



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА**

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Баксанова Александра Дмитриевна
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

1453-1458

Дата
«03» 03 2024 года

Подпись участника
Баксанова

№ 25

Лактин - CC(=O)O. Т.к. в аналитике, кроме α-амино и карбоксильных

групп нет ищется, то его рН будет самым близким к 7. Т.о.,
~~ррр~~ 1 - аспаргин (рН = 5,7).

В муфалинковой к-те (CC(=O)OCC(=O)O) кроме α-амино и карб. групп есть еще карбоксильная, значит, ее рН < 7. Т.о., 2 - муфалинковая кислота (рН = 2,9).

В музине (CCCCC(=O)O)

В музине (CCCCC(=O)O) кроме α-амино и карб. групп есть еще амидогруппа в радикале R, поэтому ее рН > 7. Т.о., 3 - музин (рН = 9,6).

86

восемьдесят шесть

№ 2.1

$$D_1(M) = \frac{M_{ср.ан.}}{M(M)} \Rightarrow M_{ср.ан.} = M(M) \cdot D_1(M) = 28,2 \cdot 2 = 42,4 \text{ г/моль}$$

$$M_{ср.ан.} = x_1(CO) \cdot M(CO) + x_2(CO_2) \cdot M(CO_2) \quad x_1(CO) + x_2(CO_2) = 1$$

$$M_{ср.ан.} = x_1(CO) \cdot M(CO) + (1 - x_1(CO)) \cdot M(CO_2)$$

$$42,4 = 28 x_1(CO) + 44 \cdot (1 - x_1(CO))$$

~~x = 0,1~~ $x_1(CO) = 0,1$, значит, в смеси есть 1 моль CO и 9 моль CO₂,

т.к. всего 10 моль ($\frac{1}{10}$; $x = \frac{16-6n}{10n}$)

Пусть угли-х карбоксильные, тогда $V_{ан.} = n_{угли} \cdot V_m = 10 \cdot \frac{22,4 \text{ л}}{\text{моль}} = 224 \text{ л}$

$$V^1 = 1,5 V_{ан.} = 1,5 \cdot 224 = 336 \text{ л} - \text{стало}$$



$$\Delta V = V^1 - V_{ан.} = 336 - 224 = 112 \text{ л}$$

$$\Delta n = \frac{\Delta V}{V_m} = \frac{112}{22,4} = 5 \text{ моль}$$

Пусть реак. x моль CO₂, тогда образ. 2x моль CO, осталось (9-x) моль CO₂.

$$\Delta n = 2x - x = x = 5 \text{ моль}$$

Получили: реак. 5 моль CO₂, образ. 10 моль CO, ост. 9-5 = 4 моль CO₂.

Всего в новой смеси: 1+10 = 11 моль CO, 4 моль CO₂. $n_{об} = 11 + 4 = 15 \text{ моль}$

$$x_2(CO_2) = \frac{n(CO_2)}{n_{об}} = \frac{4}{15} \approx \frac{1}{4} \quad x_1(CO) = \frac{11}{15} \approx \frac{2}{3}$$

Аспаргин

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100

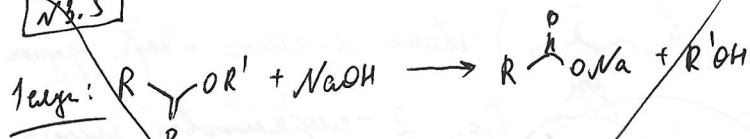
Исходно

$$M_2 = \rho_2(\text{CO}) \cdot M(\text{CO}) + \rho_2(\text{C}_2\text{H}_2) \cdot M(\text{C}_2\text{H}_2) = \frac{11}{15} \cdot 28 + \frac{4}{15} \cdot 26 = 26,67 \text{ г/моль}$$

