



08-20-01-39
(56.12)



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

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

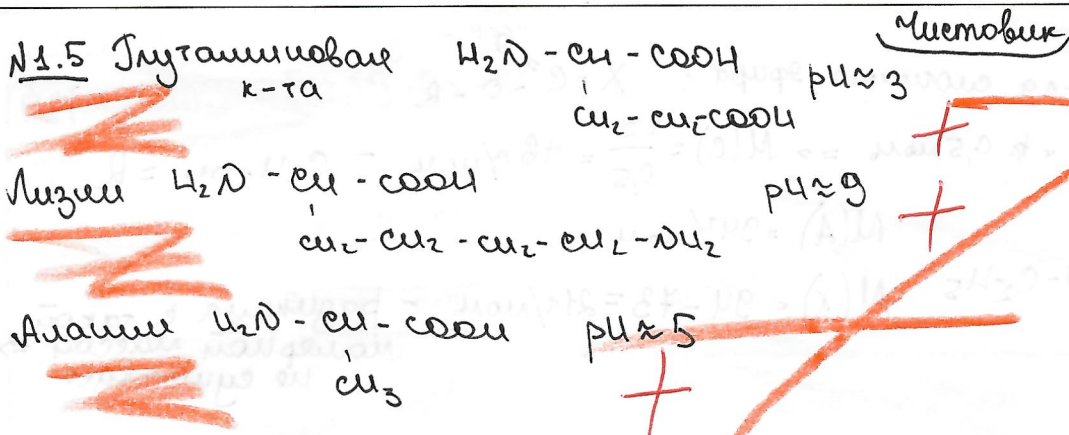
по физике
профиль олимпиады

Номановой Ксении Валерьевны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«03» марта 2024 года

Подпись участника
К.В. Номанова

08-20-01-39
(56,12)



Банка №1 - алаанин
 Банка №2 - мутаниновая кислота
 Банка №3 - лизин

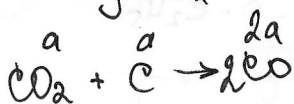
№2.1 $D_{\text{CH}_2} = \frac{M_{\text{CH}_2}}{M_{\text{CH}_2}} \Rightarrow M_{\text{CH}_2} = D_{\text{CH}_2} \cdot M_{\text{CH}_2} = 21,2 \cdot 2 = 42,4 \text{ г/моль}$

Пусть $n(\text{CO}) = x$ $\text{УР-ие: } \frac{28x + 44y}{x + y} = 42,4$
 $n(\text{CO}_2) = y$

$28x + 44y = 42,4x + 42,4y$

$1,6y = 14,4x$

$y = 9x$



Допустим: $n(\text{CO}) = 1 + 2a$
 $n(\text{CO}_2) = 9 - a$ } после р-ции

Соотношение: $\frac{1 + 2a + 9 - a}{1 + 9} = 1,5$

$\frac{10 + a}{10} = 1,5$

$10 + a = 15$

$a = 5$

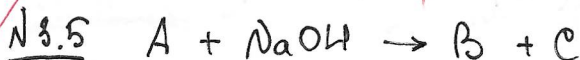
тогда $n(\text{CO}) = 1 + 2 \cdot 5 = 11 \text{ моль}$
 $n(\text{CO}_2) = 9 - 5 = 4 \text{ моль}$ } после р-ции

$M_{\text{CH}_2} = \frac{28 \cdot 11 + 44 \cdot 4}{11 + 4} = \frac{308 + 176}{15} = \frac{484}{15} = 32,266\bar{7} \text{ г/моль}$

$D_{\text{CH}_2} = \frac{M_{\text{CH}_2}}{M_{\text{CH}_2}} = \frac{32,266\bar{7}}{2} = 16,133$

Ответ: 16,133

Пусть В - натриевая соль
 С - спирт



По закону сохранения массы:

$m(\text{NaOH}) = 44 + 23 - 47 = 20 \text{ г}$

$n(\text{NaOH}) = \frac{m}{M} = \frac{20}{40} = 0,5 \text{ моль}$

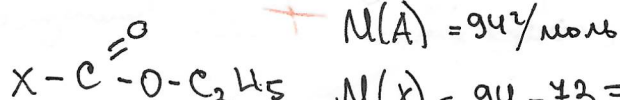
Допустим, что $n(A) = n(\text{NaOH}) = 0,5 \text{ моль} \Rightarrow M(A) = \frac{47}{0,5} = 94 \text{ г/моль}$

1/2/3/4/5/6/7/8/2
 0/10/12/12/12/12/12/15/89
 89
 Восемьдесят девять

Чистовик

Общая ф-ла сложного эфира: $X-C(=O)-O-R$

$n(C) = n(A) = 0,5 \text{ моль} \Rightarrow M(C) = \frac{23}{0,5} = 46 \text{ г/моль} - C_2H_5OH = R$

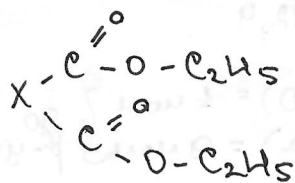


$M(X) = 94 - 48 = 46 \text{ г/моль}$ - радикала с такой молярной массой не существует

$\Rightarrow n(A) = \frac{1}{2} n(NaOH) = \frac{1}{2} \cdot 0,5 = 0,25 \text{ моль} \Rightarrow M(A) = \frac{47}{0,25} = 188 \text{ г/моль}$
 это диэфир

