



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Выход 15.14 - 15.21
ШДУ

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

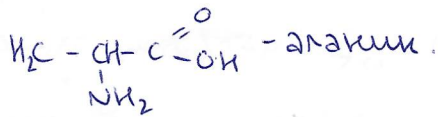
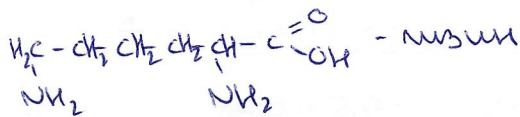
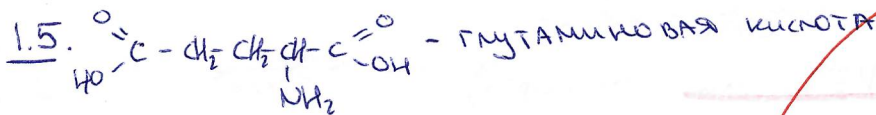
по Химии
профиль олимпиады

Сыртлановой Алии Айратовны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«03» МАРТА 2024 года

Подпись участника
Алиа

Чистовик



97
губящего
сильв

Банка 1 - аланин, поскольку в нем количество $-\text{COOH}$ групп равно количеству $-\text{NH}_2$ групп \Rightarrow среда ~ нейтральная (pH = 7) +

Банка 2 - глутаминовая кислота, поскольку в ней количество $-\text{COOH}$ групп больше, чем количество $-\text{NH}_2$ групп \Rightarrow среда ~ кислая (pH = 2.9) +

Банка 3 - лизин, поскольку в нем количество $-\text{COOH}$ групп меньше, чем количество $-\text{NH}_2$ групп \Rightarrow среда ~ щелочная (pH = 9.6) +

2.1. $M(\text{смеси}) = D_{\text{H}_2} \cdot 2 = 21,2 \cdot 2 = 42,4 \text{ г/моль}$

Пусть в исходной смеси $\nu(\text{CO}) = x \text{ моль}$; $\nu(\text{CO}_2) = y \text{ моль}$, тогда

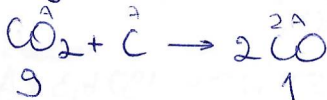
$$\frac{28x + 44y}{x + y} = 42,4$$

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

$$1,6y = 14,4x$$

$$y = 9x$$

$$\Rightarrow \frac{\nu(\text{CO})}{\nu(\text{CO}_2)} = \frac{1}{9} +$$



Б 9

П А

О 9-А

1+2А

$$\frac{\nu_{\text{нач}}}{\nu_{\text{кон}}} = \frac{\nu_{\text{кон}}}{\nu_{\text{нач}}} = \frac{9-A+1+2A}{9+1} = 1,5$$

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

$$10+A=15$$

$$A=5$$

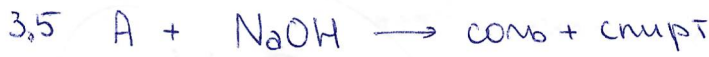
$$M(\text{смеси})_2 = \frac{m}{\nu} = \frac{44 \cdot 4 + 11 \cdot 28}{11+4} = \frac{176+308}{15} = 32,267 \text{ г/моль} +$$

$$D_{\text{H}_2(2)} = 32,267 : 2 = 16,1335 \approx 16 +$$

1	2	3	4	5	6	7	8
6	10	12	12	14	12	16	15
97							

Аланин

Чистовик

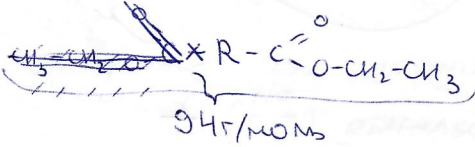


$m(A) + m(NaOH) = m(\text{соль}) + m(\text{спирта})$

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

$\nu(NaOH) = \frac{20 \text{ г}}{40 \text{ г/моль}} = 0,5 \text{ моль} \Rightarrow \nu(A) = 0,5 \text{ моль}$

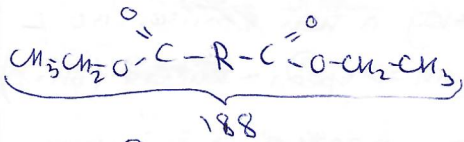
$M(A) = \frac{47}{0,5} = 94 \text{ г/моль}$ $M(\text{спирта}) = \frac{23}{0,5} = 46 \text{ г/моль} - \text{этанол}$ †



