



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

Вариант А

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов"
наименование олимпиады

ПО химии
профиль олимпиады

Колос Мария Константиновна
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

вход 14⁰⁰ - 14⁰²

Дата

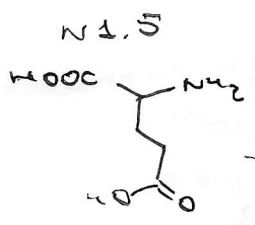
«03» марта 2024 года

Подпись участника

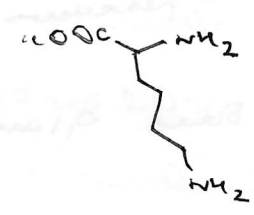
М. Колос

37-38-19-42
(56,3)

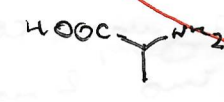
Англин
 Теремин
 1 2 3 4 5 6 7 8 9
 6 10 12 10 14 12 16 16 96



- мураминная кислота



- муцин



- аланин

96
 двукратное
 число

Как известно, COOH-группа обуславливает кислотные свойства, а NH₂-группа - основные свойства органических соединений.

Т.к. в мураминной кислоте 2 COOH- и 1 NH₂-группа, то у неё у β форма кислот наиболее сильные кислотные свойства, а значит, и самый низкий pH.

Т.к. в муцине 1 COOH- и 2 NH₂-группы, то у него самые сильные основные свойства, а значит, и самый высокий pH.

- Итак, 1 - аланин ✓
- 2 - мураминная кислота ✓
- 3 - муцин ✓

№ 2.1

$$M_{\text{см}} = \rho_{\frac{\text{см}}{\text{H}_2}} \cdot M(\text{H}_2) = 21,2 \cdot 2 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 42,4 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

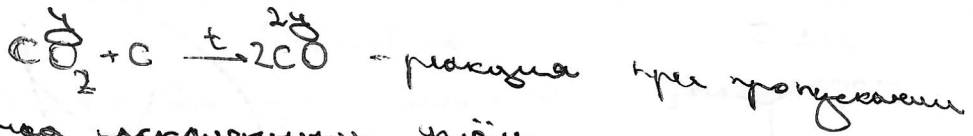
$$M_{\text{см}} = x(\text{CO})M(\text{CO}) + x(\text{CO}_2)M(\text{CO}_2)$$

Пусть $x(\text{CO}) = x$. Тогда $x(\text{CO}_2) = 1 - x$. Получим уравнение: $28x + 44(1 - x) = 42,4$

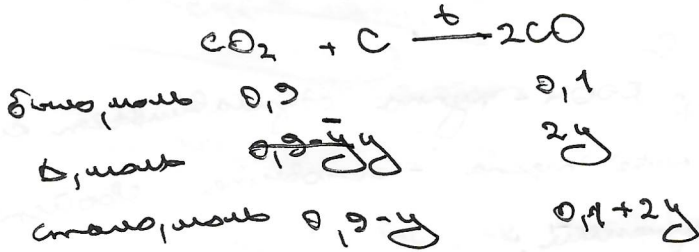
$$44 - 16x = 42,4$$

$$x = 0,1$$

Получим $x(\text{CO}) = 0,1$, $x(\text{CO}_2) = 1 - 0,1 = 0,9$ - мольная доля углерода в смеси газов



Пусть y моль CO_2 вступило в реакцию. Тогда образовалось $2y$ моль CO .
 Положим, что в нач. смеси было $0,1$ моль CO и $0,9$ моль CO_2 .



Теперь $n_{смеси} = 0,9-y + 0,1 + 2y = 1+y$ моль
 $n_{исх} = 0,1 + 0,9 = 1$ моль

т.е. Вещества изобразились, но $V_{смеси} = n_{смеси} V_m$

$$\frac{V_{смеси}}{V_{исх}} = 1,5 \text{ (по условию)}$$

$$\frac{V_{смеси}}{V_{исх}} = \frac{n_{смеси} V_m}{n_{исх} V_m} = \frac{n_{смеси}}{n_{исх}} = 1,5$$

$$\frac{1+y}{1} = 1,5$$

$$1+y = 1,5$$

$$y = 0,5$$

Получили, что образовалось $0,5$ моль CO_2 .

$$x'(CO) = \frac{n(CO)}{n(CO_2) + n(CO)} = \frac{0,1 + 2y}{1+y} = \frac{0,1 + 2 \cdot 0,5}{1 + 0,5} = \frac{1,1}{1,5} = 0,7333$$

$$x'(CO_2) = 1 - x'(CO) = 0,2667$$

- новые молярные др.

