



0 976323 710004

97-63-23-71

(56.9)



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

Вариант 1

Место проведения Москва
город

дежур

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников «Ломоносов»
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Савиных Свободы Денисовны

фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«3» марта 2024 года

Подпись участника

Савиных

97-63-23-71
(56.9)

ЦИСЛОВИКИ

№ 1.5

1) У гидроксиметиллов имелись 1 МН-группа, 2 СООН-группы; т.к. кислотных групп больше, то средняя валентность была меньше
 ⇒ это данные № 2 с рН = 2,9.

2) У мурин $\begin{matrix} \text{COOH} \\ | \\ \text{МН} \end{matrix}$ - 2 МН-группы, 1 СООН-группа ⇒ преобладают основные свойства и средняя валентность р-ра муринина была ⇒ это данные № 3 с рН = 9,6.

3) Аланин - $\begin{matrix} \text{COOH} \\ | \\ \text{МН} \end{matrix}$, т.к. МН-гр. = числу СООН-гр. ⇒ средняя валентность и нейтральность ⇒ это данные № 1 с рН ≈ 5,7.

Ответ: Данные № 1 - аланин; данные № 3 - мурин; данные № 2 - гидроксиметилловое к-то.

Пусть $D(\text{CO}) = x$ ммг; $D(\text{CO}_2) = y$ ммг.

1) $M_{cp} = D_1 \cdot M_1 = 21,2 \cdot 2 = 42,42$ ммг. = $\frac{D(\text{CO}) \cdot M(\text{CO}) + D(\text{CO}_2) \cdot M(\text{CO}_2)}{D(\text{CO}) + D(\text{CO}_2)}$
 $\frac{28x + 44y}{x + y} = 42,4$

Решая уравнение, получаем, что $y = 9x$ ммг.

	$\text{CO}_2 + \text{C} \rightarrow 2\text{CO}$	
$D_{\text{исх}}$	$9x$	x
ΔD	$-2z$	$+2z$
$D_{\text{прод.}}$	$9x - z$	$x + 2z$

$(V_{\text{CO}_2 \text{ исх}} + V_{\text{CO исх}}) \cdot 1,5 = V_{\text{CO}_2 \text{ прод}} + V_{\text{CO прод}}$

$(D_{\text{CO}_2 \text{ исх}} \cdot 22,4 + D_{\text{CO исх}} \cdot 22,4) \cdot 1,5 = D_{\text{CO}_2 \text{ прод}} \cdot 22,4 + D_{\text{CO прод}} \cdot 22,4$

⇒ $(9x \cdot 22,4 + x \cdot 22,4) \cdot 1,5 = (9x - z) \cdot 22,4 + (x + 2z) \cdot 22,4$

Решая уравнение, получаем $z = 5x$.

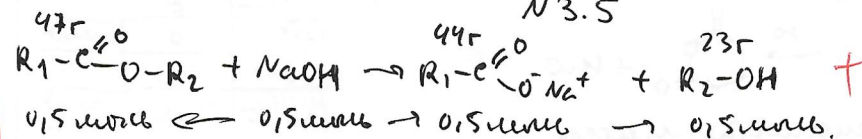
⇒ $D(\text{CO}_2) = 9x - 5x = 4x$; $D(\text{CO}) = x + 2 \cdot 5x = 11x$.

3) $M_{cp} = \frac{11x \cdot 28 + 4x \cdot 44}{11x + 4x} = \frac{484x}{15x} = 32,2667$ г/ммг

4) $D_{\text{аланин}} = \frac{M_{cp}}{M_1} = \frac{32,2667 \text{ г/ммг}}{2 \text{ г/ммг}} = 16,1333$

Ответ: $D_2 = 16,1333$.

