# Часть 1

Олимпиада: **Химия 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21300353**

ID профиля: **809196**

Вариант 1

(1) лист

№1

1) $M(A) - M(Б)$, тогда

$M(A) = \frac{16x}{0,6} = 26,667x$

$M(Б) = \frac{16y}{0,2} = 80y$

$26,667x = 80y$

$x = 3y$

При $y=1$; $x=3 \Rightarrow$ в А 3 атома кислорода.

Учитывая, что в Б 1 атом кислорода и образуется простое вещ-во.

$M(Б) = 80$

$80 - 16 = 64 - M(Cu)$

$M(A) = 80 - 16 \cdot 3 = 32 - M(S)$

А – $SO_3$

Б – $CuO$

| |
|---|
| А – $SO_3$ |
| Б – $CuO$ |
| В – $CuSO_4$ |
| Г – $SO_2$ |
| Д – $Cu$ |

$3SO_3 + 2NH_3 \rightarrow 3SO_2 + N_2 + 3H_2O$

$13,75 \cdot 4 = 0,75 \cdot M(Г) + 28 \cdot 0,25 \Rightarrow$

$M(Г) = 64 = SO_2$

(2) $3SO_3 + 2NH_3 \rightarrow 3SO_2 + N_2 + 3H_2O$

$3CuO + 2NH_3 \rightarrow 3Cu + N_2 + 3H_2O$

$CuO + SO_3 \rightarrow CuSO_4$

(3) Раствор станет синим (голубым), т.к. гидратированные ионы $Cu^{2+}$ дают синий окрас раствора.

(4) $CuSO_4 + NH_3 \cdot H_2O \rightarrow [Cu(NH_3)_4]SO_4 + H_2O$ (ярко-синий цвет)

№ 2 (2) мст

2) То описанию веществ и по тому, что газ В восстанавливается в присутствии газа Г, идентичному по составу В => В – $PH_3$, тогда А – фосфид.

Общая формула фосфидов А: $M_3P_m$

$M_3P_m \longrightarrow mPH_3$

$\nu(PH_3) = \frac{2,24\ л}{22,4\ л/моль} = 0,1$ моль

$\frac{5,8\ г}{3M + 31m} = \frac{0,1}{m} \Rightarrow 0,3M + 3,1m = 5,8m \Rightarrow M = 9\ г/моль$

| n | M |
|---|---|
| 1 | 9 |
| 2 | 18 |
| 3 | 27 – Al |

1) $AlP + 3H_2O \longrightarrow Al(OH)_3 + PH_3$

$Al(OH)_3 + NaOH \longrightarrow Na[Al(OH)_4]$

$PH_3 + 2O_2 \longrightarrow H_3PO_4$

($2PH_3 + 4O_2 \longrightarrow P_2O_5 + 3H_2O$

$P_2O_5 + 3H_2O \longrightarrow 2H_3PO_4$)

$P + 3NaOH + 3H_2O \longrightarrow 3NaH_2PO_2 + PH_3$

2) А – AlP – фосфид алюминия

Б – $Al(OH_3)$ гидроксид алюминия

В – $PH_3$ – фосфин

Г – $P_2H_4$ – дифосфин

Д – $H_3PO_4$ – фосфорная к-та

Х – P – фосфор

3) $PH_3 + 2O_2 \longrightarrow H_3PO_4$

$\nu(H_3PO_4) = 0,1$ моль $= \frac{0,15\ л}{10\ л} = \frac{\nu(H_3PO_4)}{0,1}$

$\nu(H_3PO_4) = 1,5 \cdot 10^{-3}$ моль $\Rightarrow 1,5$ ммоль

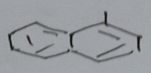
$\nu(NaOH) = 50\ мл \cdot 10^{-3} \cdot 0,04\ М = 2 \cdot 10^{-3} \Rightarrow 2$ ммоль

1) $NaOH + H_3PO_4 \longrightarrow NaH_2PO_4 + H_2O$

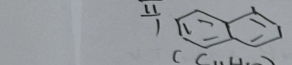
(0,5 / 1,5 / 1,5)