$$D_L(M) = \frac{m}{M(M)} = \frac{32,267}{2} = 16,1335$$

Ответ: 16,1335

№ 5



$$m(RCOOR') = 47n, \quad m(RCOONa) = 44n, \quad m(R'OH) = 23n$$

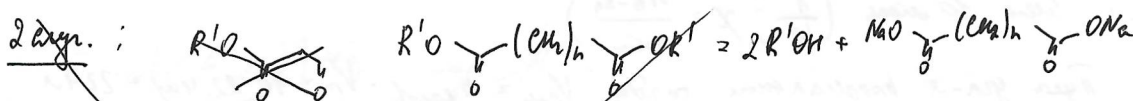
$$\begin{cases} n(RCOOR') = n(RCOONa), \\ n(RCOOR') = n(R'OH) \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \frac{m(RCOOR')}{M(C)+2M(O)+M(R)+M(R')} = \frac{m(RCOONa)}{M(Na)+M(C)+2M(O)+M(R)} \\ \frac{m(RCOOR')}{M(R)+M(R')+M(C)+2M(O)} = \frac{n(R'OH)}{M(R')+M(O)+M(H)} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{47}{M(R)+M(R')+44} = \frac{44}{M(R)+16} \\ \frac{47}{M(R)+M(R')+44} = \frac{23}{M(R')+17} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 47M(R) + 3149 = 1936 + 44M(R) + 44M(R') \\ 47M(R') + 799 = 1012 + 23M(R) + 23M(R') \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} M(R) = \frac{44M(R') - 1213}{3} \\ 47M(R') + 799 = 1012 + 23 \cdot \frac{44M(R') - 1213}{3} + 23M(R') \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} M(R) = 21 \text{ г/моль} \\ M(R') = 29 \text{ г/моль} \end{cases}$$

Т.к. R и R' - упр. радикалы, то в их сост. вх. только C и H

R - C₃H₇, R' - C₂H₅ - не подходит



$$\begin{cases} n(\text{с.эф.}) = 2n(R'OH) \\ n(\text{с.эф.}) = n(NaOOC-(C_2H_5)_n-COONa) \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{m(\text{с.эф.})}{2M(R')+4M(O)+2M(C)+nM(C_2)} = 2 \cdot \frac{m(R'OH)}{M(R')+M(O)} \\ \frac{m(\text{с.эф.})}{2M(R')+4M(O)+2M(C)+nM(C_2)} = \frac{m(\text{с.эф.})}{2M(Na)+2M(C)+4M(O)+nM(C_2)} \end{cases}$$

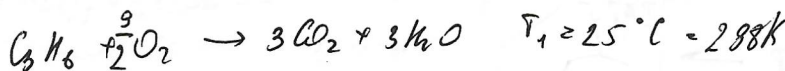
$$\begin{cases} \frac{47}{2M(R')+88+14n} = 2 \cdot \frac{23}{M(R')+17} \\ \frac{47}{2M(R')+88+14n} = \frac{23}{134+14n} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 47M(R') + 799 = 92M(R') + 4048 + 644n \\ 6298 + 658n = 88M(R') + 3872 + 616n \end{cases}$$

$$\begin{cases} n = \frac{88M(R') - 2426}{42} \\ 47M(R') + 799 = 92M(R') + 4048 + 644 \cdot \frac{88M(R') - 2426}{42} \end{cases}$$

85-41-80-19
(56.5)

~~$n(\text{O}_2) = 24,25$~~

4.4



$Q_p = 3Q_{\text{ост}}(\text{H}_2\text{O}) + 3Q_{\text{ост}}(\text{CO}_2) - Q_{\text{ост}}(\text{C}_3\text{H}_8) = 3 \cdot 241,8 + 3 \cdot 393,5 - (-294) =$
 $= 1926,3 \text{ кДж/моль}$

Т.к. C_3H_8 в нед., то $n(\text{CO}_2) = 3n(\text{C}_3\text{H}_8)$, $n(\text{H}_2\text{O}) = 3n(\text{C}_3\text{H}_8)$, $n_{\text{ост}}(\text{O}_2) =$
 $= n(\text{O}_2) - \frac{9}{2}n(\text{C}_3\text{H}_8)$ и выделится $1926,3 \text{ кДж}$ теплоты