№ 3.5



1) По закону сохранения массы: $m(\text{с.т.р.}) + m(\text{NaOH}) = m(\text{с.т.р.}) + m(\text{спирта})$
 $44 + m(\text{NaOH}) = 44 + 23$

$m(\text{NaOH}) = 20\text{г}$

2) $D(\text{NaOH}) = \frac{m}{M} = \frac{20\text{г}}{40\text{г/ммоль}} = 0,5 \text{ ммоль}$

⇒ по ур-ню р-ции $D(\text{с.т.р.}) = D(\text{с.т.р.}) = D(\text{спирта}) = D(\text{NaOH}) = 0,5 \text{ ммоль}$

5 12 3 4 5 6 7 8 9
6 10 12 14 16 18 20 22 24

Аланин

94

гидроксиметилловый спирт

ЧИСТО ВИК

3) $M(\text{с. эф.}) = \frac{m}{V} = \frac{47\text{г}}{0,5\text{г/мл}} = 94\text{ г/мл}$

$M(\text{соль}) = \frac{m}{V} = \frac{44\text{г}}{0,5\text{г/мл}} = 88\text{ г/мл}$

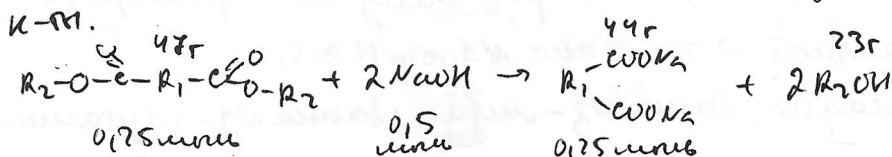
$M(\text{спирт}) = \frac{m}{V} = \frac{73\text{г}}{0,5\text{г/мл}} = 146\text{ г/мл}$

а) спирт предельный - $C_n H_{2n+2} O \Rightarrow 12n + 2n + 2 + 16 = 46$
 $14n = 28$
 $n = 2 \Rightarrow C_2 H_5 OH - \text{спирт} \Rightarrow R_2 - CH_2 - CH_3$

• соль - $R_1 - COONa \Rightarrow R_1 + 12 + 16 \cdot 2 + 23 = 88$

$R_1 = 21\text{ г/мл}$ - эту массу не соответствует \Rightarrow ~~не~~ \neq

~~не~~ ~~можно~~ ~~параллельно~~ записать реакцию для с. эф. гидролиза



б) Зусь $V(\text{с. эф.}) = V(\text{соль}) = V(NaOH) : 2 = 0,5 : 2 = 0,25\text{мл}$, а $V(\text{спирт}) = V(NaOH) = 0,5\text{мл}$.

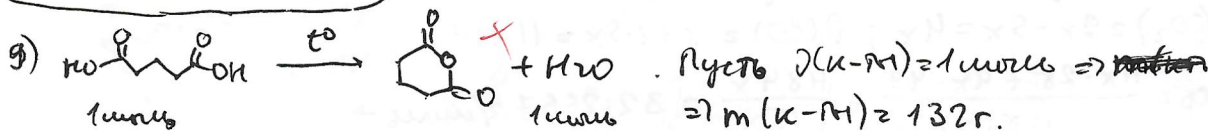
г) Тогда R_2 - это или $CH_3 - CH_2 -$, и $C_2 H_5 OH - \text{спирт}$

$M(\text{соль}) = \frac{m}{V} = \frac{44\text{г}}{0,25\text{г/мл}} = 176\text{ г/мл}$ \neq

$M(\text{с. эф.}) = \frac{m}{V} = \frac{47\text{г}}{0,25\text{г/мл}} = 188\text{ г/мл}$ \neq

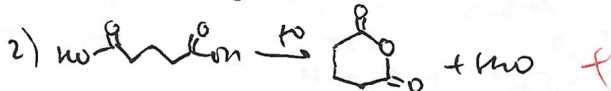
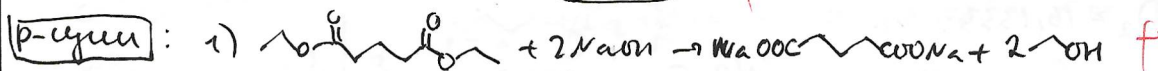
д) соль - $R_1 - \overset{\overset{73\text{г}}{\text{C}}}{\parallel} - OONa \Rightarrow R_1 + (12 + 16 \cdot 2 + 23) \cdot 2 = 176$
 $R_1 = 42\text{ г/мл}$ - это $C_3 H_7$. $-NaOOC - CH_2 - CH_2 - CH_2 - COONa -$
 - соль \neq

