0,1 : 0,6 \cdot 100\% = 16,67\% \quad \text{(0,5 балла)}$$

Если использовать другие щелочи, то при решении системы не получатся адекватные результаты, позволяющие продолжить решение задачи.

Максимально за командный этап средней группы – 33 балла.