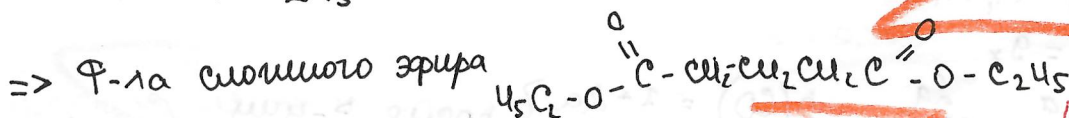
Пусть $n(C) = n(NaOH) = 0,5 \text{ моль}$
 $M(C) = \frac{23}{0,5} = 46 \text{ г/моль}$ } - C_2H_5OH

Общая ф-ла эфира:

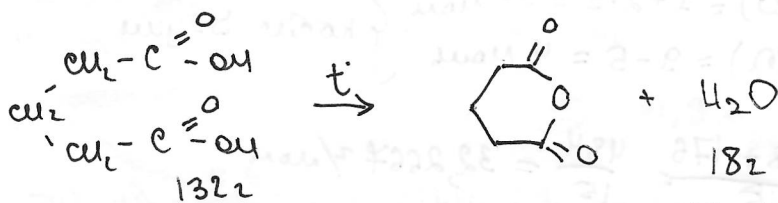
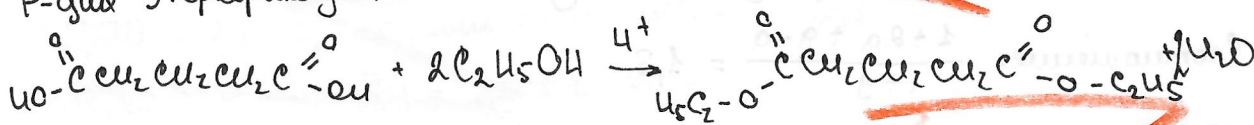


$M(A) = 188 \text{ г/моль}$

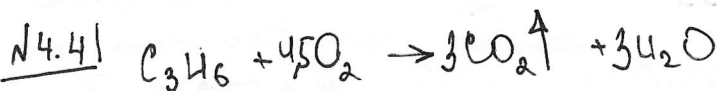
$M(X) = 188 - 2 \cdot 73 = 42 \text{ г/моль} \Rightarrow$



Р-ция этерификации:



$\frac{18}{132} = 0,13636$ масса уменьшится на 13,64%



$Q_p = 3 \cdot 393,5 + 3 \cdot 241,8 - 1 \cdot (-20,4) = 1180,5 + 725,4 + 20,4 = 1926,3 \text{ Дж} = 1926300 \text{ Дж}$

$n(CO_2) = 3 \text{ моль}; n(H_2O) = 3 \text{ моль}; n(O_2) = 30 - 4,5 = 25,5 \text{ моль}$

$Q = c \cdot m \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{Q}{c \cdot m}$

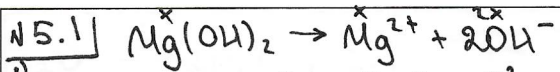
$\Delta t = \frac{1926300}{3 \cdot 53,5 + 3 \cdot 43 + 25,5 \cdot 34,7} = \frac{1926300}{160,5 + 129 + 884,85} = \frac{1926300}{1174,35} = 1640$

$T_2 = T_1 + \Delta t = 25 + 1640 = 1665 \text{ }^\circ\text{C}$ Ответ: $1665 \text{ }^\circ\text{C}$

Нет значения
 Запрещается

08-20-01-39
(56.12)

Мистовик



1) $PK(Mg(OH)_2) = [Mg^{2+}] \cdot [OH^-]^2 = 4,1 \cdot 10^{-12}$

Ур-ние $x \cdot (2x)^2 = 4,1 \cdot 10^{-12}$

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

$x = \sqrt[3]{\frac{4,1 \cdot 10^{-12}}{4}}$

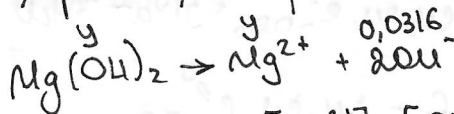
$x = 1,21 \cdot 10^{-4}$ +

$C(Mg(OH)_2) = 1,21 \cdot 10^{-4} M$; $S(Mg(OH)_2) = 1,21 \cdot 10^{-4} \cdot 58 = 7,018 \cdot 10^{-4} \text{ г/л} = 0,7018 \cdot 10^{-2} \text{ г/л}$

$[OH^-] = 2 \cdot 1,21 \cdot 10^{-4} = 2,42 \cdot 10^{-4} M \Rightarrow pOH = -\lg(2,42 \cdot 10^{-4}) = 3,616$ +

$pH + pOH = 14 \Rightarrow pH = 14 - 3,616 = 10,384$

2) $pH = 12,5 \Rightarrow pOH = 14 - 12,5 = 1,5 \Rightarrow [OH^-] = 10^{-1,5} = 0,0316 M$ +