е) Проверим по ~~массе~~ $M(\text{с. эф.}) : ((12 \cdot 2 + 5) \cdot 2 + ((12 + 16 \cdot 2) \cdot 2 + 42) = 188$
 $188 = 188 \Rightarrow \text{верно.}$



• $m(H_2O) = 0,1\text{мл} \cdot 18\text{г/мл} = 18\text{г}$ ~~и $m(\text{соль}) = 0,25 \cdot 176 = 44\text{г}$~~

• $\omega_{\text{воды}} = \frac{18}{132} \approx 0,1364$ или $13,64\%$ \neq

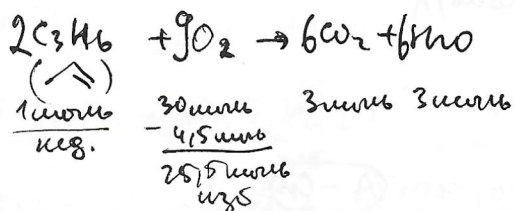


Ответ: на 13,64% уменьшилась масса.



ЧИСЛОВИК

N4.4



1) C_3H_6 , CO_2 , H_2O , в изобаре \Rightarrow считать $\Delta(CO_2)$, $\Delta(H_2O)$, $\Delta(O_2)$ по формуле.

$$2) Q_{пр-цесс} = (FQ_{CO_2} \cdot \Delta(CO_2) + FQ_{H_2O} \cdot \Delta(H_2O)) - (FQ_{O_2} \cdot \Delta(O_2) + FQ_{C_3H_6} \cdot \Delta(C_3H_6)) =$$

$$= (393,5 \cdot 3 + 241,8 \cdot 3) - (0 \cdot 25,5 + (-20,4) \cdot 1) = 1905,9 - (-20,4) =$$

$$= 1926,3 \text{ кДж} \approx 1926300 \text{ Дж} \quad +$$

$$3) \text{Общая } C \text{ расходов смеси} = C_{CO_2} \cdot \Delta(CO_2) + C_{H_2O} \cdot \Delta(H_2O) + C_{O_2} \cdot \Delta(O_2) =$$

$$= 34,7 \cdot 25,5 + 53,5 \cdot 3 + 43 \cdot 3 = 1174,35 \text{ Дж/К} \quad +$$

$$4) T = \frac{Q_{пр-цесс}}{C_{смесь}} = 1926300 \text{ Дж} : 1174,35 \frac{\text{Дж}}{\text{К}} = 1640,31 \text{ К} \Rightarrow t^\circ = 1367,31 \text{ }^\circ\text{C}$$

Ответ: $T = 1640,31 \text{ К}$ ($t^\circ = 1367,31 \text{ }^\circ\text{C}$)

N5.1



Смесь	X	0	0
ΔC	X	+X	+2X
Срав	X	X	2X

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

$$x \cdot 4x^2 = 7,1 \cdot 10^{-12}$$

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

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

$$x = 1,21078 \cdot 10^{-4} \Rightarrow [Mg^{2+}] = 1,21078 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л} \quad +$$

$$[OH^-] = 2,42156 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л} \quad +$$

$$2) \Delta(Mg(OH)_2 \text{ p-решения}) = \Delta(Mg^{2+}) = \frac{\Delta(CO_2)}{2} = 1,21078 \text{ моль} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S(Mg(OH)_2) = 1,21078 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л} \quad +$$

$$3) pOH = -\lg [OH^-] = -\lg (2,42156 \cdot 10^{-4}) = 3,6159$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 3,6159 = 10,38 \quad +$$

$$2. 4) pH = 12,5 = 14 - pOH \Rightarrow pOH = 1,5 \Rightarrow -\lg [OH^-] \Rightarrow [OH^-] = 0,0316 \text{ моль/л} \quad +$$