2) $NaOH + NaH_2PO_4 \longrightarrow Na_2HPO_4 + H_2O$

4) мсм


– $C_{11}H_{10}$

1) I $C_{16}H_{34} + \frac{49}{2}O_2 \xrightarrow{t°} 16CO_2 + 17H_2O$

II  ($C_{11}H_{10}$) $+ O_2 \xrightarrow{t°} 11CO_2 + 5H_2O$

$+3929,8$ кДж

$Q_{CO_2} = 393,5$ кДж/моль

$Q_{H_2O} = 285,8$ кДж/моль

$Q_{C_{16}H_{34}} = 456$ кДж/моль

$Q_{C_{11}H_{10}} = 45$ кДж/моль

$Q_I = Q_{прод} - Q_{реаг}$

$Q_I = (16 \cdot 393,5 + 17 \cdot 285,8)\frac{кДж}{моль} - (1 \cdot 456)\frac{кДж}{моль} =$

$= 5712,5 \frac{кДж}{моль}$

Пусть $(C_{16}H_{34}) = x$

$(C_{11}H_{10}) = y$, тогда $\frac{x}{0,773} + \frac{y}{1,02} = 100$

$\vartheta(C_{16}H_{34}) = \frac{x}{226}$ ; $\vartheta(C_{10}H_{11}) = \frac{y}{142}$

Составим систему:

$$\begin{cases} \frac{x}{0,773} + \frac{y}{1,02} = 100 \\ 10638,6 \cdot \frac{x}{226} + 5712,5\frac{y}{142} = 3927,8 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 1,294x + 0,98y = 100 \\ 47,34x + 40,23y = 3927,8 \end{cases} \longrightarrow y = 102 - 1,32x$$

$47,34x + 40,23(102 - 1,32x) = 3927,8$

$175,60 = 5,764x \longrightarrow x = 30,48$

$y = 102 - 1,32 \cdot 30,48 = 61,7664$

$$\begin{cases} x = 30,48 \\ y = 61,7664 \end{cases}$$

$V(C_{16}H_{34}) = \frac{30,48}{0,773} = 39,43$ мл

Истинная масса $= \frac{39,43}{100} = 0,3943 \longrightarrow 39,43$

(3) шаг

Образовались:

1) NaOH - изб = 2 ммоль

$H_3PO_4$ = 1,5 ммоль

После реакции 1 образовалось 1,5 ммоль $NaH_2PO_4$ т.к. $\frac{Э(H_3PO_4)}{Э(NaH_2PO_4)} = \frac{1}{1}$; Осталось 0,5 ммоль NaOH т.к. израсходовалось 1,5 ммоль NaOH т.к. $\frac{Э(NaOH)}{Э(H_3PO_4)} = \frac{1}{1}$

2) Остаток NaOH будет реаг. с $NaH_2PO_4$ => $\frac{Э(NaOH)}{Э(NaH_2PO_4)} = \frac{1}{1}$ => 1 ммоль $NaH_2PO_4$ - осталось и образовалось 0,5 ммоль $Na_2HPO_4$

• Раствор проявляет свойства буферного раствора.

# Часть 2

Олимпиада: **Химия 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21300353**

ID профиля: **809196**

Вариант 1

№9

1) $A \xrightarrow{O_2} CO_2 + H_2O$

$\nu(C) = \nu(CO_2) = \frac{15,68\ л}{22,4\ л/моль} = 0,7$ моль

$\nu(H) = 2\nu(H_2O) = \frac{12,6\ г}{18\ г/моль} \cdot 2 = 0,7 \cdot 2 = 1,4$ моль

$\nu(O) = \frac{13 - 0,7 \cdot 12 - 1,4 \cdot 1}{16} = 0,2$ моль

$C_xH_yO_z \Rightarrow 0,7 : 1,4 : 0,2 = 3,5 : 7 : 1 = 7 : 14 : 2 \Rightarrow$ ~~Ест Окт~~ $C_7H_{14}O_2$

$C_7H_{14}O_2 + H_2O \underset{\leftarrow}{\overset{H^+}{\rightarrow}} R-C(=O)-OH + R-OH$

