Часть 1

Олимпиада: **Химия 9 класс (1 часть)**

Шифр: **21300954**

ID профиля: **899789**

Вариант 2

Чистовик

Задача 2

① $S + CS_2 + 4O_2 \xrightarrow{t^\circ} CO_2\uparrow + 3SO_2\uparrow + 1008{,}5$ кДж

$\nu(S) = \nu(CS_2) = x$ моль

$m_{гр} = 32x + 76x = 76{,}8$

$108x = 76{,}8$

$x = 0{,}711$ моль

$\omega(S) = \frac{32 \cdot 0{,}711}{76 \cdot 0{,}711 + 32 \cdot 0{,}711} = \frac{22{,}756}{76{,}8} = 0{,}2963$ или 29,63%

Ответ: $\omega(S)$ в р-ре = 29,63%

② $\nu(CO_2) = \nu(S) = 0{,}711$ моль

$\nu(SO_2) = 3\nu(S) = 2{,}133$ моль

$m_2(р) = m(р)NaOH) + m(CO_2) + m(SO_2) = 1000г + 44 \cdot 0{,}711 + 64 \cdot 2{,}133 =$

$= 1167{,}8$ г

~~$CO_2 + NaOH \longrightarrow Na_2CO_3$~~ $\nu_{об.}(NaOH) = \frac{0{,}2 \cdot 1000г}{40\ г/моль} = 5$ моль

$CO_2 + 2NaOH \longrightarrow Na_2CO_3 + H_2O$

$SO_2 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_3 + H_2O$

$\nu_1(NaOH) = 2 \cdot 0{,}711 = 1{,}422$

$\nu_2(NaOH) = 2 \cdot 2{,}133 = 4{,}266$

$\nu_1(NaOH) + \nu_2(NaOH) > 5$ моль $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ NaOH в недостатке

Т. к. он должен израсх. максимально, то будут след. р-ии

$CO_2 + NaOH \longrightarrow NaHCO$

Чистовик

Задача 3

① $MeCl_x$ – общая формула; металлы, скорее всего, – щёлочи, т.к. они химически активны. Такие это могут быть щелочноземельные металлы.

В первой соли:

$$\omega(Cl) = \frac{x\,M(Cl)}{M(MeCl_x)} = \frac{35{,}5x}{M_1 + 35{,}5x} = 0{,}4765$$

$$35{,}5x = 0{,}4765\,M_1 + 16{,}916x$$

$$M_1 = \frac{18{,}584x}{0{,}4765}$$

$$M_1 = 39x$$

$x = 1$ $\quad M(Me) = M_1 = 39$ г/моль $\Rightarrow$ Me – K (калий) ($M(K) = 39$ г/моль)

$x = 2$ $\quad M(Me) = M_1 = 78$ г/моль – нет такого Me

$x = 3$ $\quad M(Me) = M_1 = 117$ г/моль – нет такого Me

Следовательно, первый $MeCl_x$ – KCl.

Во второй соли:

$$\omega(Cl) = \frac{x\,M(Cl)}{M(MeCl_x)} = \frac{35{,}5x}{M_2 + 35{,}5x} = 0{,}6396$$

$$35{,}5x = 0{,}6396\,M_2 + 22{,}706x$$

$$M_2 = \frac{12{,}794x}{0{,}6396}$$

$$M_2 = 20x$$

$x = 1$ $\quad M(Me) = M_2 = 20$ г/моль – нет такого Me

$x = 2$ $\quad M(Me) = M_2 = 40$ г/моль $\Rightarrow$ Me – Ca (кальций) ($M(Ca) = 40$ г/моль)

$x = 3$ $\quad M(Me) = M_2 = 60$ г/моль $\Rightarrow$ нет такого Me

Следовательно, второй $MeCl_x$ – $CaCl_2$

Ответ: в состав солей входили K (калий) и Ca (кальций).