	Mg^{2+}	$2OH^-$
Смесь	0	0,0316
ΔC	+y	+2y
Срав	y	0,0316+2y

$$IP = y \cdot (0,0316 + 2y)^2 = 7,1 \cdot 10^{-12}$$

$$y \cdot (9,9856 \cdot 10^{-4} + 0,1264y + 4y^2) = 7,1 \cdot 10^{-12}$$

$$4y^3 + 0,1264y^2 + 9,9856 \cdot 10^{-4}y = 7,1 \cdot 10^{-12} = 0$$

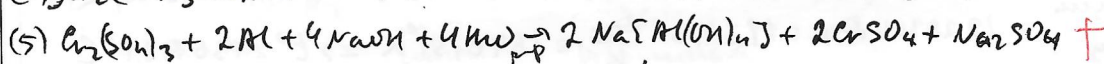
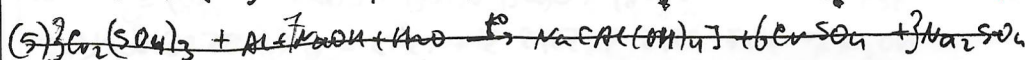
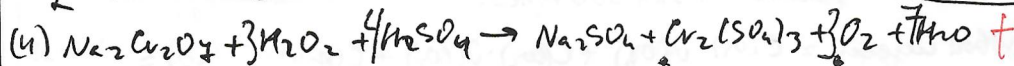
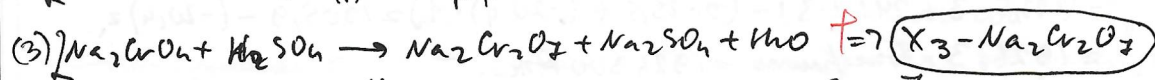
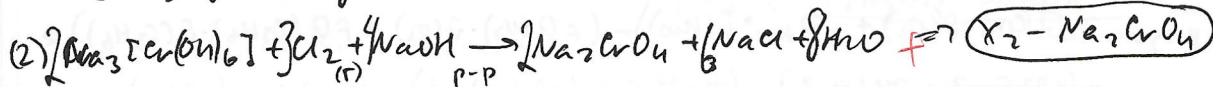
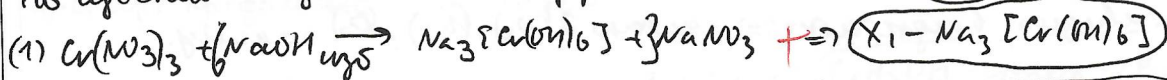
$$y = 7,11 \cdot 10^{-9} \Rightarrow [Mg^{2+}] = 7,11 \cdot 10^{-9}, [OH^-] = 1,422 \cdot 10^{-8}$$

$$5) \text{т.к. } \Delta(Mg(OH)_2 \text{ p-решения}) = \Delta(Mg^{2+}) \Rightarrow S(Mg(OH)_2) = 7,11 \cdot 10^{-9} \text{ моль/л} \quad +$$

Циестобик

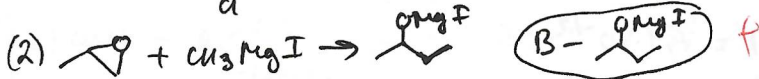
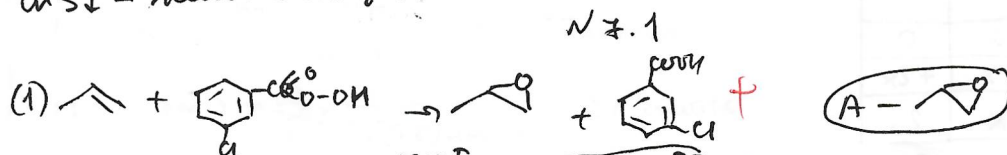
- 01 бет: 1) $S(Mg(OH)_2)$ в смеси $\omega_{\text{ж}} = 1,21078 \cdot 10^{-4}$ моль/л
 2) $pH(p_{\text{ра}}) = 10,38$
 3) $S(Mg(OH)_2)$ при $pH = 12,5 = 7,11 \cdot 10^{-9}$ моль/л
 № 6.5