$m(к\text{-}ты) = 6\ г$

$\frac{\nu(к\text{-}ты)}{\nu(C_7H_{14}O_2)} = \frac{1}{1} \Rightarrow \nu(C_7H_{14}O_2) = \frac{13}{130} = 0,1$ моль

$M(к\text{-}ты) = \frac{6\ г}{0,1\ моль} = 60\ г/моль$

Подходит только: $CH_3-C(=O)-OH$

$CH_3-C(=O)-OH + NaOH \rightarrow CH_3-C(=O)-ONa + H_2O$

спирт Б: $C_5H_{12}O$

Под спирт Б подходит по описанию:

$(CH_3)_2CH-CH_2-CH_2OH$

$(CH_3)_2CH-CH_2-CH_2OH \xrightarrow[600°C]{H_2SO_4} (CH_3)_2CH-CH=CH_2 + H_2O$

$(CH_3)_2CH-\overset{-1}{C}H=\overset{-2}{C}H_2 + 2\overset{+7}{K}\overset{+2}{Mn}O_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow \overset{+4}{C}O_2 + (CH_3)_2CH-\overset{+3}{C}(=O)-OH + 2\overset{+2}{Mn}SO_4 + K_2SO_4 + 4H_2O$

$C^{-1} - 6e^- \rightarrow C^{+4}$

$C^{-2} - 4e^- \rightarrow C^{+3}$

$Mn^{+7} + 5e^- \rightarrow Mn^{+2}$

$\omega(10) = \frac{32 \cdot 100}{88} = 36,36\%$

сокращается.

А) $CH_3-C(=O)-O-CH_2-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$ — 3-метилбутилацетат

Б) $CH_3-C(=O)-OH$ — уксусная к-та

В) $CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH_2OH$ — 3-метилбутанол-1

Г) $CH_3-CH(CH_3)-CH=CH_2$ — 3-метилбутен-1

Д) $CH_3-CH(CH_3)-C(=O)-OH$ 2-метилпропановая к-та

2) $2C_4H_{10}O_2 + 10O_2 \longrightarrow 8CO_2 + 10H_2O$

$CH_3-C(=O)-O-CH_2-CH_2-CH(CH_3)-CH_3 + H_2O \rightleftharpoons CH_3-C(=O)-OH + OH-CH_2-CH_2-CH(CH_3)-CH_3$ ($H^+$)

$CH_3-C(=O)-OH + NaOH \longrightarrow CH_3-C(=O)-ONa + H_2O$

$CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH_2OH \xrightarrow[600^\circ C]{Al_2O_3} CH_3-CH(CH_3)-CH=CH_2 + H_2O$

$CH_3-CH(CH_3)-\overset{-1}{C}H=\overset{-2}{C}H_2 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \longrightarrow CH_3-CH(CH_3)-\overset{+3}{C}(=O)-\overset{-4}{O}H + \overset{+4}{C}O_2 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 4H_2O$ ($\overset{-6e^-}{\phantom{x}}$)

3) $Mg \xrightarrow[t^\circ]{C} Mg_2C_3 \xrightarrow{H_2O} CH\equiv C-CH_3$

$CH\equiv C-CH_3 \xrightarrow[Hg^{2+},\ H^+]{H_2O} CH_3-C(=O)-CH_3$

$CH_3-C(=O)-CH_3 \xrightarrow{HCN} CH_3-C(CN)(OH)-CH_3$

$CH_3-C(CN)(OH)-CH_3 \xrightarrow{Ac_2O} CH_3-C(CN)(CH_3)-CH_3 \xrightarrow{t^\circ} CH_3-C(CH_3)=CH_2 \xrightarrow[t^\circ]{H_3O^+} CH_3-C(CH_3)(OH)-C(=O)-OH$

№6 (3) лист

1) $4AgNO_3 + 2H_2O \xrightarrow{t} 4Ag + 4HNO_3 + O_2$

$2Pb(NO_3)_2 + 2H_2O \xrightarrow{t} 2Pb + 4HNO_3 + O_2$

$Ni(NO_3)_2 + 2H_2O \xrightarrow{t} Ni + H_2 + 2HNO_3 + O_2$

$Ni(NO_3)_2 \quad Pb(NO_3)_2 \quad AgNO_3 \longrightarrow$

последовательность электронов Эл

Такая последовательность связана с восстановительными свойствами металлов, которые уменьшаются от Ni до Ag.