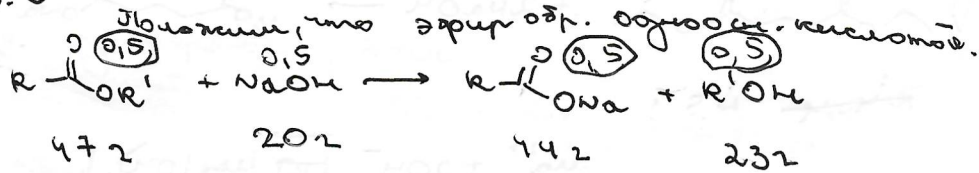
$$M_{см} = x'(CO) M(CO) + x'(CO_2) M(CO_2) = 0,7333 \cdot 28 + 0,2667 \cdot 44 = 32,2672$$

моль в смеси

$$D'_{H_2}(см) = \frac{M_{см}}{M(H_2)} = \frac{32,2672}{2} = 16,1336$$

37-38-19-42
(56.3)

N 3.5



$$m(NaOH) = m(\text{соли}) + m(\text{спирта}) - m(\text{эфира}) = 442 + 232 - 472 = 202$$

$$n(NaOH) = \frac{m(NaOH)}{M(NaOH)} = \frac{202}{40 \frac{г}{моль}} = 0,5 \text{ моль}$$

$$m(R'OH) = \frac{m(R'OH)}{n(R'OH)} = \frac{232}{0,5 \text{ моль}} = 464 \frac{г}{моль}$$

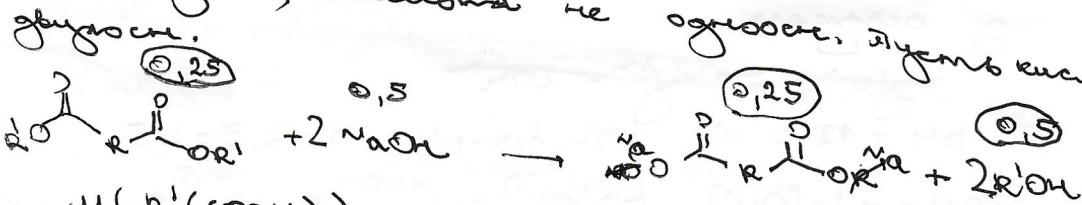
$$M(R') = 46 - 17 = 29 \frac{г}{моль}, \text{ что соотв. } R' - C_2H_5$$

$$M(RCOONa) = \frac{m(RCOONa)}{n(RCOONa)} = \frac{442}{0,5 \frac{г}{моль}} = 884 \frac{г}{моль}$$

$$M(R) = M(RCOONa) - M(COONa) = 884 \frac{г}{моль} - 67 \frac{г}{моль} = 217 \frac{г}{моль}$$

что соотв. C_7H_5 - не подг.

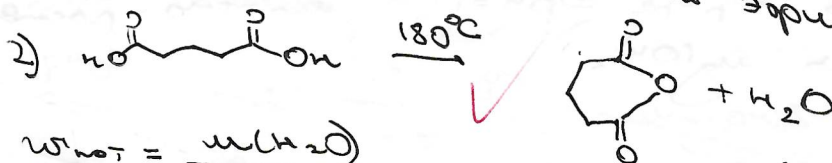
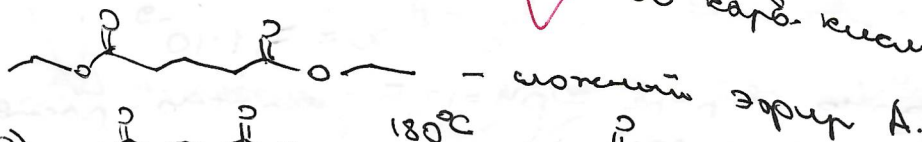
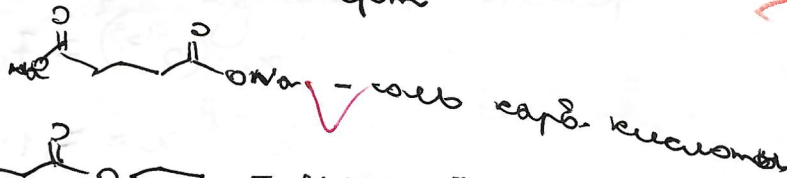
след-но, кислота не одноосн. значит кислота двучосн.