По цветам соединений и их проб показать, что **(A - Cr)**



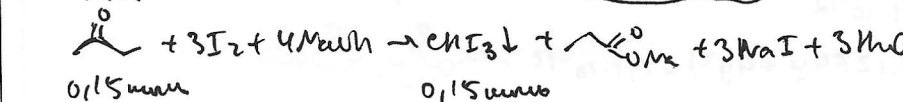
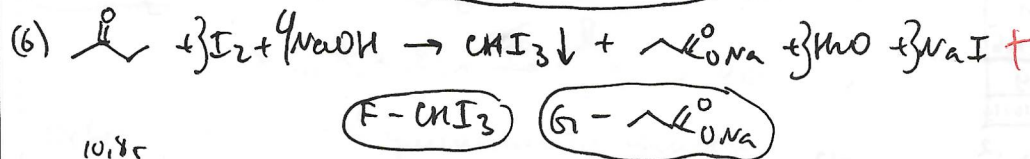
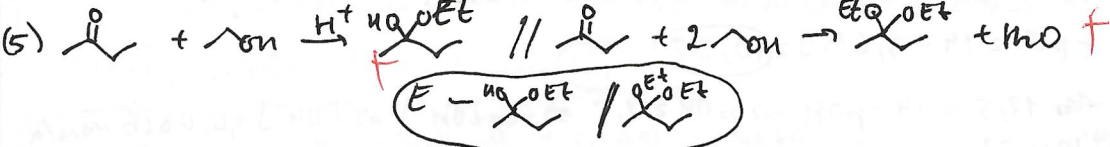
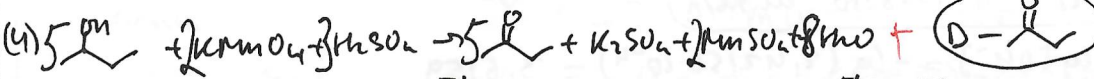
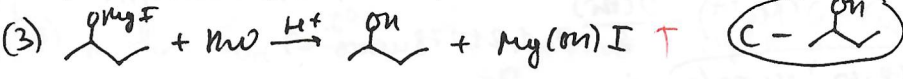
$CrSO_4$ - синий p-p.

$CrS \downarrow$ - желтый осадок.



В p-этим 2 возможности 2-мол реактивное цикло : Cyclohexanol и $\text{Cyclohexylmagnesium iodide}$.

При ~~этом~~ миграции получим Cyclohexanol или $\text{Cyclohexylmagnesium iodide}$. Тогда при окислении получим Cyclohexanone и Cyclohexanol . Второе соединение реагирует с $KMnO_4$, тогда D - Cyclohexanone , C - Cyclohexanol , B - $\text{Cyclohexylmagnesium iodide}$.



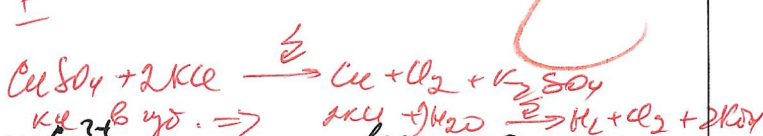
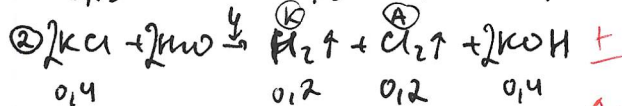
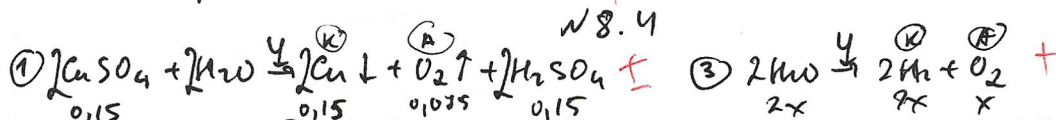
1) $D = \frac{m}{M} = \frac{10,85}{128 \text{ г/моль}} = 0,15 \text{ моль} \Rightarrow J(CHI_3) = J(D) = 0,15 \text{ моль}$

2) $m_{\text{теор}}(CHI_3) = D \cdot M = 0,15 \text{ моль} \cdot 394 \text{ г/моль} = 59,1 \text{ г}$



3) $m_{\text{мрамор}} = m_{\text{коор}} \cdot \eta = 59,1 \text{ г} \cdot 0,75 = 44,325 \text{ г}$ числовик

Ответ: $m_{\text{мрамор}} (\text{CaCO}_3) = 44,325 \text{ г}$



1) Т.к. первыми окисляются ионы Ca^{2+} , но, пока они все не уйдут из р-ра, H_2 не может выделиться на катоде. Т.к. он по чис. зарядам выделится, но электролизомась полностью CaSO_4 .