$n(\text{O}_2) = 3 \text{ моль}$, $n(\text{H}_2\text{O}) = 3 \text{ моль}$, $n_{\text{ост}}(\text{O}_2) = 30 - \frac{9}{2} \cdot 1 = 25,5 \text{ моль}$, $+$
 $n(\text{C}_3\text{H}_8) = 0 \text{ моль}$, $Q = 1926,3 \text{ кДж} = 1926,3 \cdot 10^3 \text{ Дж}$ $+$

Т.к. теплота перед. только на нагрев газ. в.:

$Q = c(\text{CO}_2) \cdot n(\text{CO}_2) \cdot (T_2 - T_1) + \frac{c(\text{H}_2\text{O}) \cdot n(\text{H}_2\text{O}) \cdot (T_2 - T_1)}{c(\text{H}_2\text{O}) \cdot n(\text{H}_2\text{O}) \cdot (T_2 - T_1)} + c(\text{O}_2) \cdot n(\text{O}_2) \cdot (T_2 - T_1)$

$Q = (T_2 - T_1) \cdot (c(\text{CO}_2) \cdot n(\text{CO}_2) + c(\text{H}_2\text{O}) \cdot n(\text{H}_2\text{O}) + c(\text{O}_2) \cdot n_{\text{ост}}(\text{O}_2))$

$1926,3 \cdot 10^3 = (T_2 - 298)(53,5 \cdot 3 + 43 \cdot 3 + 34,7 \cdot 25,5)$

$T_2 = 1938,31 \text{ K}$ или $T_2 = 1665,31^\circ\text{C}$ $+$

Ответ: $1665,31^\circ\text{C}$.

5.1



$PP = [\text{Mg}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2 \quad [\text{Mg}^{2+}] = \frac{1}{2}[\text{OH}^-] \Rightarrow [\text{OH}^-] = 2[\text{Mg}^{2+}]$

$PP = [\text{Mg}^{2+}] \cdot (2 \cdot [\text{Mg}^{2+}])^2 \quad [\text{Mg}^{2+}] = c_p(\text{Mg}(\text{OH})_2)$

$PP = 4[\text{Mg}^{2+}]^3$

$[\text{Mg}^{2+}] = \sqrt[3]{\frac{PP}{4}} = \sqrt[3]{\frac{7,1 \cdot 10^{-12}}{4}} = 1,21 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ $+$

$c_p(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 1,21 \cdot 10^{-4} \text{ M}$ - в расго. воде

$p\text{K}_{\text{в.}} = 14 - p\text{OH} = 14 - (-\lg[\text{OH}^-]) = 14 + \lg(2[\text{Mg}^{2+}]) =$
 $= 14 + \lg(2 \cdot 1,21 \cdot 10^{-4}) = 10,38$ $+$

2. $p\text{H} = 12,5 \Rightarrow p\text{OH} = 14 - p\text{H} = 14 - 12,5 = 1,5 \Rightarrow [\text{OH}^-] = 10^{-1,5} = 0,031623 \text{ моль/л}$