$$M(R'(COONa)_2) = \frac{m(\text{соли})}{n(\text{соли})} = \frac{442}{0,25 \frac{г}{моль}} = 1768 \frac{г}{моль}$$

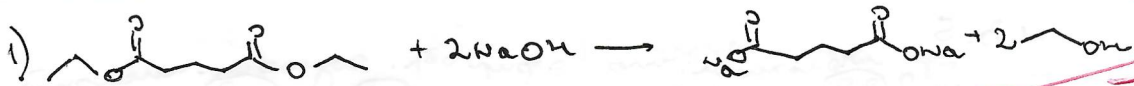
$$M(R') = \frac{M(R'(COONa)_2) - 2M(COONa)}{2} = \frac{1768 \frac{г}{моль} - (12+32+23) \cdot 2 \frac{г}{моль}}{2} = 422 \frac{г}{моль}, \text{ что соотв. } C_8H_6$$

π-ароматизация - спирт

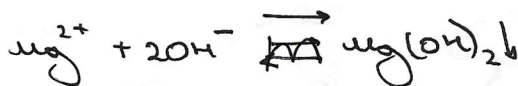


$$\omega_{H_2O} = \frac{m(H_2O)}{m(C_8H_6(COOH)_2)} \cdot 100\% = \frac{18 \frac{г}{моль}}{132 \frac{г}{моль}} \cdot 100\% = 13,64\%$$

по пере масс при нагревании



~~нч.ч~~ нс.1



$K_{sp}(Mg(OH)_2) = [Mg^{2+}][OH^-]^2 = 7,1 \cdot 10^{-12}$

Пусть $[Mg(OH)_2] = x$ моль / л
 $[Mg^{2+}] = x$ м / $[OH^-] = 2x$ м, т.к. $V_{H_2O} = 1$ л

$x \cdot (2x)^2 = 7,1 \cdot 10^{-12}$

$4x^3 = 7,1 \cdot 10^{-12}$

$x = 1,21 \cdot 10^{-4}$ ✓

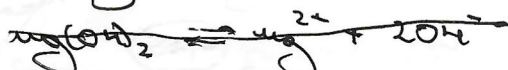
То есть, $n(Mg(OH)_2) = 1,21 \cdot 10^{-4}$ моль содержится в 1 л H_2O .

$[OH^-] = 2 \cdot 1,21 \cdot 10^{-4} \text{ м} = 2,42 \cdot 10^{-4} \text{ м}$

$pOH = -\lg [OH^-] = -\lg (2,42 \cdot 10^{-4} \text{ м}) = 3,62$

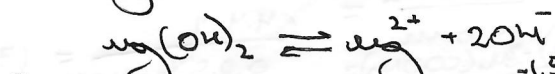
$pH = 14 - pOH = 14 - 3,62 = 10,38$ — pH раствора ✓

~~мг осадком~~



$pH = 12,5 \Rightarrow pOH = 14 - pH = 14 - 12,5 = 1,5$

$pOH = -\lg [OH^-] \Rightarrow [OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-1,5}$



было, м x $10^{-1,5}$

стало, м 0 x $2x + 10^{-1,5}$

Заметим, что $2x \ll 10^{-1,5}$, значит, ~~этими~~ ~~можно~~ ~~пренебречь~~.