Чистовик

Задача 3.

② 1) $KCl \longrightarrow K^+ + Cl^-$

$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$

$K(-): 2H_2O + 2e^- = H_2 + 2OH^-$

$A(+): 2Cl^- - 2e^- = Cl_2$

$2KCl + 2H_2O \xrightarrow{t} 2KOH + H_2\uparrow + Cl_2\uparrow$

Газ, выделяющийся на катоде, — H_2.

Газ, выделяющийся на аноде, — Cl_2.

2) $CaCl_2 \longrightarrow Ca^{2+} + 2Cl^-$

$H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$

$K(-): 2H_2O + 2e^- = H_2 + 2OH^-$

$A(+): 2Cl^- - 2e^- = Cl_2$

$CaCl_2 + 2H_2O \xrightarrow{t} Ca(OH)_2 + H_2\uparrow + Cl_2\uparrow$

$2KCl + 2H_2O \xrightarrow{t} 2KOH + \overset{x}{H_2}\uparrow + \overset{x}{Cl_2}\uparrow$

$CaCl_2 + 2H_2O \xrightarrow{t} Ca(OH)_2 + \overset{y}{H_2}\uparrow + \overset{y}{Cl_2}\uparrow$

$\nu_{об.}(Cl_2) = \frac{V_{об.}(Cl_2)}{V_м} = \frac{8,96\,л}{22,4\,\frac{л}{моль}} = 0,4$ моль

Пусть $\nu_1(H_2) = x$ моль, тогда $\nu_2(H_2) = y$ моль

$\nu_1(Cl_2) = \nu_1(H_2) = x$ $\quad \nu_2(Cl_2) = \nu_2(H_2) = y$

$x + y = 0,4$ моль $\Rightarrow \nu_{об.}(H_2) = \nu_{об.}(Cl_2) = 0,4$ моль

$V_{об.}(H_2) = \nu_{об.}(H_2) \cdot V_м = 0,4$ моль $\cdot 22,4\,\frac{л}{моль} = 8,96\,л$

Ответ: $V_{об.}(H_2)$, выделившегося на катоде $= 8,96$ л.

③ $m(Cl_2) = \nu_{об.}(Cl_2) \cdot M(Cl_2) = 0,4$ моль $\cdot 71\,\frac{г}{моль} = 28,4$ г

$m(H_2) = \nu_{об.}(H_2) \cdot M(H_2) = 0,4$ моль $\cdot 2\,\frac{г}{моль} = 0,8$ г

$m_2(р) = m_1(р) - m(Cl_2) - m(H_2) = 500 - 28,4 - 0,8 = 470,8$ г

Чистовик

Задача 3.

③ Продолжение:

$2KCl + 2H_2O \xrightarrow{t} 2KOH + H_2\uparrow + Cl_2\uparrow$ ~~0,4 моль 0,4 моль~~

$CaCl_2 + 2H_2O \xrightarrow{t} Ca(OH)_2 + H_2\uparrow + Cl_2\uparrow$

Пусть $\nu(KCl) = x$ моль, $\nu(CaCl_2) = y$ моль, тогда

$\nu_1(H_2) = \frac{1}{2}\nu(KCl) = 0{,}5x$; $\nu_2(H_2) = \nu(CaCl_2) = y$ моль

$m(KCl) = M(KCl)\cdot\nu(KCl) = 74{,}5x$ г

$m(CaCl_2) = M(CaCl_2)\cdot\nu(CaCl_2) = 111y$ г

$$\begin{cases} 0{,}5x + y = 0{,}4 \quad | \cdot 74{,}5 \cdot 111 \\ 74{,}5x + 111y = 48{,}2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 74{,}5x + 74{,}5y = 29{,}8 \\ 74{,}5x + 111y = 48{,}2 \end{cases} \leftarrow \begin{cases} 55{,}5x + 111y = 44{,}4 \\ 74{,}5x + 111y = 48{,}2 \end{cases}$$