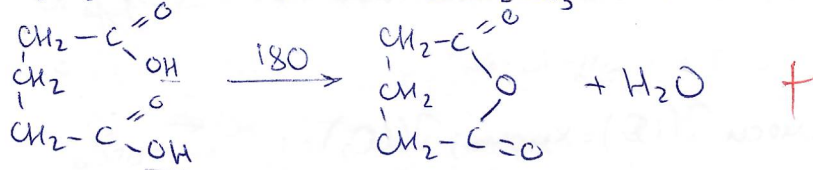
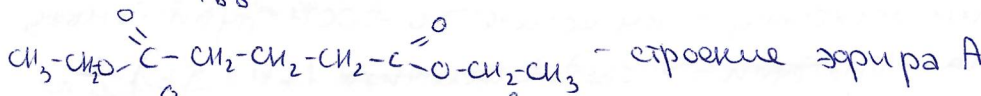
$M(R) = 94 - 73 = 21 \text{ г/моль}$ - такого быть

не может, => †

$\Rightarrow M(A) = 94 \cdot 2 = 188 \text{ г/моль}$; кислота †
двухосновная. †

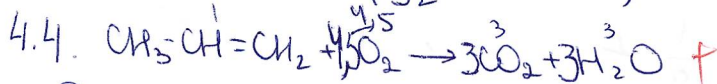


$M(R) = 188 - 146 = 42 \text{ г/моль} - \text{C}_3\text{H}_6$



$M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ г/моль}$; $M(\text{HOOCCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}) = 132 \text{ г/моль}$

потеря по массе = $\frac{18}{132} \cdot 100\% = 13,64\%$ †



$Q_{\text{р-ции}} = Q_{\text{оср}}(\text{CO}_2) \cdot 3 + Q_{\text{оср}}(\text{H}_2\text{O}) \cdot 3 - Q_{\text{оср}}(\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2) =$
 $= 393,5 \cdot 3 + 241,8 \cdot 3 + 20,4 = 1180,5 + 725,4 + 20,4 = 1926,3 \text{ кДж}$ †

$\nu(\text{O}_2)_{\text{после р-ции}} = 30 - 4,5 \text{ моль} = 25,5 \text{ моль}$

$\nu(\text{CO}_2)_{\text{после р-ции}} = 3 \text{ моль}$

$\nu(\text{H}_2\text{O})_{\text{после р-ции}} = 3 \text{ моль}$

$Q = c \nu \Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{Q}{c \nu} = \frac{1926,3 \cdot 10^3}{34,7 \cdot 25,5 + 53,5 \cdot 3 + 43 \cdot 3} = \frac{1926,3 \cdot 10^3}{884,85 + 160,5 + 129} =$
 $= \frac{1926,3 \cdot 10^3}{1174,35} = 1640,3 \text{ К}$ †

$t_2 = 25 + 273 + 1640,3 = 1938,3 \text{ К}$; $t_2 = 1665,3^\circ\text{C}$ †



$\text{ПР} = [\text{Mg}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2 = 7,1 \cdot 10^{-12}$ †

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

$x^3 = 1,775 \cdot 10^{-12}$

$x = 1,21 \cdot 10^{-4} \Rightarrow \text{растворимость } \text{Mg}(\text{OH})_2 \text{ в чистой воде} = 1,21 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$ †

Чистовик.

$$[\text{OH}^-] = 2 \cdot x = 2 \cdot 1,21 \cdot 10^{-4} = 2,42 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{10^{-14}}{[\text{OH}^-]} = \frac{10^{-14}}{2,42 \cdot 10^{-4}} = 4,13 \cdot 10^{-11} \text{ моль/л}$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = 10,38$$

$$\text{при pH} = 12,5 \quad [\text{H}^+] = 10^{-12,5} = 3,16 \cdot 10^{-13} \text{ моль/л}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{3,16 \cdot 10^{-13}} = 3,16 \cdot 10^{-2} \text{ моль/л}$$