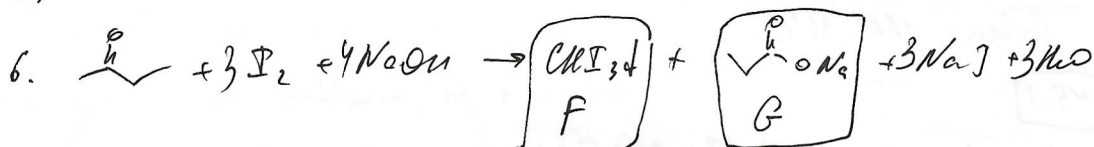
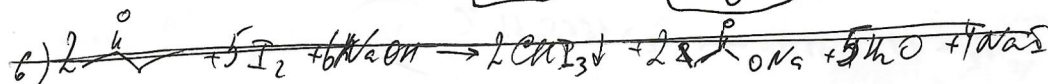
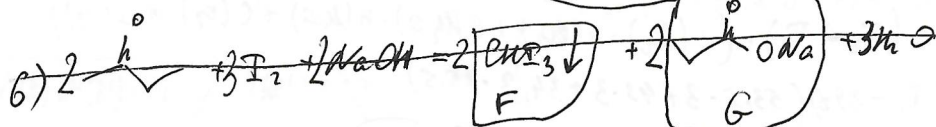
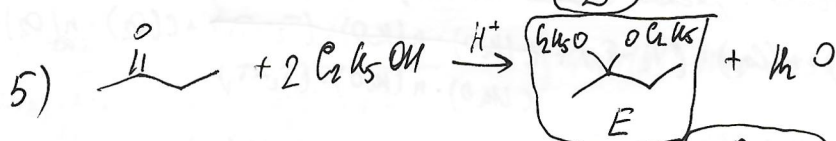
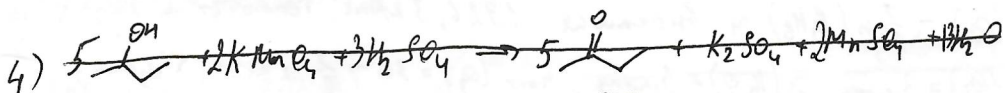
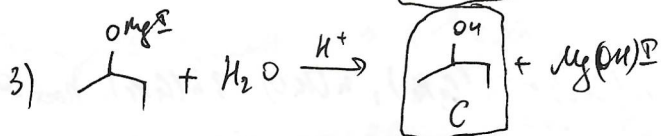
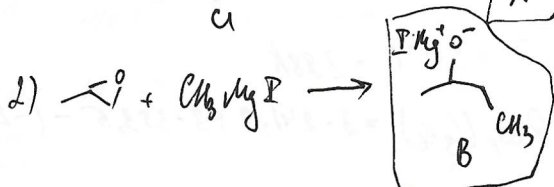
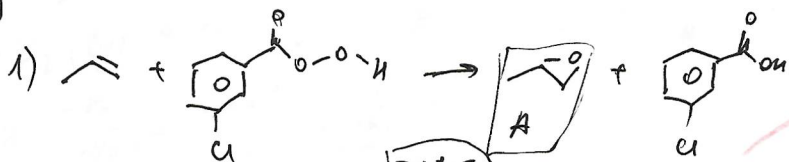
$PP = [\text{Mg}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2 \quad [\text{Mg}^{2+}] = c_p(\text{Mg}(\text{OH})_2)$

$[\text{Mg}^{2+}] = \frac{PP}{[\text{OH}^-]^2} = \frac{7,1 \cdot 10^{-12}}{0,031623^2} = 7,1 \cdot 10^{-9} \text{ моль/л}$

$c_p(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 7,1 \cdot 10^{-9} \text{ моль/л}$ - при $p\text{H} = 12,5$. $+$

№7.1

числова



$$n_{\text{теор}}(\text{CHI}_3) = n(\text{CC(=O)CC}) = \frac{m(\text{CC(=O)CC})}{M(\text{CC(=O)CC})} = \frac{10,8}{72} = 0,15 \text{ моль}$$

$$m_{\text{теор}}(\text{CHI}_3) = M(\text{CHI}_3) \cdot n_{\text{теор}}(\text{CHI}_3) = 394 \cdot 0,15 = 59,1 \text{ г}$$