$x \cdot (10^{-1,5})^2 = 7,1 \cdot 10^{-12}$

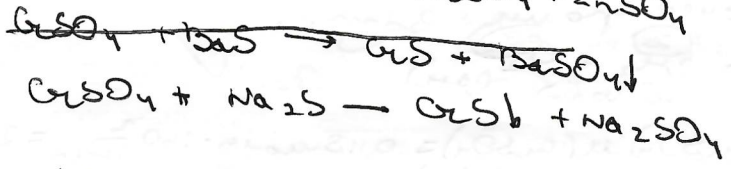
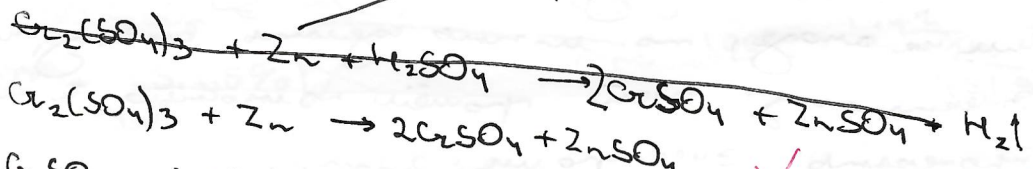
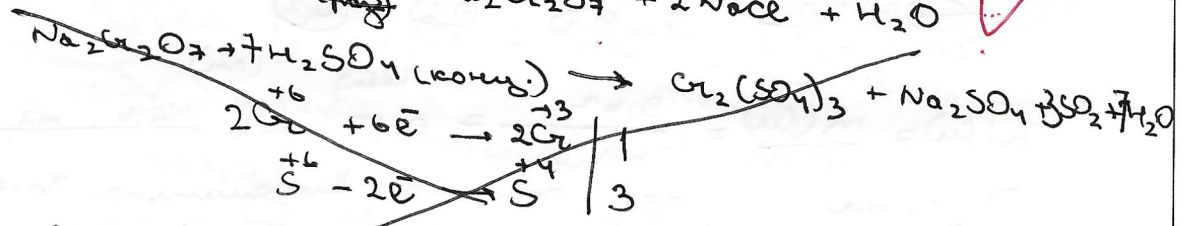
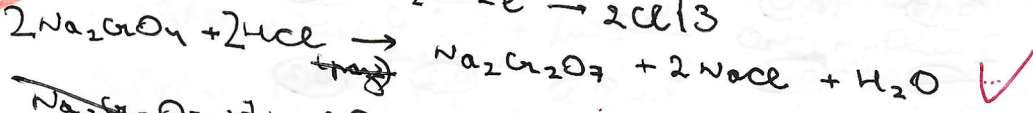
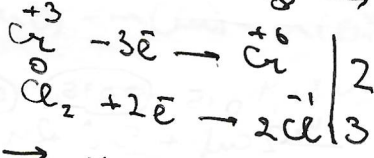
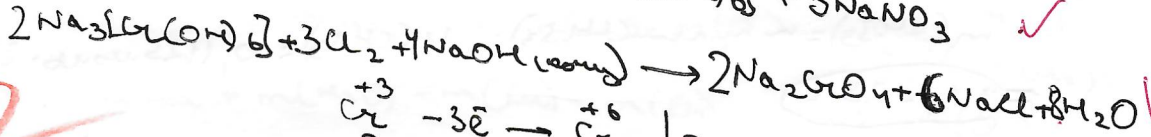
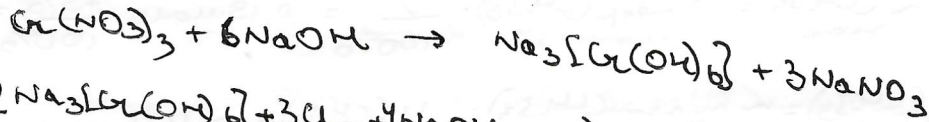
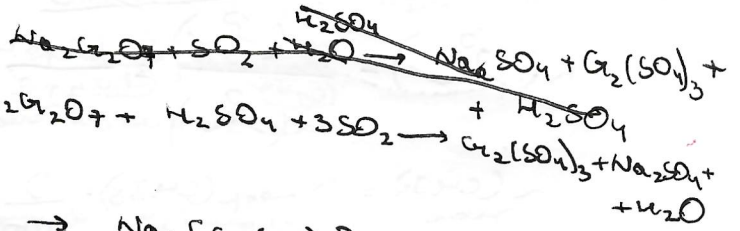
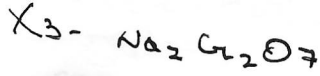
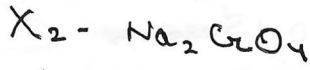
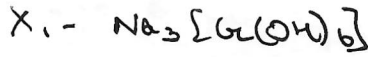
$x = 7,1 \cdot 10^{-9}$ ✓