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

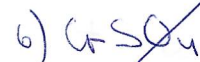
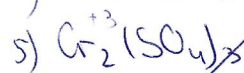
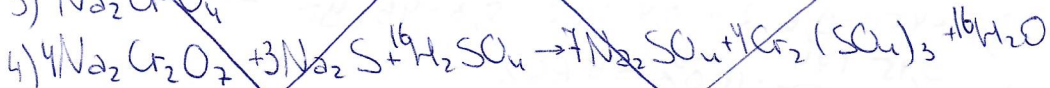
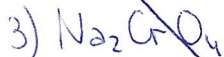
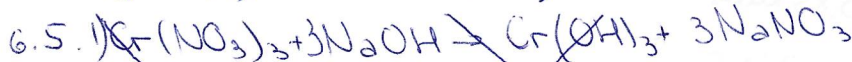
$$y \cdot (3,16 \cdot 10^{-2})^2 = 7,1 \cdot 10^{-12}$$

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

$$y = 7 \cdot 10^{-9}$$

$$c(\text{Mg}(\text{OH})_2) \text{ при pH} = 12,5 = 7 \cdot 10^{-9} \text{ моль/л}$$

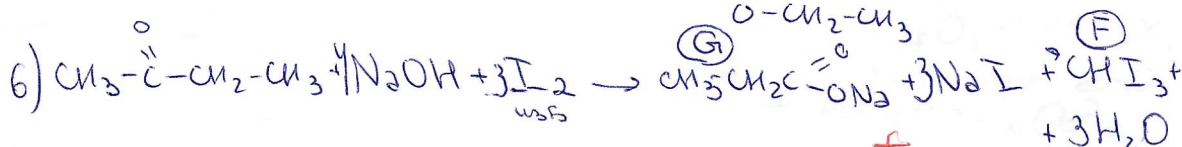
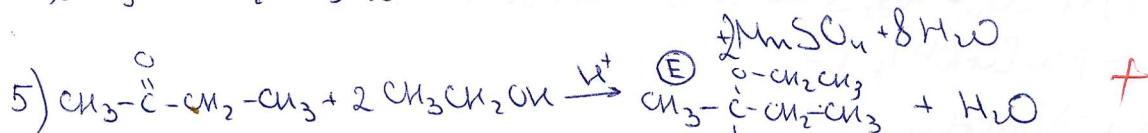
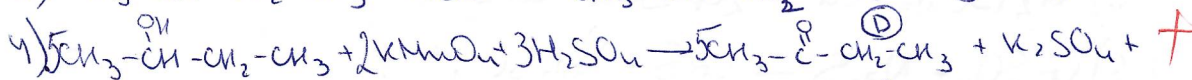
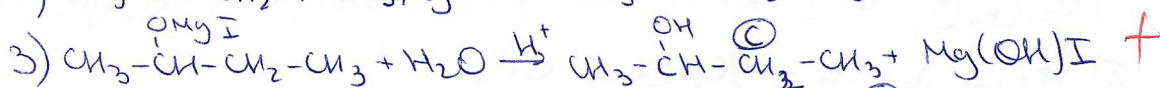
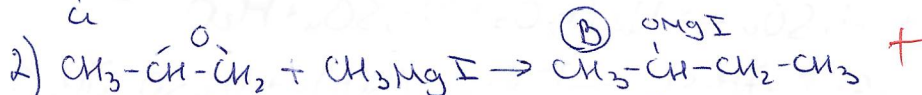
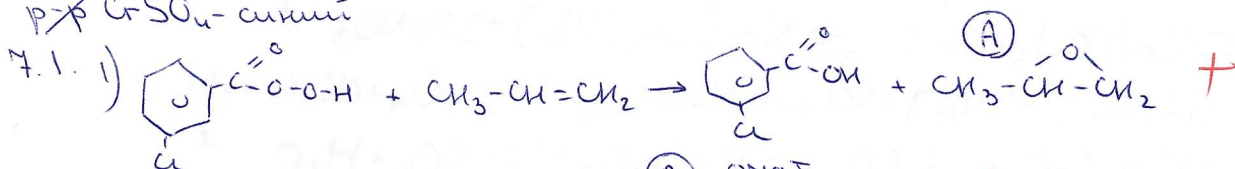
$$S(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 7 \cdot 10^{-9} \cdot 58 = 4,06 \cdot 10^{-7} \text{ г/л}$$