$-36{,}5y = -18{,}4$

$y = 0{,}5$

$-19x = 3{,}8$

$x = 0{,}2$ моль $- \nu(KCl)$

$y = 0{,}4 - 0{,}5\cdot 0{,}2 = 0{,}3$ моль $- \nu(CaCl_2)$

$\nu(KOH) = \nu(KCl) = 0{,}2$ моль

$\nu(Ca(OH)_2) = \nu(CaCl_2) = 0{,}3$ моль

$KOH \longrightarrow K^+ + OH^-$

$\nu_1(OH^-) = \nu(KOH) = 0{,}2$ моль

$Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca^{2+} + 2OH^-$

$\nu_2(OH^-) = 2\nu(Ca(OH)_2) = 0{,}6$ моль

$\nu(OH^-) = \nu_1(OH^-) + \nu_2(OH^-) = 0{,}8$ моль

$m(OH^-) = \nu(OH^-)\cdot M(OH^-) = 0{,}8$ моль $\cdot 17\frac{г}{моль} = 13{,}6$ г

$\omega(OH^-) = \frac{m(OH^-)}{m_2(р)} = \frac{13{,}6г}{470{,}8г} = 0{,}0289$ или 2,89 %

Ответ: $\omega(OH^-) = 2{,}89$ %

Чистовик

Задача 1.

① Так как образуются газообразные оксиды (А и Б), то можно предположить, что элемент X – C (углерод) или N (азот).
Углерод образует оксиды CO и CO_2. Пусть А – CO_2, Б – CO.

$D_{(CO)}(CO_2) = \frac{M(CO_2)}{M(CO)} = \frac{44\ г/моль}{28\ г/моль} = 1,571 \Rightarrow$ условию задачи не удовлетворяет

Азот образует N_2O, NO, NO_2 (N_2O_3 и N_2O_5 – не газообразные)
$M(N_2O) = 44\ г/моль$; $M(NO) = 30\ г/моль$; $M(NO_2) = 46\ г/моль$

Пусть А – N_2O, Б – NO, тогда $D_{(NO)}(N_2O) = \frac{44\ г/моль}{30\ г/моль} = 1,467 \Rightarrow$ не подходит по условию

А – NO_2, Б – NO, тогда $D_{(NO)}(NO_2) = \frac{46\ г/моль}{30\ г/моль} = 1,533 \Rightarrow$ не подходит по условию

А – NO_2, Б – N_2O, тогда $D_{(N_2O)}(NO_2) = \frac{46\ г/моль}{44\ г/моль} = 1,045 \Rightarrow$ подходит!

Следовательно, X – N; А – NO_2; Б – N_2O.

1) $4Cu + 2NO_2 \xrightarrow{500°C} N_2\uparrow + 4\underset{\text{чёрн}}{CuO}$ В – CuO

2) $2Cu + N_2O \xrightarrow{500°C} N_2\uparrow + \underset{\text{красн}}{Cu_2O}$ Г – Cu_2O

Ответ: X – N – азот; А – NO_2 – оксид азота (IV)
Б – N_2O – оксид азота (I); В – CuO – оксид меди (II)
Г – Cu_2O – оксид меди (I)

② Вещество А (NO_2) – кислотный оксид, солеобразующий, взаимодействует со щелочами: $4\overset{+4}{N}O_2 + O_2 + \cancel{2H_2O} + 4NaOH \longrightarrow 4\overset{+5}{N}aNO_3 + 2H_2O$ (в прод. присутствует O_2)

Вещество Б (N_2O) – несолеобразующий оксид $\Rightarrow$ не взаимодействует со щелочами.