2) $m = \frac{M \cdot I \cdot t}{\vartheta(e^-) \cdot F}$

$\vartheta(AgNO_3) = \frac{68}{170} = 0,4$ моль

$\vartheta(Pb(NO_3)_2) = \frac{66,2}{331} = 0,2$ моль

$\vartheta(Ni(NO_3)_2) = \frac{36,6}{183} = 0,2$ моль

$\vartheta \cdot M = \frac{M \cdot I \cdot t}{\vartheta(e^-) \cdot F} : \longrightarrow \vartheta = \frac{I \cdot t}{\vartheta(e^-) \cdot F} : \longrightarrow$

$t = \frac{\vartheta \cdot \vartheta(e^-) \cdot F}{I}$

Определим сколько времени потребуется нам электронов:

⑨ лист

$Ni(NO_3)_2 \Rightarrow t = \frac{0,2 \cdot 2 \cdot 96500}{3} = 12866,67\,c \Rightarrow 3,57\,ч$

$Ni^{+2} \xrightarrow{-2e^-} Ni^0$

$Pb(NO_3)_2 \Rightarrow$ остаётся $t \Rightarrow 5 + \frac{22}{60} - 3,57 = 1,8\,ч$

$Pb^{2+} \xrightarrow{-2e^-} Pb^0 \quad t = \frac{0,2 \cdot 2 \cdot 96500}{3} = 12866,67\,c \Rightarrow 3,57\,ч$

но это меньше ост. времени $\Rightarrow$

$\nu = \frac{3 \cdot 1,8 \cdot 60 \cdot 60}{96500 \cdot 2} = 0,1$ моль

Масса конечного раствора:

$m = 670,5\,г - \underbrace{(59 \cdot 0,2 + 2 \cdot 0,2 + 32 \cdot 0,2}_{Ni(NO_3)_2} + \underbrace{0,1 \cdot 207 + 0,05 \cdot 32)}_{Pb(NO_3)_2}\,г = 629,6\,г$

$\frac{10}{629,6} = 0,0159$ (отношение масс)

$\nu(Pb(NO_3)_2) = 0,1 \cdot 0,0159 = 1,59 \cdot 10^{-3}$ моль

$\nu(AgNO_3) = 94 \cdot 0,0159 = 6,36 \cdot 10^{-3}$ моль (6 г-ге)

Т.к. все $HNO_3$ в р-ре $\Rightarrow$

$\nu(HNO_3) = 0,0159\,(0,2 \cdot 2 + 0,1 \cdot 4) = 0,01272$ моль

3) В растворе ост. только $H_2O$, $AgNO_3$, $Pb(NO_3)_2$, $HNO_3$

для $Ni^{2+} \Rightarrow t = \frac{0,2 \cdot 2 \cdot 96500}{3} = 12866,67\,c = 3,57\,ч$

для $Pb^{2+} \Rightarrow t = \frac{0,2 \cdot 2 \cdot 96500}{3} = 12866,67\,c = 3,57\,ч$

для $Ag^{+} \Rightarrow t = \frac{0,4 \cdot 1 \cdot 96500}{3} = 12866,67\,c = 3,57\,ч$

$Ag^{+} + 1e^- \rightarrow Ag^0$

$t = 3,57 + 3,57 + 3,57 = 10,71\,ч$ или 10 часов 43 минуты

4) $\nu(HNO_3) = 0{,}01272$ моль

(5) мин

$C(HNO_3) = \frac{0{,}01272}{0{,}1} = 0{,}1272\,M$

$HNO_3 \rightleftharpoons H^+ + NO_3^-$

$pH = -\lg[H^+] = -\log 0{,}1272 \approx 0{,}9$