Металл А - хром; $x_1 - \text{Cr}(\text{OH})_3$; $x_2 - \text{Na}_2\text{CrO}_4$; $x_3 - \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$

CrS - черный

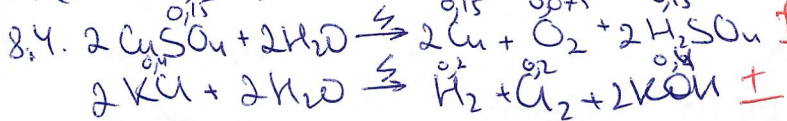
p.p. CrSO₄ - синий



Чистовик

$$n(\text{CH}_3\overset{\text{O}}{\parallel}\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3) = \frac{10,8}{72} = 0,15 \text{ моль} \quad +$$

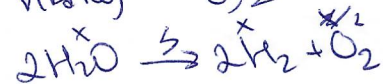
$$m(\text{CHI}_3) = 0,15 \cdot 394 \cdot 0,75 = 44,325 \text{ г} \quad +$$



$$n(\text{Cu}) = \frac{9,6}{64} = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow n(\text{CuSO}_4) = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{CuSO}_4) = 0,15 \cdot 160 = 24 \text{ г}$$

$$m(\text{K}_2\text{CO}_3) = 53,8 - 24 - 29,8 \text{ г} \Rightarrow n(\text{KCl}) = \frac{29,8}{74,5} = 0,4 \text{ моль} \quad +$$

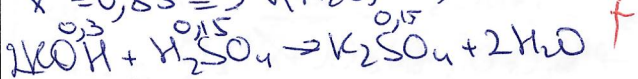
$$\frac{n(\text{анод})}{n(\text{катод})} = \frac{0,075 + 0,2}{0,2} = 1,375; \quad 1,375 \neq \frac{2}{3} \Rightarrow \text{был электролиз H}_2\text{O} \quad +$$



$$\frac{n(\text{анод})}{n(\text{катод})} = \frac{0,075 + 0,2 + x/2}{0,2 + x} = \frac{2}{3} \quad +$$

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

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

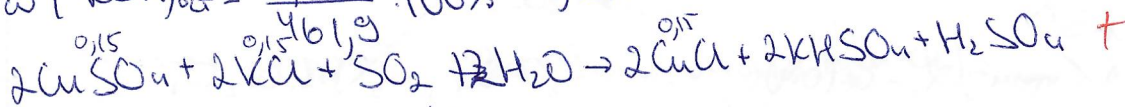


$$n(\text{KOH})_{\text{ост}} = 0,4 - 0,3 = 0,1 \text{ моль}$$

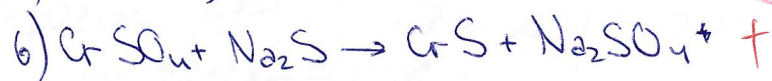
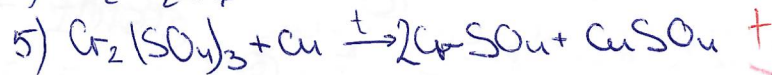
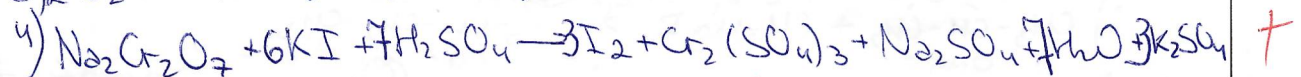
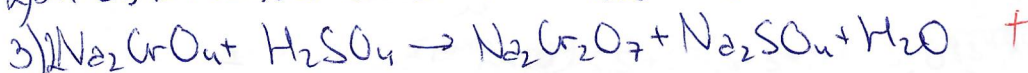
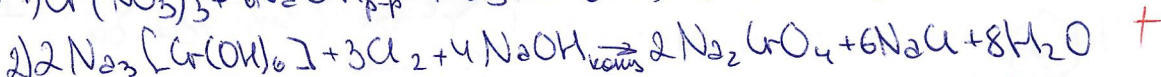
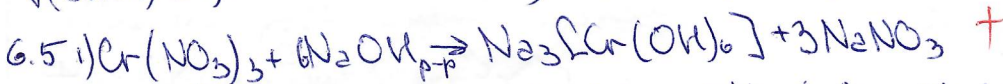
$$m_{\text{р-ра}} = 53,8 + 450 - 9,6 - 24 - 0,4 - 14,2 - 15,3 = 461,9 \text{ г} \quad +$$