Чистовик

Задача 1

③ 1) $4Cu + 2NO_2 \xrightarrow{500^{oc}} N_2\uparrow + 4CuO$

2) $2Cu + N_2O \xrightarrow{500^{oc}} N_2\uparrow + Cu_2O$

Часть 2

Олимпиада: **Химия 9 класс (2 часть)**

Шифр: **21300954**

ID профиля: **899789**

Вариант 2

Черновик

Задание 5

$\nu(FeSO_4) = 0{,}2$ моль

$M(Fe(NH_4SO_4)_2 \cdot xH_2O) = \frac{39{,}2}{0{,}2} = 210$ г/моль

$M(Fe(NH_4SO_4)_2 \cdot xH_2O) = 56 + 228 + x \cdot 18 = 210$

$2 \mid Fe^{+2} - 1e^- = Fe^{+3}$

$1 \mid 2O^{-1} + 2e^- = 2O^{-2}$

Чистовик

Задача 4.

1) $NaHCO_3 + Na_2Cr_2O_4 + NaOH \longrightarrow 2Na_2CrO_4 + CO_2\uparrow + H_2O$

2) $Fe + 2HCl \longrightarrow FeCl_2 + H_2\uparrow$

3) ~~$NH_3 + Cl_2 \xrightarrow{t^\circ} N_2\uparrow + NH_4Cl$~~

4) $K[Al(OH)_4] + CO_2 \longrightarrow Al(OH)_3\downarrow + KHCO_3$

5) $Ca(OH)_2 + 4HCl \xrightarrow{t^\circ} Cl_2 + CaCl_2 + 2H_2O$

6) $Ca(HCO_3)_2 + 2NH_4HSO_4 \xrightarrow{t^\circ} CaSO_4\downarrow + 2CO_2\uparrow + (NH_4)_2SO_4 + 2H_2O$

7) $K_2SO_3 + 2HCl \longrightarrow 2KCl + SO_2\uparrow + H_2O$

Чистовик Задача 5

① Так как при нагревании выделяется газ, окрашивающий влажную красную лакмусовую бумажку в синий цвет, то в-во А содержит NH_4^+. При вз-и с $BaCl_2$ выпад. осадок, скорее всего, в-во А содерж. SO_4^{2-}. Так как при вз-и со щёлочью выпадает серозелёный осадок, то А содержит ещё и Fe^{2+}.

~~$A-(NH_4)_2SO_4 \cdot xH_2O$~~

~~(NH4~~ $A - Fe(NH_4)_2(SO_4)_4 \cdot xH_2O$ $x=6$

$Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot xH_2O \xrightarrow{t^\circ, 100^\circ C} NH_3\uparrow + FeSO_4 + xH_2O + H_2SO_4$

в кристал-гидрате

$\omega(FeSO_4) = 100\% - 27,55\% = 72,45\%$ или $0,7245$

~~$\nu(Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot xH_2O) = \frac{m(FeSO_4)}{\omega(FeSO_4)} \cdot \frac{1}{152} =$~~

$m(FeSO_4)$

Чистовик

Задача 5

(2) 1) $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \xrightarrow{t^\circ} FeSO_4 + NH_3\uparrow + H_2SO_4$

$(Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O \xrightarrow{t^\circ} FeSO_4 + NH_3\uparrow + H_2SO_4 + 6H_2O)$

2) $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \overset{6H_2O}{\cdot} + 2NaOH \longrightarrow \underset{\text{сер.-зел.}}{Fe(OH)_2\downarrow} + (NH_4)_2SO_4 + Na_2SO_4 + 6H_2O$

3) $Fe(OH)_2 + 2HCl \longrightarrow FeCl_2 + 2H_2O$

4) $2\overset{+2}{Fe}Cl_2 + H_2\overset{-1}{O_2} \longrightarrow 2\overset{+3}{Fe}Cl_3 + 2H_2\overset{-2}{O}$

5) $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \overset{6H_2O}{\cdot} + 2BaCl_2 \longrightarrow 2BaSO_4\downarrow + FeCl_2 + 2NH_4Cl + 6H_2O$