$PK(Mg(OH)_2) = [Mg^{2+}] \cdot [OH^-]^2 = 4,1 \cdot 10^{-12}$

Ур-ние: $y \cdot 0,0316^2 = 4,1 \cdot 10^{-12}$

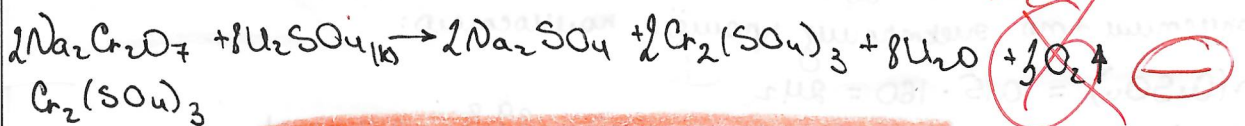
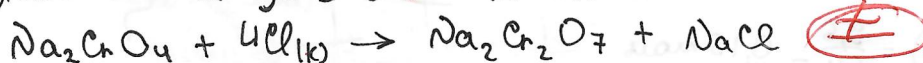
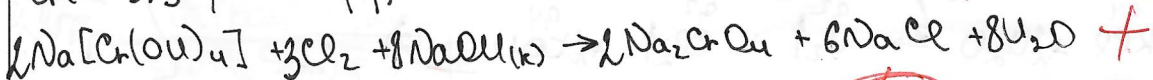
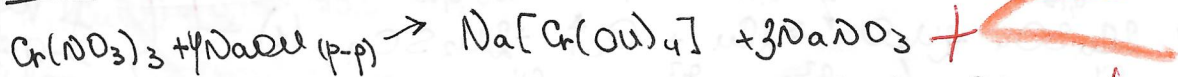
$y = \frac{4,1 \cdot 10^{-12}}{9,9856 \cdot 10^{-4}}$

$y = 4,1 \cdot 10^{-9}$ +

$C(Mg(OH)_2) = 4,1 \cdot 10^{-9} M$; $S(Mg(OH)_2) = 4,1 \cdot 10^{-9} \cdot 58 = 237,8 \cdot 10^{-9} \text{ г/л} = 0,2378 \cdot 10^{-6}$

Отвеч: $S(Mg(OH)_2)_1 = 0,7018 \cdot 10^{-2} \text{ г/л}$; $pH_1 = 10,384$; $S(Mg(OH)_2)_2 = 0,2378 \cdot 10^{-6}$ ⊖

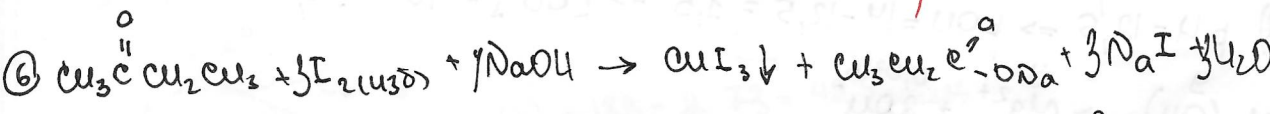
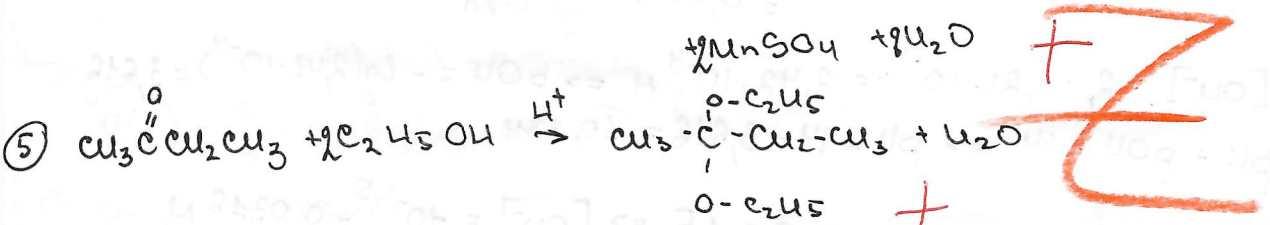
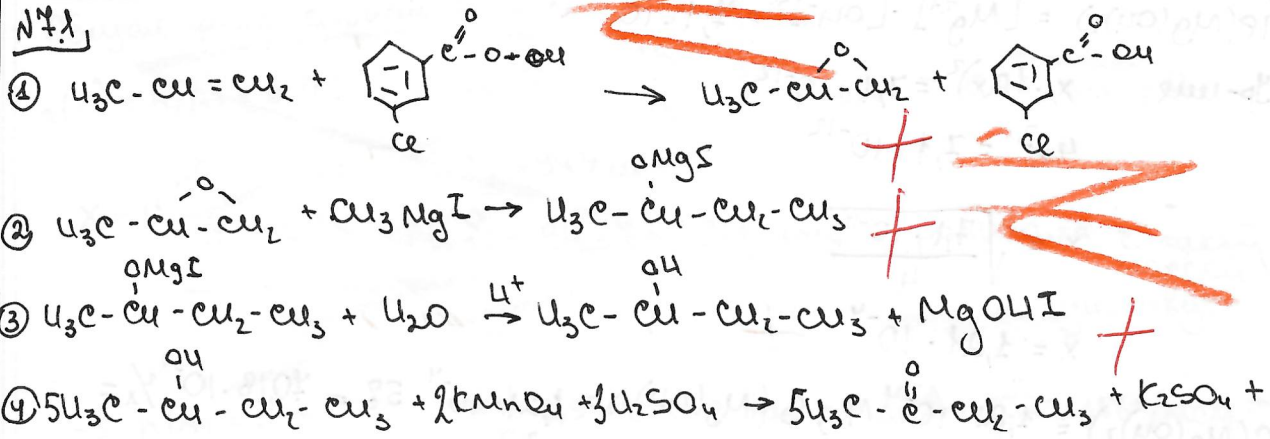
№6.5 | A = Cr