$$\omega(\text{K}_2\text{SO}_4) = \frac{0,15 \cdot 174}{461,9} \cdot 100\% = 5,65\% \quad +$$

$$\omega(\text{KOH})_{\text{ост}} = \frac{0,1 \cdot 56}{461,9} \cdot 100\% = 1,21\% \quad +$$



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



$$x_1 - \text{Na}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6] \quad +$$

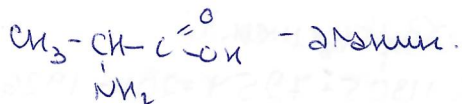
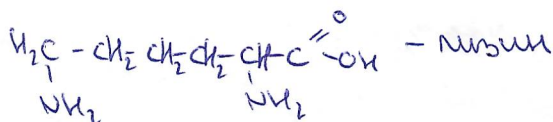
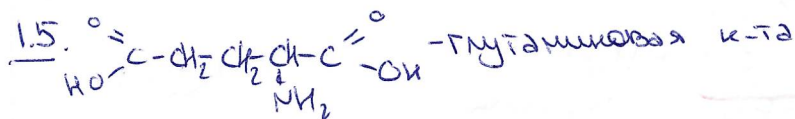
$$x_2 - \text{Na}_2\text{CrO}_4 \quad +$$

$$x_3 - \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \quad +$$

$$\text{CrS} - \text{черный} \quad +$$

$$\text{CrSO}_4 - \text{голубой} \quad +$$

Черновики



Б1 - аланин, т.к. кол-во COOH гр равно кол-ву NH₂ групп \Rightarrow средняя к-та.

Б2 - глутаминовая к-та, т.к. кол-во COOH групп больше, чем кол-во NH₂ групп

Б3 - лизин, т.к. кол-во NH₂ групп \gt кол-во COOH, \Rightarrow средняя к-та.

2.1. $M(\text{смеси}) = 21,2 \cdot 2 = 42,4 \text{ г/моль}$

Пусть в смеси $\nu(\text{CO}) = x \text{ моль}$; $\nu(\text{CO}_2) = y \text{ моль}$, тогда

$$\frac{28x + 44y}{x + y} = 42,4$$

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

$$16y = 14,4x \Rightarrow \frac{x}{y} = \frac{1}{9} \Rightarrow \frac{\nu(\text{CO})}{\nu(\text{CO}_2)} = \frac{1}{9}$$

	$\text{CO}_2 + \text{C} \rightarrow 2\text{CO}$	
В	9	1
И	A	
О	9-A	1+2A

$$\frac{\nu_{\text{окс}}}{\nu_{\text{вос}}} = \frac{9-A+1+2A}{9+1} = 1,5$$

$$\frac{10+A}{10} = 1,5 \Rightarrow 10+A=15 \Rightarrow A=5$$

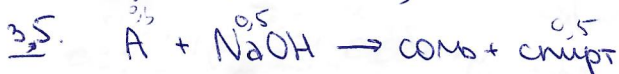
$$\nu(\text{CO}_2)_2 = 9-5 = 4 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{CO})_2 = 1+2 \cdot 5 = 11 \text{ моль}$$

$$M(\text{смеси})_2 = \frac{4 \cdot 44 + 11 \cdot 28}{4 + 11} = \frac{176 + 308}{15} = \frac{484}{15}$$