2) Т.к. на катоде выделится больше газа, чем на аноде, а по уравнению р-ции видно, что при H_2 -зе только выделяется CaSO_4 и KCl на катоде газа меньше, чем на аноде, то был электролиз воды. Тогда CaSO_4 и KCl электролизомась полностью.

3) $\nu(\text{Ca}) = \frac{m}{M} = \frac{9,6 \text{ г}}{80 \text{ г/моль}} = 0,12 \text{ моль} = \nu(\text{CaSO}_4)$
 $\Rightarrow m(\text{CaSO}_4) = \nu \cdot M = 0,12 \cdot 160 = 19,2 \text{ г}$

4) $m(\text{KCl}) = m_{\text{мем}} - m(\text{CaSO}_4) = 53,8 \text{ г} - 19,2 \text{ г} = 34,6 \text{ г} \Rightarrow \nu(\text{KCl}) = \frac{34,6 \text{ г}}{74,5} = 0,463 \text{ моль}$

5) $\nu(\text{O}_2) = \nu(\text{Ca}) : 2 = 0,12 : 2 = 0,06 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{O}_2) = 0,06 \cdot 32 = 1,92 \text{ г}$

$\nu(\text{H}_2) = \nu(\text{Cl}_2) = \nu(\text{KCl}) : 2 = 0,2315 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{H}_2) = 0,463 \text{ г}; m(\text{Cl}_2) = 14,2 \text{ г}$

6) $\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = \nu(\text{CaSO}_4) = 0,12 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,12 \cdot 98 = 11,76 \text{ г}$

$\nu(\text{KOH}) = \nu(\text{KCl}) = 0,463 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{KOH}) = 0,463 \cdot 56 = 25,9 \text{ г}$

7) Т.к. условия одинаковые, то $V_{\text{A}} : V_{\text{K}} = 2 : 3 = \nu_{\text{газа на A}} : \nu_{\text{газа на K}}$

(это следует из $pV = \nu RT \Leftrightarrow V = \frac{\nu RT}{p}$; т.к. p и T одинаковые, то на V влияет только ν , тогда $\frac{V_1}{V_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2}$)

8) Пусть $\nu(\text{H}_2\text{O})$ электролизомась $= 2x$, тогда $\nu(\text{H}_2) = 2x$, а $\nu(\text{O}_2) = x$ моль:

$\frac{\nu(\text{O}_2) + \nu(\text{Cl}_2) + \nu(\text{O}_2 \text{ на K})}{\nu(\text{H}_2) + \nu(\text{H}_2 \text{ на K})} = \frac{0,06 + 0,23 + x}{0,463 + 2x} = \frac{2}{3}$
 $x = 0,425$

$\Rightarrow \nu(\text{H}_2\text{O}) = 0,425 \cdot 2 = 0,85 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{H}_2\text{O}) = 15,3 \text{ г}$

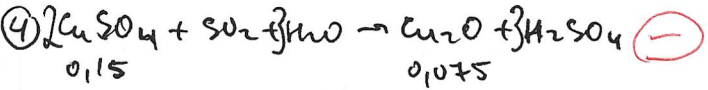
$\Rightarrow \nu(\text{H}_2) = 0,425 \cdot 2 = 0,85 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{H}_2) = 1,7 \text{ г}$

$\Rightarrow \nu(\text{O}_2) = 0,425 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{O}_2) = 0,425 \cdot 32 = 13,6 \text{ г}$

9) $m_{\text{р-ра}} \text{ финально} = 53,8 \text{ г} + 450 - 9,6 - 1,92 - 0,4 - 14,2 - 15,3 = 461,9 \text{ г}$

