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 $Na_2CO_3 + HNO_3 = NaHCO_3 + NaNO_3$ **(1 балл)**
В опыте Ивана $2HNO_3 + Na_2CO_3 = 2NaNO_3 + H_2O + CO_2\uparrow$ **(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)**

$$Fe^{+2} \rightarrow Fe^{+3} \rightarrow Fe^{+3} \rightarrow Fe^{0} \rightarrow Fe^{+2}$$

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) $4Fe(OH)_2 + 2H_2O + O_2 = 4Fe(OH)_3$
2) $2Fe(OH)_3 = Fe_2O_3 + 3H_2O$
3) $Fe_2O_3 + 3CO = 2Fe + 3CO_2$
4) $Fe + CuSO_4 = FeSO_4 + Cu$

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:
$H_2SO_4 + 2KHCO_3 = K_2SO_4 + 2CO_2\uparrow + 2H_2O$ **(1 балл)**
1 моль 2 моль 1 моль 2 моль **(0,5 балла)**
m (H_2SO_4) = 1 моль · 98 г/моль = 98 г **(0,5 балла)**
m ($KHCO_3$) = 2 моль · 100 г/моль = 200 г **(0,5 балла)**
m (K_2SO_4) = 1 моль · 174 г/моль = 174 г **(0,5 балла)**
m (CO_2) = 2 моль · 44 г/моль = 88 г **(0,5 балла)**
m ($_{р\text{-}ра}H_2SO_4$) = 98 : 0,2 = 490 г **(0,5 балла)**
m $_{полученного\ раствора}$ = m ($_{р\text{-}ра}H_2SO_4$) + m ($KHCO_3$) - m (CO_2) = 490 + 200 – 88 = 602 г **(0,5 балла)**
w (K_2SO_4) = 174 : 602 · 100% = 28,9% **(0,5 балла)**

4. Представлены схемы превращений вещества А:
$A + KOH \rightarrow \ldots + H_2O$
$A + Br_2 \rightarrow \ldots + HBr$
$A + FeCl_3 \rightarrow FeCl_2 + \ldots + HCl$
$A + H_2SO_{4(конц.)} \rightarrow S + SO_2 + \ldots$
$A + O_2 \rightarrow \ldots + H_2O$
$A + SO_2 \rightarrow S + \ldots$
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.***
$H_2S + KOH = KHS + H_2O$ (или $H_2S + 2KOH = K_2S + 2H_2O$)
$H_2S + Br_2 = S + 2HBr$

$H_2S + 2FeCl_3 = 2FeCl_2 + S + 2HCl$
$H_2S + H_2SO_{4(конц.)} = S + SO_2 + 2H_2O$
$2H_2S + O_{2(нед.)} = 2S + 2H_2O$ (или $2H_2S + 3O_{2(изб.)} = 2SO_2 + 2H_2O$)
$2H_2S + SO_2 = 3S + 2H_2O$

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:
$Zn + 2AgNO_3 = Zn(NO_3)_2 + 2Ag\downarrow$ **(1 балл)**
Пусть x (моль) – количество $AgNO_3$, тогда n (Zn) = 0,5x (моль); n (Ag) = x (моль) **(1 балл)**
$m_{2(пластинки)} = m_{1(пластинки)} – m (Zn) + m (Ag)$ **(1 балл)**
$– m (Zn) + m (Ag) = m_{2(пластинки)} – m_{1(пластинки)}$
$– 0,5x \cdot 65 + x \cdot 108 = 0,7$ **(1 балл)**
$x = 0,009$ **(1 балл)**
$w (AgNO_3) = 0,009 \cdot 170 / 50 = 0,0306$ (3,06%) **(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:
$CO_2 + 2NaOH = Na_2CO_3 + H_2O$ **(1 балл)**
$SO_2 + 2NaOH = Na_2SO_3 + H_2O$ **(1 балл)**
$CO + NaOH \neq$ **(0,5 балла)**
n (CO) = 2,24 : 22,4 = 0,1 моль **(0,5 балла)**
$V (CO_2 + SO_2) = 13,44 – 2,24 = 11,2$ л **(0,5 балла)**
Пусть $n (CO_2) = x$ (моль), а $n (SO_2) = y$ (моль);
тогда $n (Na_2CO_3) = x$ (моль), а $n (Na_2SO_3) = y$ (моль) **(1 балл)**
$\begin{cases} 22,4x + 22,4y = 11,2 \\ 106x + 126y = 59 \end{cases} \begin{cases} x = 0,2 \\ y = 0,3 \end{cases}$ **(2,5 балла)**
$n_{смеси} = 0,1 + 0,2 + 0,3 = 0,6$ моль **(0,5 балла)**
$\varphi (CO_2) = 0,2 : 0,6 \cdot 100\% = 33,33\%$ **(0,5 балла)**
$\varphi (SO_2) = 0,3 : 0,6 \cdot 100\% = 50\%$ **(0,5 балла)**
$\varphi (CO) = 0.1 : 0,6 \cdot 100\% = 16.67\%$ **(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.