$$\nu_{\text{H}_2(2)} = 32,27 : 2 = 16,135$$

$$= 32,27 \text{ г/моль}$$

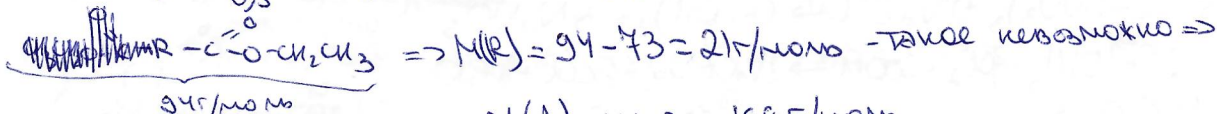


$$47 \text{ г} + m(\text{NaOH}) = 44 \text{ г} + 23 \text{ г}$$

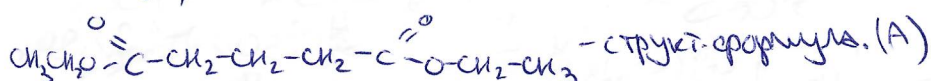
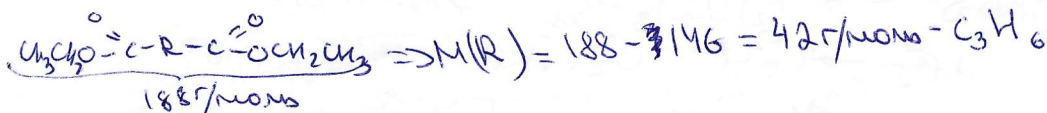
$$m(\text{NaOH}) = 20 \Rightarrow \nu(\text{NaOH}) = \frac{20}{40} = 0,5 \text{ моль} \Rightarrow \nu(\text{A}) = 0,5 \text{ моль}$$

$$M(\text{A}) = \frac{47}{0,5} = 94 \text{ г/моль}$$

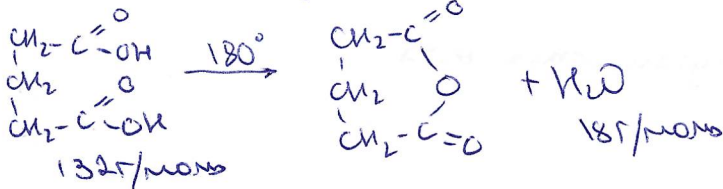
$$M(\text{спирт}) = \frac{23}{0,5} = 46 \text{ г/моль} - \text{этанол } \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$$



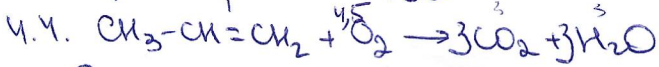
$$\Rightarrow \text{кислота двуосновная} \Rightarrow M(\text{A}) = 94 \cdot 2 = 188 \text{ г/моль}$$



Черновик



потеря по массе = $\frac{18}{132} \cdot 100\% = 13,64\%$



$Q_{\text{пр-н}} = Q_{\text{оср}}(\text{CO}_2) \cdot 3 + Q_{\text{оср}}(\text{H}_2\text{O}) \cdot 3 - Q_{\text{оср}}(\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2) =$
 $= 393,5 \cdot 3 + 241,8 \cdot 3 + 20,4 = 1180,5 + 725,4 + 20,4 = 1926,3 \text{ кДж}$

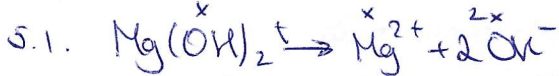
$\Delta(O_2)_{\text{после р-ции}} = 30 - 4,5 = 25,5 \text{ моль}$

$\Delta(\text{CO}_2)_{\text{после}} = 3 \text{ моль}$

$\Delta(\text{H}_2\text{O})_{\text{после}} = 3 \text{ моль}$

$Q = c \Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{Q}{c \Delta} = \frac{1926,3 \cdot 10^3}{\frac{884,85}{34,4} \cdot 25,5 + \frac{160,5}{53,5} \cdot 3 + \frac{129}{43} \cdot 3} = \frac{1926,3 \cdot 10^3}{1174,35} =$

$= 1640,31^\circ\text{C} \Rightarrow T_2 = 25 + 1640,31 = 1665,31^\circ\text{C}$



$IP = [\text{Mg}^{2+}] [\text{OH}^-]^2 = 7,1 \cdot 10^{-12}$

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

$x^3 = 1,775 \cdot 10^{-12}$

$x = 1,21 \cdot 10^{-4} \Rightarrow$ р-римость $\text{Mg}(\text{OH})_2$ в чистой воде $= 1,21 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$.