след-но, в т-ке с $pH = 12,5$ можно растворить $7,1 \cdot 10^{-9}$ моль $Mg(OH)_2$.

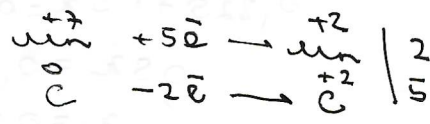
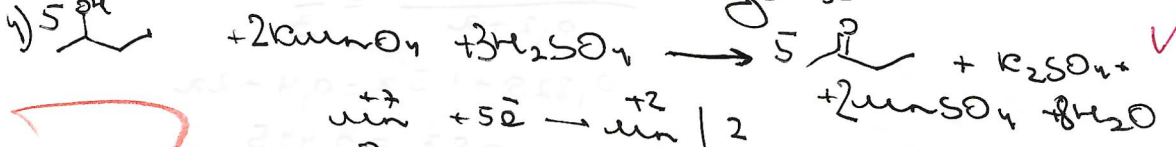
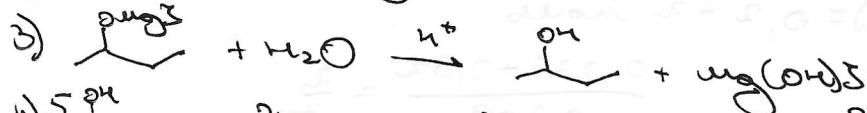
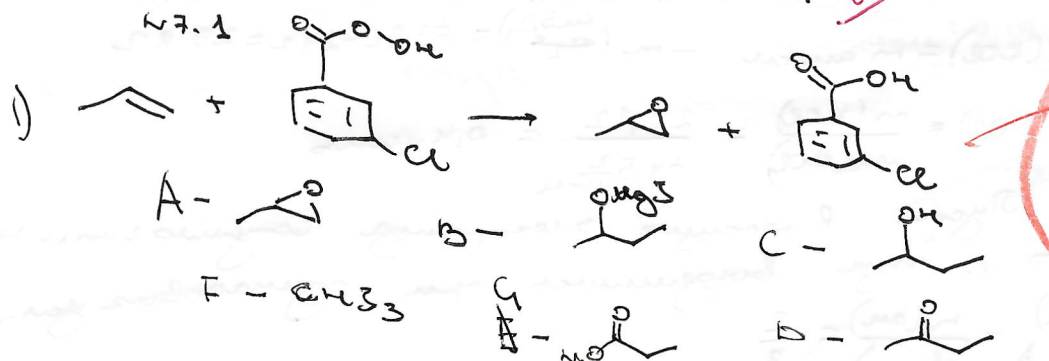
№ 6.5

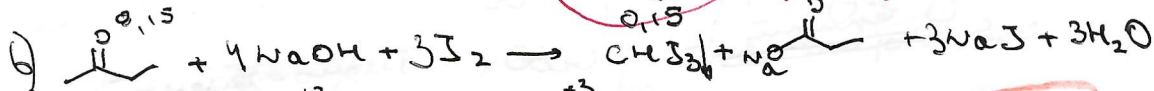
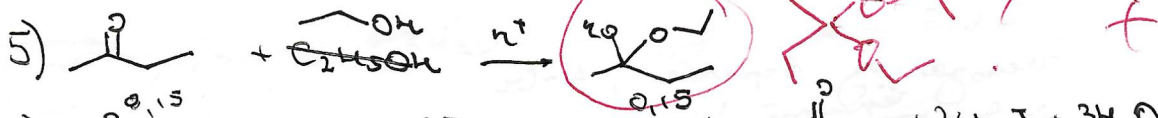
Многие из оксидов, A - Cr

CrS - ~~коричневый~~ ^{черный}, CrO₄ - бледно-зеленый!