CrS - термий +

Чистовик

N7.1



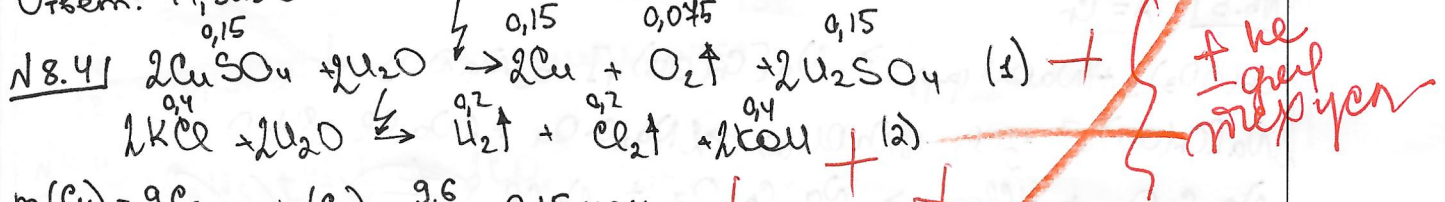
- A - $CH_3-C(OH)(Mg)-CH_2$ D - $CH_3-C(O-C_2H_5)(C_2H_5)-CH_2-CH_3$ G - CH_3CH_2COONa
 B - $CH_3-C(OH)(Mg)-CH_2-CCl_3$ E - $CH_3-C(O-C_2H_5)(C_2H_5)-CH_2-CH_3$
 C - $CH_3-C(OH)(Mg)-CH_2-CCl_3$ F - CHI_3

$m(D) = 10,8 \Rightarrow n(D) = \frac{10,8}{72} = 0,15 \text{ моль}$

по УХР $n = 6$ $n(F) = n(D) = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow m_r(F) = 0,15 \cdot 394 = 59,1 \text{ г}$

$\eta = \frac{m_n}{m_r} \Rightarrow m_n(F) = 0,75 \cdot 59,1 = 44,325 \text{ г}$

Ответ: 44,325 г



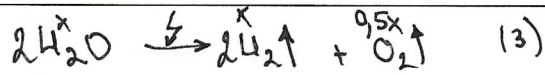
$m(Cu) = 9,6 \Rightarrow n(Cu) = \frac{9,6}{64} = 0,15 \text{ моль}$

Допустим, что электролиз прошел полностью:

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

$m(KCl) = 53,8 - 24 = 29,8 \Rightarrow n(KCl) = \frac{29,8}{74,5} = 0,4 \text{ моль}$

Анод: $O_2; Cl_2$ Катод: H_2
 $\frac{n(+)}{n(-)} = \frac{0,075 + 0,2}{0,2} = 1,375 \neq \frac{2}{3} \Rightarrow$ еще будет проходить электролиз воды



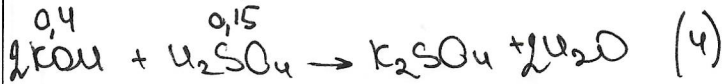
$$\text{Ур-ние: } \frac{0,275 + 0,5x}{0,2 + x} = \frac{2}{3}$$

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

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

$$x = 0,85$$

$$n(\text{H}_2\text{O}) = 0,85 \text{ моль}$$



KOH - в избытке

$$n_{\text{ост}}(\text{KOH}) = 0,4 - 0,15 \cdot 2 = 0,1 \text{ моль}$$

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

$$n(\text{K}_2\text{SO}_4) = 0,15 \text{ моль}$$

$$m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 174 \cdot 0,15 = 26,1 \text{ г}$$

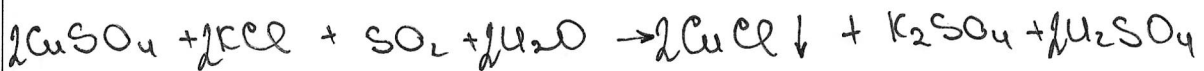
Р-р после электролиза:

$$m_{\text{р}} = m_{\text{сух}} + m_{\text{H}_2\text{O}} - m_{\text{H}_2} - m_{\text{O}_2} - m_{\text{H}_2} - m_{\text{Cu}} - m_{\text{Cu}} - m_{\text{H}_2\text{O}} =$$

$$= 53,8 + 450 - 9,6 - 2,4 - 0,4 - 14,2 - \cancel{0,4} - 15,3 = 461,9 \text{ г}$$