$[\text{OH}^-] = 2x = 2 \cdot 1,21 \cdot 10^{-4} = 2,42 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$

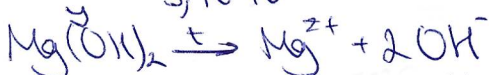
$[\text{H}^+] = \frac{10^{-14}}{2,42 \cdot 10^{-4}} = 4,13 \cdot 10^{-11} \text{ моль/л}$

$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg(4,13 \cdot 10^{-11}) = 10,38$

при $\text{pH} = 12,5$

$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-12,5} = 3,16 \cdot 10^{-13} \text{ моль/л}$

$[\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{3,16 \cdot 10^{-13}} = 3,16 \cdot 10^{-2} \text{ моль/л}$



$IP = [\text{Mg}^{2+}] \cdot [\text{OH}^-]^2 = 7,1 \cdot 10^{-12}$

$y \cdot (3,16 \cdot 10^{-2})^2 = 7,1 \cdot 10^{-12}$

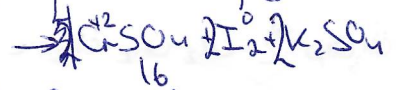
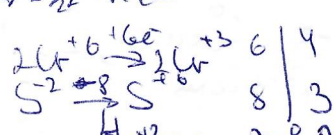
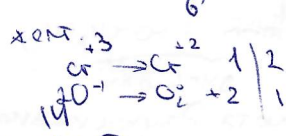
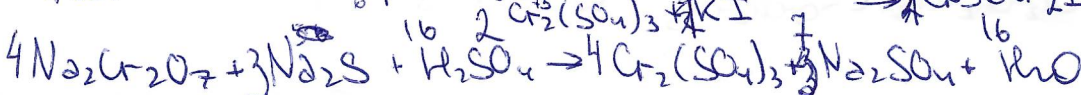
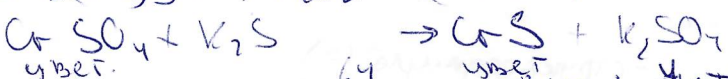
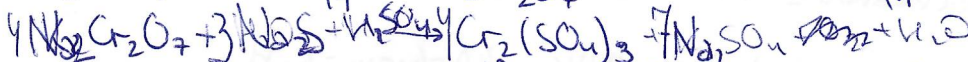
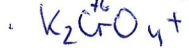
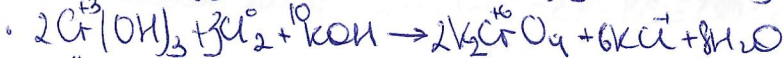
$0,00099$
 $0,001 = 1 \cdot 10^{-3}$

$\frac{1}{10} \cdot \frac{316}{100} = \frac{1 \cdot 100}{3160} = 0,0316$
 $3,16 \cdot 10^{-2}$

$y \cdot 999 \cdot 10^{-5} = 7,1 \cdot 10^{-12}$
 $y = 7,1 \cdot 10^{-9}$

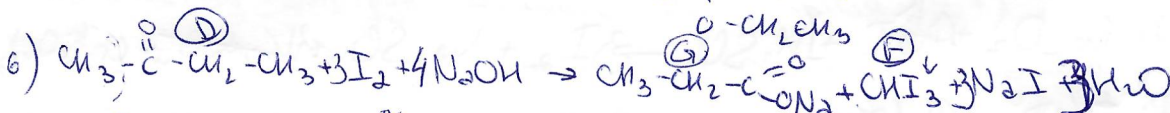
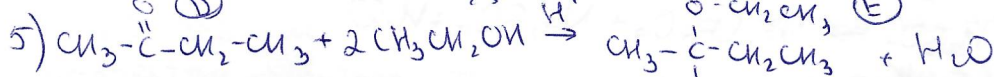
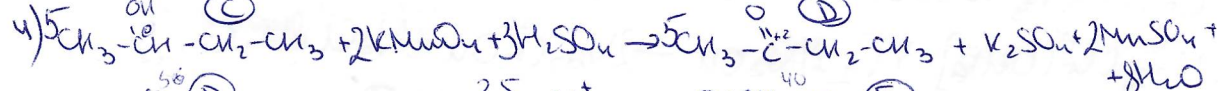
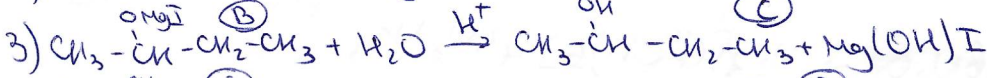
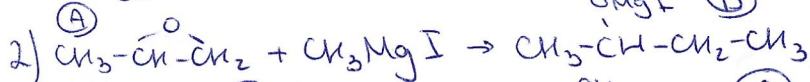
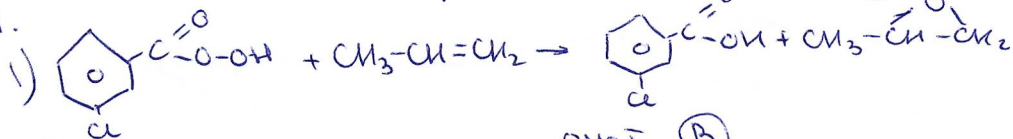
$C(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 7,1 \cdot 10^{-9} \text{ моль/л}$