№ 7.1

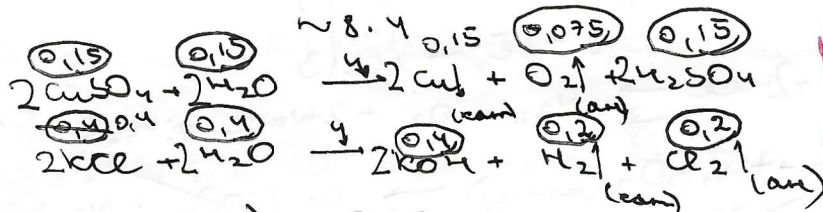




$$n(\text{acetone}) = \frac{m(\text{acetone})}{M(\text{acetone})} = \frac{10,82}{72,2} = 0,15 \text{ моль}$$

$$n(\text{CHI}_3)_{\text{теор}} = n_{\text{acetone}}(\text{CHI}_3) \cdot \frac{3}{100\%} = 0,15 \text{ моль} \cdot \frac{75\%}{100\%} = 0,1125 \text{ моль}$$

$$m(\text{CHI}_3) = n_{\text{теор}}(\text{CHI}_3) \cdot M(\text{CHI}_3) = 0,1125 \text{ моль} \cdot 394,2 = 44,3252$$



$$n(Cu) = \frac{m(Cu)}{M(Cu)} = \frac{9,62}{64} = 0,15 \text{ моль}$$

т.к. на катоде протекает водород, а на аноде, то можно сделать вывод, что электролиз идет по реакции полностью и начал протекать электролиз воды.



$$m(CuSO_4) = n(CuSO_4) \cdot M(CuSO_4) = 0,15 \text{ моль} \cdot 160 = 242$$

$$m(KCl) = m_{\text{смеси}} - m(CuSO_4) = 53,82 - 242 = 29,82$$

$$n(KCl) = \frac{m(KCl)}{M(KCl)} = \frac{29,82}{74,5} = 0,4 \text{ моль}$$

Пусть в реакции электролиза выступило x моль H_2O . т.е. тогда выделились при односторонней разл., то

$$\frac{V(\text{ан})}{V(\text{кат})} = \frac{n(\text{ан})}{n(\text{кат})} = \frac{2}{3}$$

$$n(\text{ан}) = 0,075 + 0,2 + 0,5x = 0,275 + 0,5x \text{ моль}$$

$$n(\text{кат}) = 0,2 + x \text{ моль}$$

$$\frac{0,275 + 0,5x}{0,2 + x} = \frac{2}{3}$$

$$0,825 + 1,5x = 0,4 + 2x$$

$$0,5x = 0,425$$

$$x = 0,85$$

То есть, $0,85$ моль H_2O выступило в реакцию.

$$n(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{\rho(\text{H}_2\text{O}) \cdot V(\text{H}_2\text{O})}{M(\text{H}_2\text{O})} = \frac{1 \frac{\text{г}}{\text{мл}} \cdot 450 \text{ мл}}{18 \frac{\text{г}}{\text{моль}}} = 25 \text{ моль} \Rightarrow$$

\Rightarrow не вся вода израсходовалась

Итак, в растворе остались H_2O , KOH и K_2SO_4 . Заметим, что KOH и H_2SO_4 вступают в реакцию.

$$2 \text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$$

$\begin{matrix} 0,2 & 0,1 & & & \\ 0,1 & & & & \end{matrix}$

В р-ре осталось 0,1 моль KOH , 0,15 моль K_2SO_4 и H_2O .