$$\omega(\text{KOH}) = \frac{5,6}{461,9} = 0,01212 \quad (1,212\%)$$

$$\omega(\text{K}_2\text{SO}_4) = \frac{26,1}{461,9} = 0,0565 \quad (5,65\%)$$



осадок - CuCl

$$n(\text{CuCl}) = 0,15 \text{ моль}$$

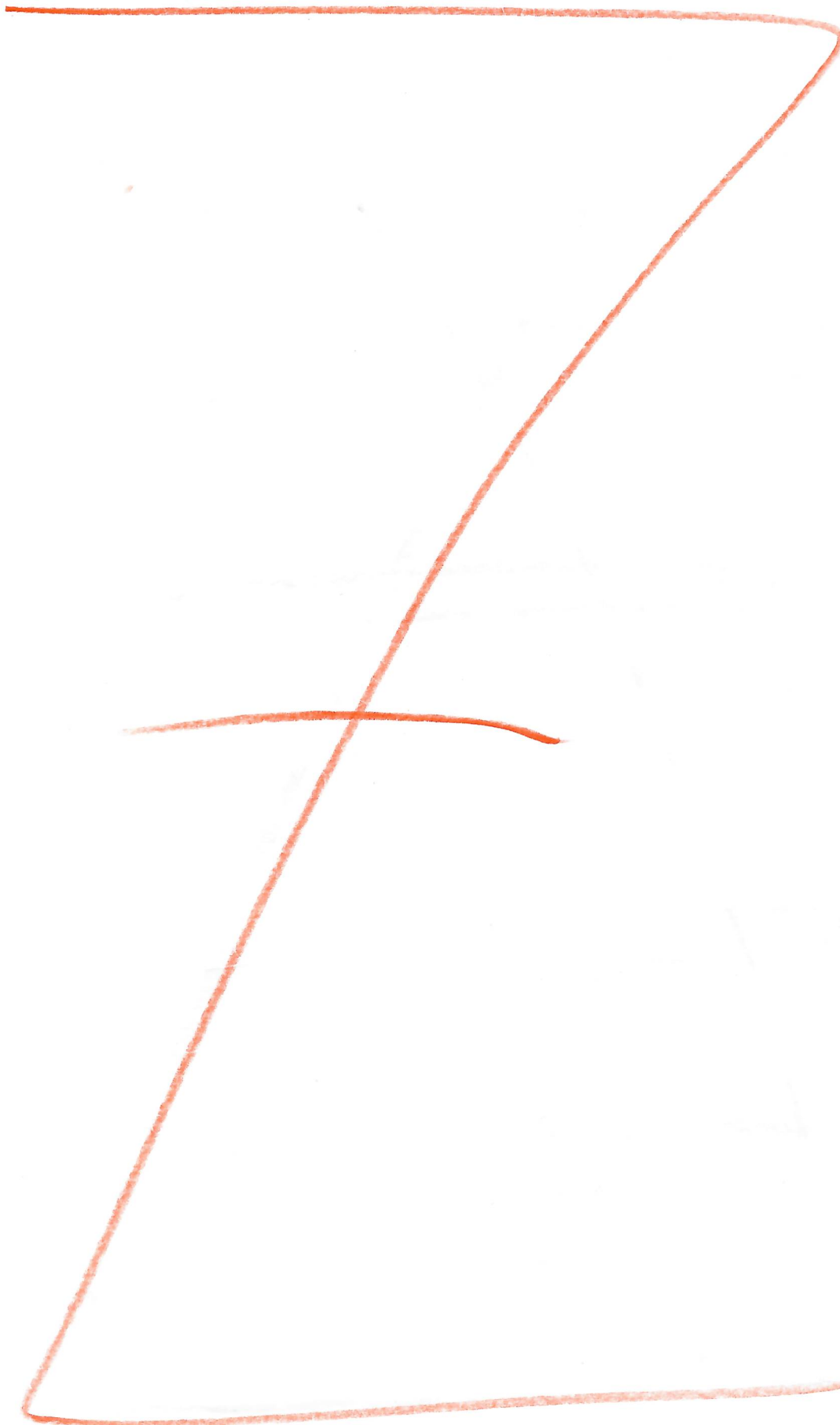
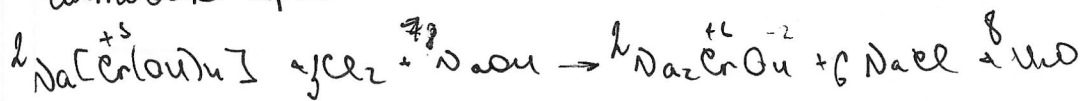
$$m(\text{CuCl}) = 0,15 \cdot 99,5 = 14,925 \text{ г}$$

$$\text{Ответ: } \omega(\text{KOH}) = 1,212\%$$

$$\omega(\text{K}_2\text{SO}_4) = 5,65\%$$

$$m(\text{CuCl}) = 14,925 \text{ г}$$

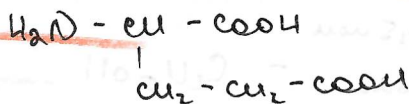
~~Читовик~~ Терновик



Черновик:

№1.5

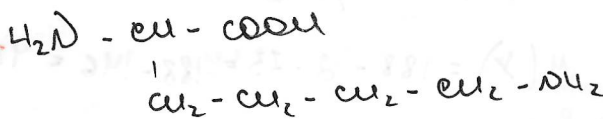
Путамишова
к-ра



рН ≈ 3

②

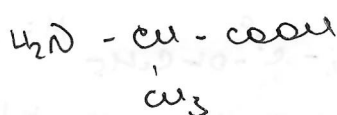
Лизин



рН ≈ 9

③

Аламин



рН ≈ 5

①

№2.1

$D_{u_2} = 21,2$

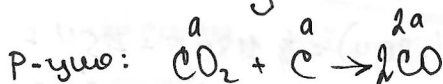
$M_{\text{C}_u} = D_{u_2} \cdot M_{u_2} = 21,2 \cdot 2 = 42,4 \text{ г/моль}$

пусть $n(\text{CO}) = x$
 $n(\text{CO}_2) = y = 9x$

Ур-ние: $\frac{28x + 44y}{x + y} = 42,4$

$28x + 44y = 42,4x + 42,4y$
 $16y = 14,4x$

$y = 9x$



После р-уно:
 $n(\text{CO}) = 1 + 2a \Leftrightarrow 1 + 2 \cdot 5 = 11 \text{ моль}$
 $n(\text{CO}_2) = 9 - a \Leftrightarrow 9 - 5 = 4 \text{ моль}$

$\frac{1 + 2a + 9 - a}{1 + 9} = 1,5; \quad \frac{10 + a}{10} = 1,5; \quad 10 + a = 15; \quad a = 5$

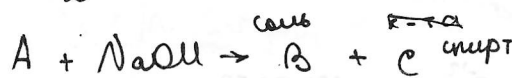
$D_{u_2} = \frac{M_{\text{C}_u}}{M_{u_2}}$

$M_{\text{C}_u} = \frac{11 \cdot 28 + 4 \cdot 44}{15} = \frac{308 + 176}{15} = 32,267 \text{ г/моль}$