$S(\text{Mg}(\text{OH})_2) = 7,1 \cdot 10^{-9} \cdot 58 = 411,8 \text{ г/л}$
 $5 \cdot 10^{-4}$



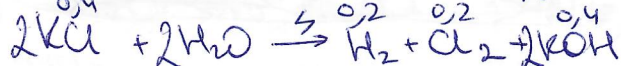
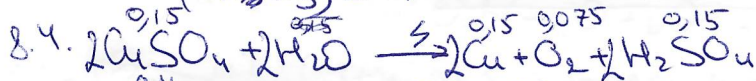
Черновик

7.1.



$\nu(\text{CH}_3\text{-C(=O)-CH}_2\text{-CH}_3) = \frac{108}{72} = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow \nu(\text{CH}_3\text{I}) = 0,15 \cdot 394 = 59,1$

$\Rightarrow m(\text{CH}_3\text{I}) = 0,15 \cdot 394 \cdot 0,75 = 44,325 \text{ г}$



$\nu(\text{Cu}) = \frac{9,6}{64} = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow \nu(\text{CuSO}_4) = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow m \text{ CuSO}_4 = 0,15 \cdot 160 = 24 \text{ г}$

$m(\text{NaCl}) = 53,8 - 24 = 29,8 \text{ г} \Rightarrow \nu(\text{NaCl}) = \frac{29,8}{58,5} = 0,51 \text{ моль}$
 $\nu(\text{KCl}) = \frac{29,8}{74,5} = 0,4 \text{ моль}$

Предположим, что $\nu\text{-}3\text{H}_2\text{O}$ лишние, тогда

$\frac{\nu(\text{анод})}{\nu(\text{катод})} = \frac{0,075 + 0,2}{0,2} = \frac{0,275}{0,2} = 1,375 ; 1,375 \neq 2;3 \Rightarrow \nu\text{-}3\text{H}_2\text{O}$ был.

2H2O >> 2H2 + O2
 $\frac{\nu(\text{анод})}{\nu(\text{катод})} = \frac{0,075 + 0,2 + \frac{x}{2}}{0,2 + x} = \frac{2}{3}$

$0,825 + \frac{3x}{2} = 0,4 + 2x$

$0,425 = 0,5x$

$x = 0,85 \Rightarrow \nu(\text{H}_2\text{O}) = 0,85$

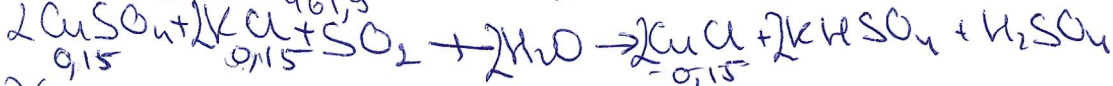


$\nu(\text{KOH})_{\text{ост}} = 0,4 - 0,3 = 0,1 \text{ моль}$

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

$\omega(\text{K}_2\text{SO}_4) = \frac{0,15 \cdot 174}{461,9} \cdot 100\% = 5,65\%$

$\omega(\text{KOH})_{\text{ост}} = \frac{0,1 \cdot 56}{461,9} \cdot 100\% = 1,21\%$



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

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

Черновик

NaNO_3