$$m_{\text{KOH р-ра}} = m_{\text{кол р-ра}} - m(\text{Cu}) - m(\text{O}_2) - m(\text{H}_2) - m(\text{Cl}_2) =$$

$$= m_{\text{смеси}} + m(\text{H}_2\text{O}) - m(\text{Cu}) - m(\text{O}_2) - m(\text{H}_2) - m(\text{Cl}_2) =$$

$$= 53,82 + 450 - 9,62 - (0,075 \text{ моль} + 0,425 \text{ моль}) \cdot 32 \frac{\text{г}}{\text{моль}} -$$

$$- (0,85 + 0,2) \text{ моль} \cdot 2 \frac{\text{г}}{\text{моль}} - 0,2 \text{ моль} \cdot 71 \frac{\text{г}}{\text{моль}} = 461,92$$

$$w(\text{KOH}) = \frac{m(\text{KOH})}{m_{\text{KOH р-ра}}} \cdot 100\% = \frac{m_{\text{KOH}} \cdot n(\text{KOH})}{m_{\text{KOH р-ра}}} \cdot 100\% =$$

$$= \frac{56 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 0,1 \text{ моль}}{461,92} \cdot 100\% = 1,21\%$$

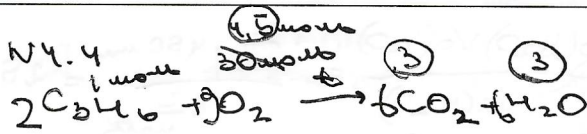
$$w(\text{K}_2\text{SO}_4) = \frac{M(\text{K}_2\text{SO}_4) \cdot n(\text{K}_2\text{SO}_4)}{m_{\text{KOH р-ра}}} \cdot 100\% = \frac{174 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 0,15 \text{ моль}}{461,92} \cdot 100\% = 5,65\%$$

100% = 5,65% ✓



$$n(\text{Cu(OH)}_2) = M(\text{Cu(OH)}_2) \cdot n(\text{Cu(OH)}_2) = 98 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \cdot 0,15 \text{ моль} = 14,7 \text{ г}$$

образовалось осадка



~~$Q_{гор} = C \Delta T$~~

~~$Q_{гор} = 6Q_{гор}(CO_2) + 6Q_{гор}(H_2O) - Q_{гор}(C_3H_6)$~~

$Q_{гор} = n(CO_2)Q_{гор}(CO_2) + n(H_2O)Q_{гор}(H_2O) - n(C_3H_6)Q_{гор}(C_3H_6)$

$- n(O_2)Q_{гор}(O_2) = 3 \text{ моль} \cdot 393,5 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} + 3 \text{ моль} \cdot 241,8 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$

$- 1 \text{ моль} \cdot (-20,4 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}) = 1926,3 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$

Образовавшаяся смесь

по массе.

Состав смеси: 3 моль CO_2 , 3 моль H_2O ,

25,5 моль O_2 .

$Q_{гор} = n(CO_2)C(CO_2)\Delta T + n(H_2O)C(H_2O)\Delta T + n(O_2)C(O_2)\Delta T$