$D_{u_2} = \frac{32,267}{2} = 16,1335$

то закону сохр. масс:

№3.5



$n(\text{NaOH}) = 44 + 23 - 47 = 20$
 $n(\text{NaOH}) = \frac{20}{40} = 0,5 \text{ моль}$

Предположим, что $n(A) = n(\text{NaOH}) = 0,5 \text{ моль} \Rightarrow M(A) = \frac{47}{0,5} = 94 \text{ г/моль}$

$n(\text{C}) = n(\text{NaOH}) = 0,5 \text{ моль} \Rightarrow M(\text{C}) = \frac{23}{0,5} = 46 \text{ г/моль} - \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

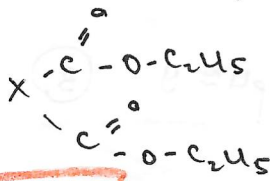
Общая ф-ла: $M(A) = 94 \text{ г/моль}$

$\text{X}-\text{C}^{\circ}-\text{O}-\text{C}_2\text{H}_5 \quad M(A) = 94 - 73 = 21 \text{ г/моль}$ - радикала с такой молярной массой быть не может \Rightarrow

Черновик $n(A) = \frac{1}{2} \cdot n(NaOH) = \frac{1}{2} \cdot 0,5 = 0,25 \text{ моль} \Rightarrow M(A) = \frac{47}{0,25} = 188 \text{ г/моль}$

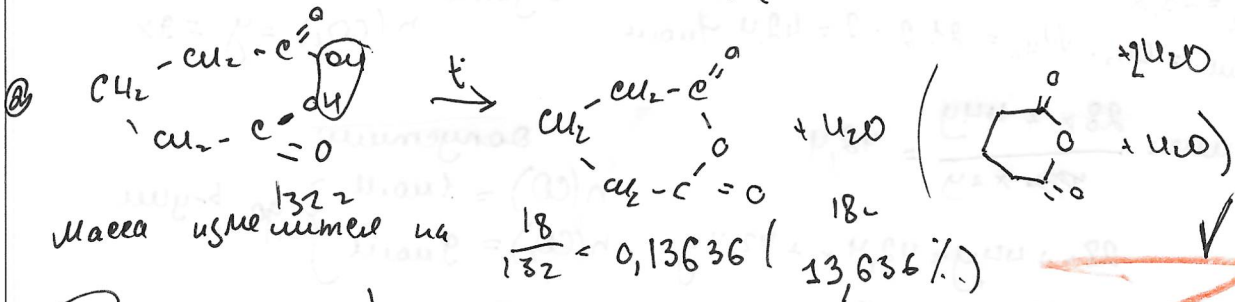
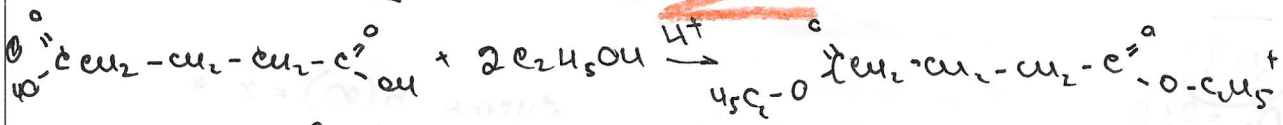
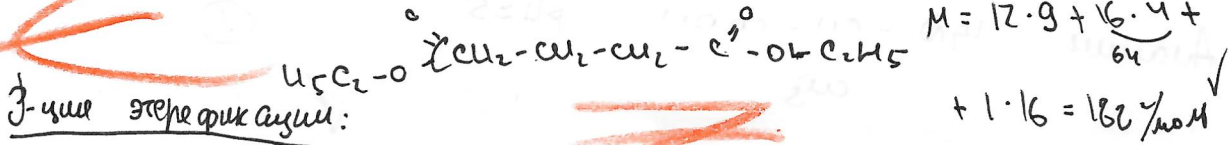
дизериф

Пусть $n(C) = n(NaOH) = 0,5 \text{ моль}$
 $M(C) = \frac{13}{0,5} = 46 \text{ г/моль} - C_2H_5OH$

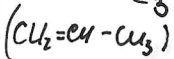


$M(A) = 188 \text{ г/моль}$

$M(X) = 188 - 2 \cdot 73 = 188 - 146 = 42 \text{ г/моль}$



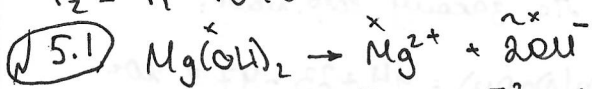
4.4 $Q = c \cdot n \cdot \Delta t$



$Q_p = \sum Q_{np} - \sum Q_p = 3 \cdot 393,5 + 3 \cdot 241,8 - 1 \cdot (-20,4) = 1180,5 + 725,4 + 20,4 = 1926,3 \text{ кДж}$

$\Delta t = \frac{Q}{c \cdot n} = \frac{1926300 \text{ Дж}}{3 \cdot 53,5 + 3 \cdot 43 + 25,5 \cdot 34,7} = \frac{1926300}{160,5 + 129 + 884,85} = \frac{1926300}{1174,35} = 1640$