(3) а) $Fe(OH)_2$ – основний гідроксид $\Rightarrow$ не р-ся в щелочах

б) $\overset{+2}{Fe}(OH)_2 + NaOH + Cl_2 \longrightarrow \overset{+3}{Fe}Cl_3 + NaOH\ \overset{-1}{NaCl} + H_2O$

Чистовик

Задача 6

① $\nu(KOH) = \frac{\omega(KOH) \cdot m(p\,KOH)}{M(KOH)} = \frac{0{,}056 \cdot 300\,г}{56\,г/моль} = 0{,}3$ моль

P_2O_5 – очень гигроскопичное в-во $\Rightarrow P_2O_5 + 3H_2O \rightarrow 2H_3PO_4$ (так как вода в избытке).

$\nu(P_2O_5) = \frac{m(P_2O_5)}{M(P_2O_5)} = \frac{14{,}2\,г}{142\,г/моль} = 0{,}1$ моль

$\nu(H_3PO_4) = 2\nu(P_2O_5) = 0{,}2$ моль

$\overset{0{,}2\text{ моль}}{KOH} + \overset{0{,}2\text{ моль}}{H_3PO_4} \longrightarrow \overset{0{,}2\text{ моль}}{KH_2PO_4} + H_2O$

$\nu(изр\,KOH) = \nu(H_3PO_4) = 0{,}2$ моль; $\nu(ост\,KOH) = \nu(KOH) - \nu(изр\,KOH) = 0{,}3 - 0{,}2 = 0{,}1$ моль

$\nu(KH_2PO_4) = \nu(H_3PO_4) = 0{,}2$ моль

$\overset{0{,}1\text{ моль}}{KOH} + \overset{0{,}1\text{ моль}}{KH_2PO_4} \longrightarrow \overset{0{,}1\text{ моль}}{K_2HPO_4} + H_2O$

$\nu(изр\,KH_2PO_4) = \nu(ост\,KOH) = 0{,}1$ моль $\quad \nu(ост\,KH_2PO_4) = \nu(KH_2PO_4) - \nu(изр\,KH_2PO_4) = 0{,}2 - 0{,}1 = 0{,}1$ моль

$\nu(K_2HPO_4) = \nu(ост\,KOH) = 0{,}1$ моль

$m(K_2HPO_4) = \nu(K_2HPO_4) \cdot M(K_2HPO_4) = 0{,}1\text{ моль} \cdot 174\,г/моль = 17{,}4\,г$

$m(KH_2PO_4) = \nu(ост\,KH_2PO_4) \cdot M(KH_2PO_4) = 0{,}1\text{ моль} \cdot 136\,г/моль = 13{,}6\,г$

$m_2(р\text{-}р) = m(р\,KOH) + m(P_2O_5) = 300 + 14{,}2 = 314{,}2\,г$

$\omega(K_2HPO_4) = \frac{m(K_2HPO_4)}{m_2(р\text{-}р)} = \frac{17{,}4}{314{,}2} = 0{,}0554$ или $5{,}54\%$

$\omega(KH_2PO_4) = \frac{m(KH_2PO_4)}{m_2(р\text{-}р)} = \frac{13{,}6}{314{,}2} = 0{,}0433$ или $4{,}33\%$

Ответ: $\omega(K_2HPO_4) = 5{,}54\%$; $\omega(KH_2PO_4) = 4{,}33\%$.

Чистовик

Задача 6

② $KOH + H_3PO_4 \longrightarrow KH_2PO_4 + H_2O$

$KOH + KH_2PO_4 \longrightarrow K_2HPO_4 + H_2O$

$CaCl_2 + K_2HPO_4 \longrightarrow CaHPO_4\downarrow + 2KCl$

$3CaHPO_4 \xrightarrow{t^\circ} Ca_3(PO_4)_2 + \cancel{H_3PO_4} + PH_3\uparrow$

бел.