~~$\Delta T = \frac{Q_{гор}}{n(CO_2) + n(H_2O) + n(O_2)} = 1926,3 \cdot 10^3$~~

$\Delta T = \frac{Q_{гор}}{C(CO_2)n(CO_2) + C(H_2O)n(H_2O) + C(O_2)n(O_2)}$

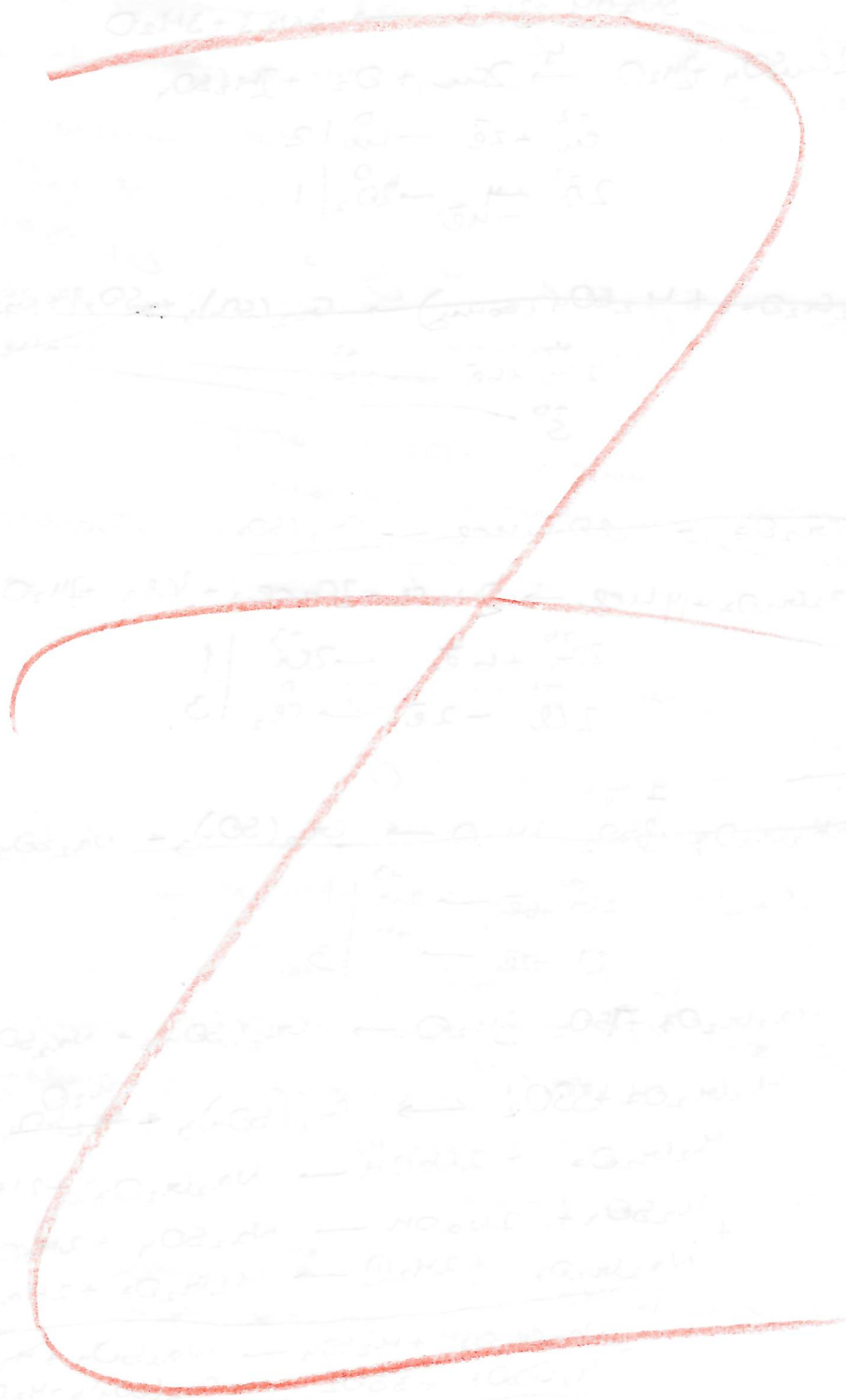
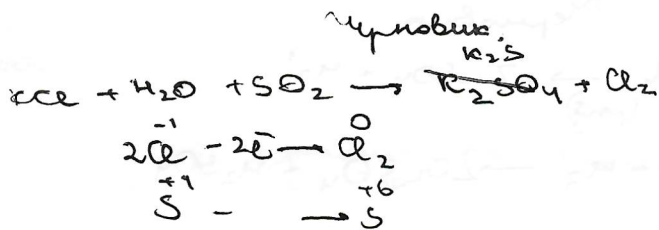
$= \frac{1926,3 \cdot 10^3 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}}{53,5 \frac{\text{кДж}}{\text{моль} \cdot \text{K}} \cdot 3 \text{ моль} + 43 \frac{\text{кДж}}{\text{моль} \cdot \text{K}} \cdot 3 \text{ моль} + 34,7 \frac{\text{кДж}}{\text{моль} \cdot \text{K}} \cdot 25,5 \text{ моль}}$

$= \frac{1926,3 \cdot 10^3 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}}{1640,31 \text{ К}}$

$\Delta T = 1640,31^\circ\text{C}$

$T_{кон} = T_0 + \Delta T = 1665,31^\circ\text{C}$

34,7 · 25,5 !!



Черновик