$T_2 = T_1 + 1640 = 25 + 1640 = 1665 \text{ } ^\circ\text{C}$



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

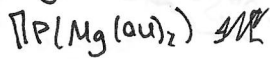
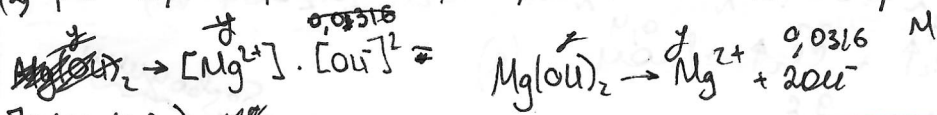
Ур-ние: $x \cdot (2x)^2 = 7,1 \cdot 10^{-12}$
 $4x^3 = 7,1 \cdot 10^{-12}$
 $x = \sqrt[3]{\frac{7,1 \cdot 10^{-12}}{4}} = \sqrt[3]{1,775 \cdot 10^{-12}} = 1,21 \cdot 10^{-4}$

$C(Mg(OH)_2) = 1,21 \cdot 10^{-4} \text{ м}; S(Mg(OH)_2) = 1,21 \cdot 10^{-4} \cdot 58 = 7,018 \cdot 10^{-3} \text{ г/л}$

$[OH^-] = 2 \cdot 1,21 \cdot 10^{-4} = 2,42 \cdot 10^{-4} \text{ м} \Rightarrow pOH = -\lg(2,42 \cdot 10^{-4}) = 3,616$

$pH + pOH = 14 \Rightarrow pH = 14 - 3,616 = 10,384$

(2) $pH = 12,5 \Rightarrow pOH = 14 - 12,5 = 1,5 \Rightarrow [OH^-] = 10^{-1,5} = 0,0316$ Чертовик

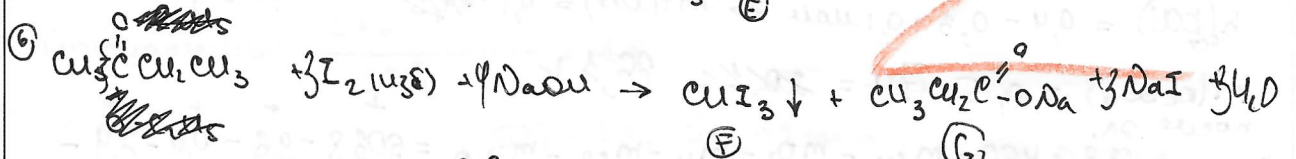
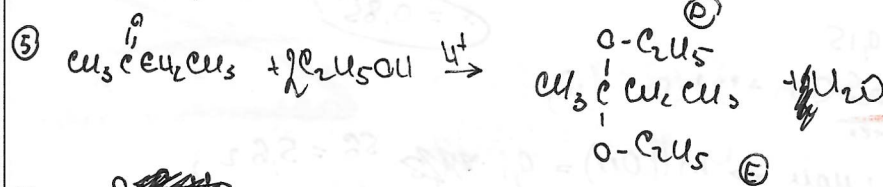
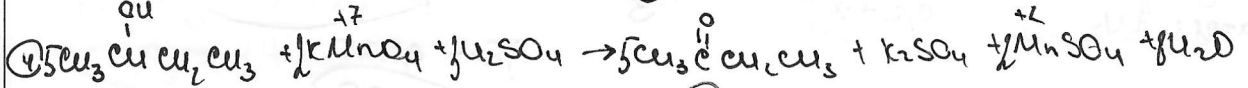
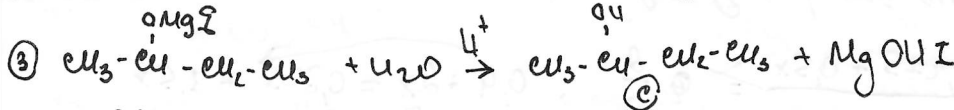
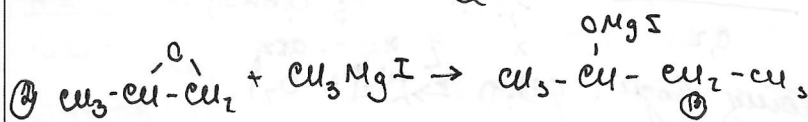
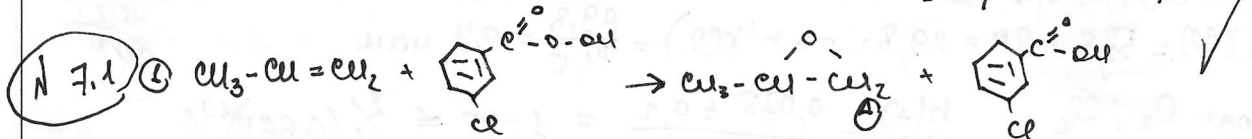


$= 4,1 \cdot 10^{-12}$

$y \cdot 0,0316^2 = 4,1 \cdot 10^{-12}$

$y = \frac{4,1 \cdot 10^{-12}}{9,9856 \cdot 10^{-4}} = 4,11 \cdot 10^{-8}$

$c(Mg(OH)_2) = 0,711 \cdot 10^{-8}$; $S(Mg(OH)_2) = 4,11 \cdot 10^{-8} \cdot 58 = 2,38 \cdot 10^{-6} = 0,41 \cdot 10^{-6} \text{ г/л}$

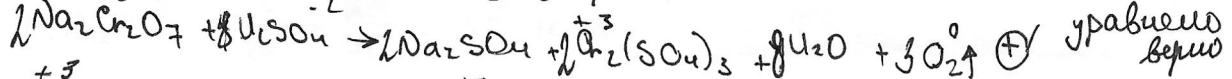
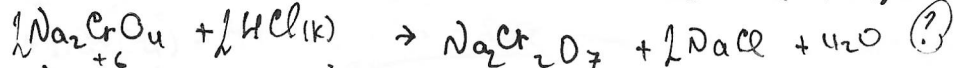
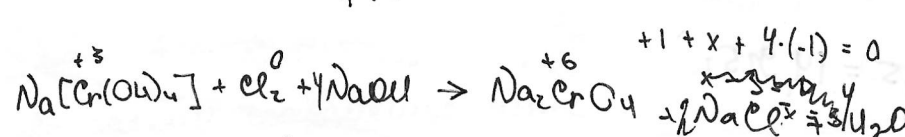
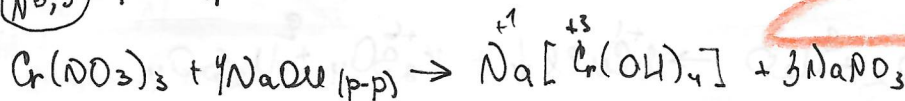