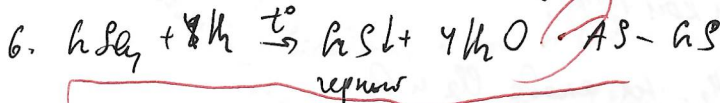
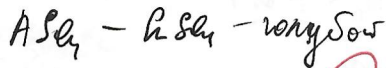
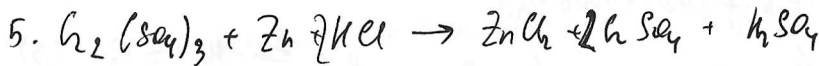
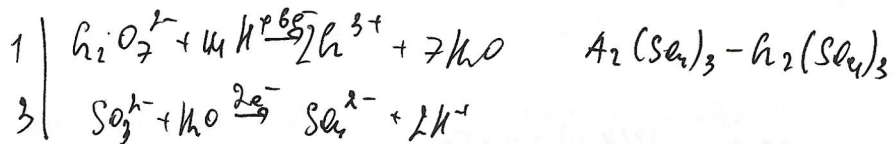
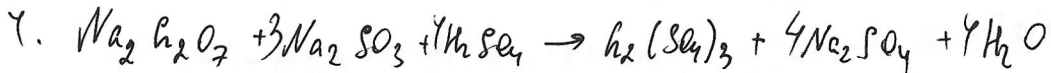
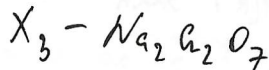
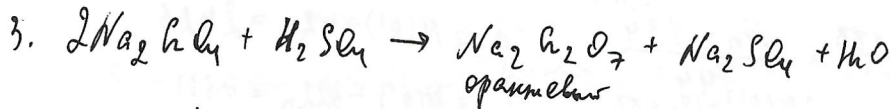
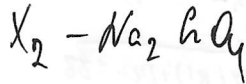
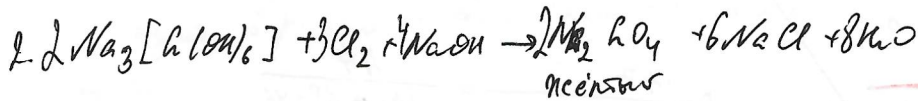
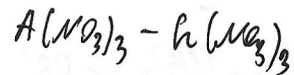
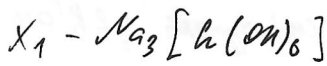
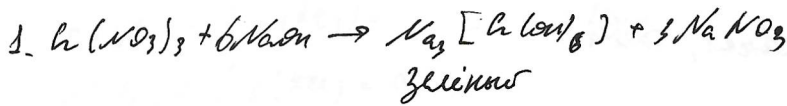
$$m_{\text{пр}}(\text{CHI}_3) = \eta \cdot m_{\text{теор}}(\text{CHI}_3) / 100\% = 97,5 \cdot 59,1 = 44,325 \text{ г}$$

Ответ: 44,325 г.

Твердые

У6.5

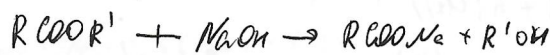
По окр. сел. и валентности можно предположить, что А - Cr



р-ые 1-5 проис. в р-ре, р-ые 6 - при нагревании с тв в-вом.

X3.5

Предположим, что к-а одноосновная, тогда:



$n(RCOOR') = n(RCOONa) = n(R'OH)$

$\frac{m(RCOOR')}{M(RCOOR')} = \frac{m(RCOONa)}{M(RCOONa)} = \frac{m(R'OH)}{M(R'OH)}$

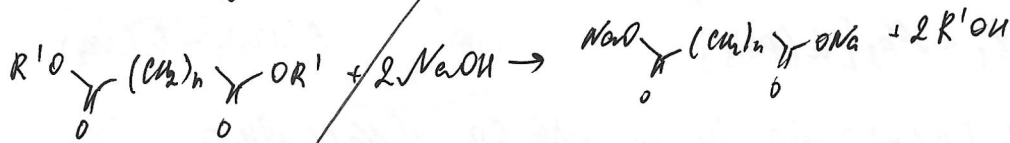
$\frac{47}{M(R)+M(R')+44} = \frac{44}{M(R)+67} = \frac{23}{M(R')+17}$

$\left\{ \begin{aligned} \frac{M(R)+M(R')+47}{47} &= \frac{M(R)+67}{44} \\ \frac{M(R)+67}{44} &= \frac{M(R')+17}{23} \end{aligned} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{aligned} 44M(R)+44M(R')+1936 &= 47M(R)+3149 \\ 23M(R)+1541 &= 44M(R')+748 \end{aligned} \right.$