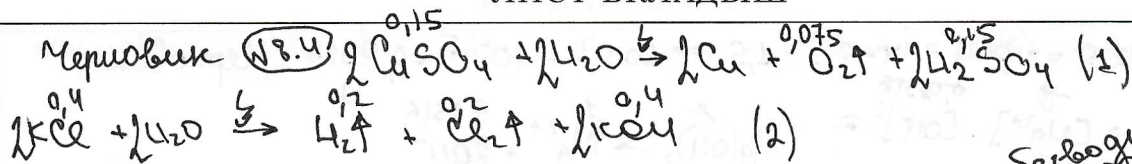
$m(b) = 10,82 \Rightarrow n(D) = \frac{10,8}{72} = 0,15 \text{ моль}$

но у XP (6) $n(F) = n(b) = 0,15 \text{ моль}$

$m_r(F) = 0,15 \cdot 394 = 59,1 \text{ г}$

$m_n(F) = 59,1 \cdot 0,75 = 44,325 \text{ г}$ ✓





безводный

$m(\text{Cu}) = 9,6 \text{ г} \Rightarrow n(\text{Cu}) = \frac{9,6}{64} = 0,15 \text{ моль}$
 Допустим: электролиз крахмала количество

$n(\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}) = 0,15 \text{ моль}$
 $m(\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}) = 0,15 \cdot \frac{250}{5} = 7,5 \text{ г}$
 $(160 + 90) = 250$
 $= 37,5 \text{ г}$

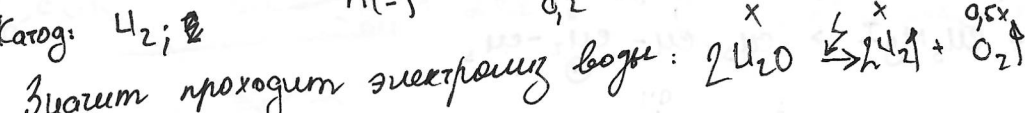
~~$m(\text{H}_2\text{O}) = 53,8 - 37,5 = 16,3 \text{ г} \Rightarrow n(\text{KCl}) = \frac{16,3}{74,5} = 0,219 \text{ моль}$~~

$m(\text{CuSO}_4) = 0,15 \cdot 160 = 24 \text{ г}$

$m(\text{KCl}) = 53,8 - 24 = 29,8 \text{ г} \Rightarrow n(\text{KCl}) = \frac{29,8}{74,5} = 0,4 \text{ моль}$

402?
(14?)

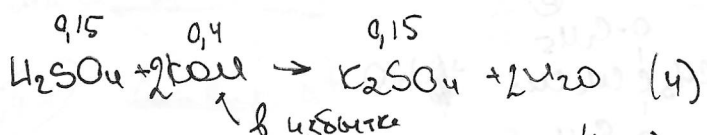
Анод: $\text{O}_2; \text{Cl}_2$ $\frac{n(+)}{n(-)} = \frac{0,075 + 0,2}{0,2} = 1,375 \neq \frac{2}{3} (0,667)$



Анод: $+ \text{O}_2$ $\frac{0,275 + 0,5x}{0,2 + x} = \frac{2}{3}$; $0,4 + 2x = 0,825 + 1,5x$

Катод: $+ \text{H}_2$

$0,5x = 0,425$
 $x = 0,85$



$n(\text{KOH}) = 0,4 - 0,3 = 0,1 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{KOH}) = 0,1 \cdot 56 = 5,6 \text{ г}$

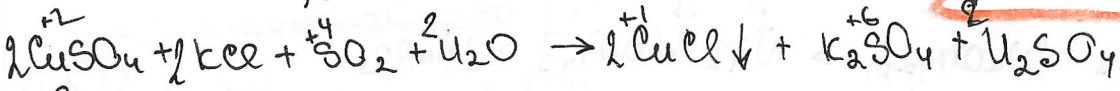
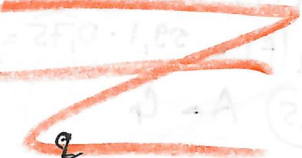
$m(\text{K}_2\text{SO}_4) = 0,15 \cdot 174 = 26,1 \text{ г}$

$m_{\text{р-ра}} = 53,8 + 450 - m_{\text{Cu}} - m_{\text{O}_2} - m_{\text{H}_2} - m_{\text{Cl}_2} - m_{\text{H}_2\text{O}} = 503,8 - 9,6 - 0,4 - 2,4 - 14,2 - 15,3 = 461,9 \text{ г}$

$\ominus 461,9 \text{ г}$ ← проверить!

$\omega(\text{KOH}) = \frac{5,6}{461,9} = 0,01212 (1,212\%)$

$\omega(\text{K}_2\text{SO}_4) = \frac{26,1}{461,9} = 0,0565 (5,65\%)$



CuCl_2 - осадок

$m(\text{CuCl}_2) = 0,15 \cdot 99,5 = 14,925 \text{ г}$