$M(R') = 29$
 $M(R) = 21$

числовая

Радиан с $M = 21$ ~~число~~ ~~подобр.~~ ~~катушка~~, z_n , k -ая не одноатомная
 Пусть k -ая двухатомная, тогда:



$$\begin{cases} n_{\text{м.эф}} = n_{\text{соли}} \\ n_{\text{соли}} = 2n_{\text{м.эф}} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} \frac{47}{2M(R') + n \cdot 14 + 88} = \frac{44}{14n + 88 + 46} \\ \frac{2M(R') + 17}{23} = 2 \cdot \frac{47}{2M(R') + 14n + 88} \end{cases}$$

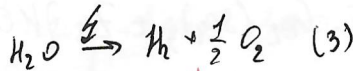
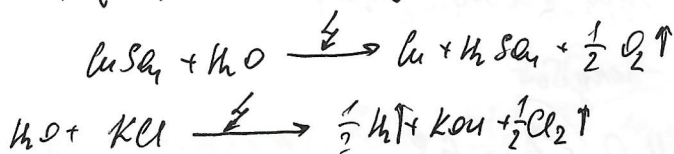
$$\begin{cases} \frac{2M(R') + 14n + 88}{47} = \frac{14n + 134}{34} \\ \frac{M(R') + 17}{23} = \frac{2M(R') + 14n + 88}{84} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 38M(R') - 42n = 2426 \\ 18M(R') - 322n = 7881 \end{cases}$$

$M(R') =$
 $n =$

№ 8.4

$m_{\text{ан}} = 53,82 \quad V(H_2O) = 0,45 \text{ л}$

$m(H_2O) = 450 \text{ г} \quad (\rho(H_2O) = 1000 \text{ г/л})$



электронный процесс

На катоде выдел. H_2 , на аноде Cl_2 и O_2

$V_a : V_k = 2 : 3 \Leftrightarrow (V(O_2) + V(Cl_2)) : V(H_2) = 2 : 3$

$m(Cu) = 9,62$

$2V(H_2) = 3(V(O_2) + V(Cl_2)) \quad | : V_m$

$2n(H_2) = 3 \cdot (n(O_2) + n(Cl_2))$

Введем, что $n(H_2)_{\text{ос}} > n(H_2)_{\text{из-за KCl}}$, z_n , n ~~проходив~~ ~~э-л~~ ~~водн~~
 после z_n -го $CuSO_4$ (он подл. z_n -го ~~показателю~~).

$n(CuSO_4) = n(Cu) \Rightarrow n(CuSO_4) = \frac{m(Cu)}{M(Cu)} = \frac{9,6}{64} = 0,15 \text{ моль} \quad +$

$m(CuSO_4) = n(CuSO_4) \cdot M(CuSO_4) = 0,15 \cdot 160 = 24 \text{ г}$

$n_1(O_2) = \frac{1}{2} n(CuSO_4) = 0,075 \text{ моль}$

$m(KCl) = m_{\text{ан}} - m(CuSO_4) = 53,8 - 24 = 29,8 \text{ г}$

$n(KCl) = \frac{m(KCl)}{M(KCl)} = \frac{29,8}{39 + 35,5} = 0,4 \text{ моль} \quad +$

На n -й взвешивании $0,15$ моль H_2O $n_1(H_2O) = 0,15$ моль используя

Пусть KCl равн. n -го количества, тогда

$$n_1(KCl) = \frac{1}{2} n(KCl) = \frac{1}{2} \cdot 0,4 = 0,2 \text{ моль} \quad \ominus !$$

$$n_1(Cl_2) = \frac{1}{2} n(KCl) = 0,2 \text{ моль}$$

$$n_2(H_2O) = n(KCl) = 0,4 \text{ моль}$$

Пусть в р-е было (3) в.с. x моль H_2O , тогда отлож. x моль H_2O и $(\frac{1}{2}x)$ моль O_2 .

$$2 \cdot (n_1(H_2O) + x) = 3 \cdot (0,075 + \frac{x}{2} + 0,2) \quad \ominus$$

$$x = 0,185 \text{ моль}$$

В n -го в.с. $n_3 = 0,35$ моль H_2O . $n_3(H_2O) = 0,35$ моль

Тогда n -го в р-е осталось: K_2SO_4 , KOH , H_2O

$$m'(H_2O) = m(H_2O) - M(H_2O) \cdot (n_1(H_2O) + n_2(H_2O) + n_3(H_2O))$$

$$m'(H_2O) = 450 - 18 \cdot (0,15 + 0,4 + 0,35) = 424,8 \text{ г}$$

$$\text{т.е. } m(K_2SO_4) = M(K_2SO_4) \cdot n(K_2SO_4) = M(K_2SO_4) \cdot n(K_2SO_4) = 98 \cdot 0,15 = 14,7 \text{ г}$$

$$m(KOH) = M(KOH) \cdot n(KOH) = M(KOH) \cdot n(KCl) = 56 \cdot 0,4 = 22,4 \text{ г}$$



т.е. $n(K_2SO_4) = 0,15$ моль $n(KOH) = 0,4$ моль, то K_2SO_4 в нед., значит,

$$n(K_2SO_4) = 0,15 \text{ моль} \quad n_{\text{ис}}(KOH) = 0,4 - 2 \cdot 0,15 = 0,1 \text{ моль}$$

$$m_2(H_2O) = 2 \cdot n(K_2SO_4) \cdot M(H_2O) = 36 \cdot 0,15 = 5,4 \text{ г}$$

$$m_{\text{вс}}(H_2O) = m'(H_2O) + m_2(H_2O) = 424,8 + 5,4 = 430,2 \text{ г}$$

$$m(K_2SO_4) = 0,15 \cdot M(K_2SO_4) = 0,15 \cdot 174 = 26,1 \text{ г}$$

$$m_{\text{ис}}(KOH) = 56 \cdot 0,1 = 5,6 \text{ г}$$

$$\omega(K_2SO_4) = \frac{26,1}{26,1 + 5,6 + 430,2} = 0,05651 \quad \ominus \ominus$$

$$\omega(KOH) = \frac{5,6}{26,1 + 5,6 + 430,2} = 0,01212$$

$$\omega(H_2O) = 1 - \omega(K_2SO_4) - \omega(KOH) = 1 - 0,05651 - 0,01212 = 0,93137$$

$$\omega(K_2SO_4) = 5,651\% \quad \omega(KOH) = 1,212\% \quad \omega(H_2O) = 93,137\% \quad \ominus$$

m c.c.c.! - ?

~~Handwritten signature~~

~~Handwritten signature~~ →

~~Handwritten signature~~



Угловые



уравнения



$$C: 4a = 4d \Rightarrow a = d$$

$$H: 10a + 2c = 8d + 2g \Rightarrow 2a + 2c = 2g \Rightarrow a + c = g$$

$$K: b = 2e \Rightarrow e = \frac{b}{2}$$

$$Mn: b = f$$

$$S: c = e + f \Rightarrow c = \frac{b}{2} + b = 1,5b$$

5 2 3 5 1 2 8

$$O: a + 4b + 4c = d + 4e + 4f + g$$

$$a + 4b + 4c = a + 4 \cdot \frac{b}{2} + 4b + a + c$$

$$88x + 616y + 88z = 658y + 6288$$

$$4c = 2b + a + c$$

$$94x + 1588$$

$$3c = a + 2b$$

$$a = 3c - 2b$$



$$\begin{array}{l} 2C: 74 \xrightarrow{-2} 1e^- \rightarrow -3 \quad | \quad 5 \\ Mn: +7 \xrightarrow{-7} +5e^- \rightarrow +2 \quad | \quad 1 \end{array}$$



$$\begin{array}{l} \overset{0}{2} \text{Cu} \\ \hline \overset{0}{2} \\ +2 \end{array} \quad \begin{array}{l} \overset{0}{2} \text{Mn} \\ \hline \overset{0}{2} \\ +2 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 0 + 2e^- \rightarrow 2 \quad | \quad 5 \\ +5e^- \quad \quad \quad | \quad 2 \end{array}$$

- ~~1.5~~
- ~~2.1~~
- 3.5
- ~~4.4~~
- ~~5.1~~
- ~~6.1~~
- ~~7.1~~
- 8.4