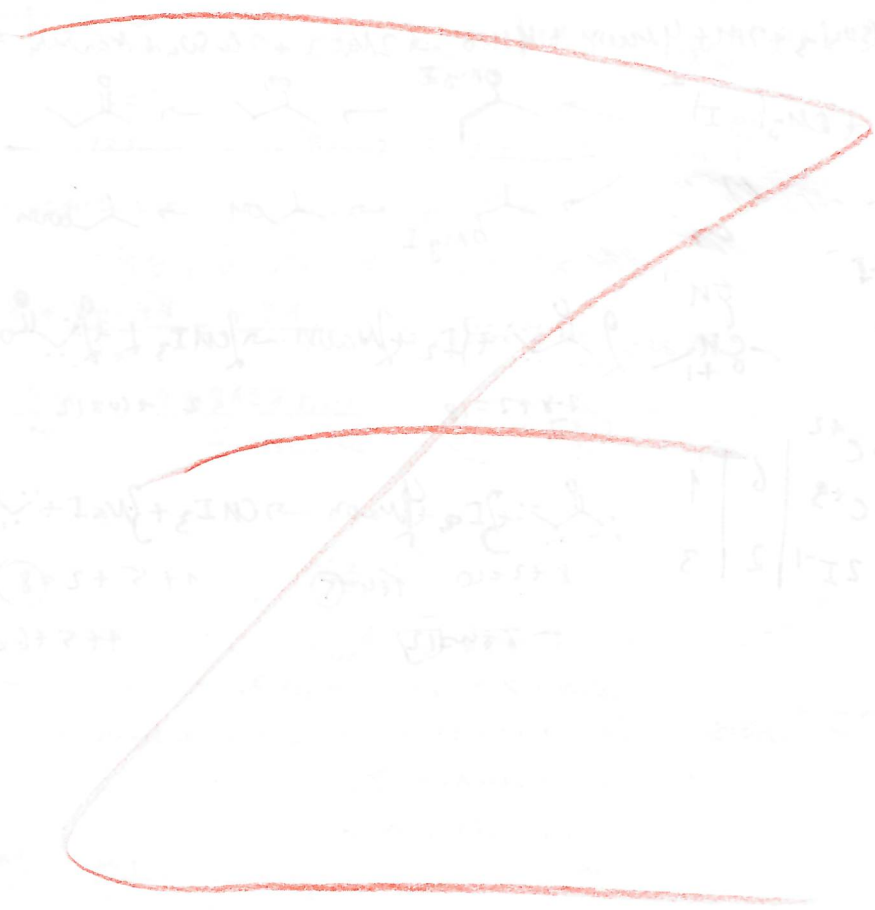
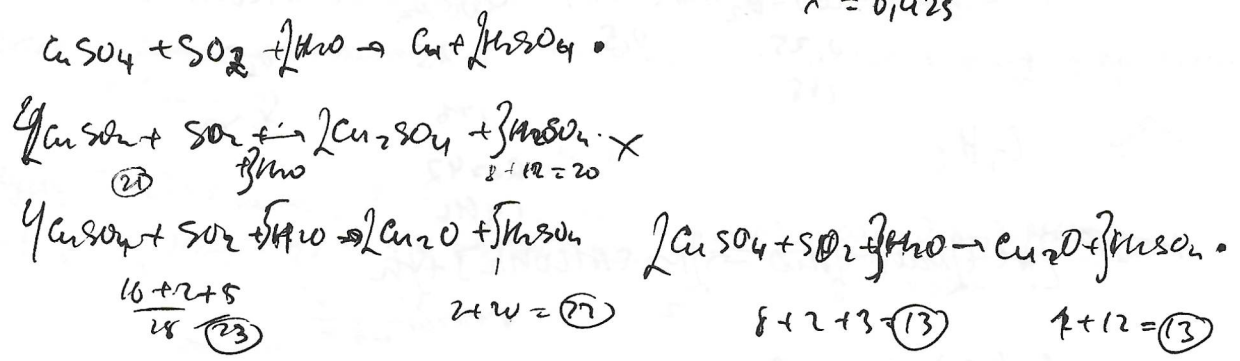
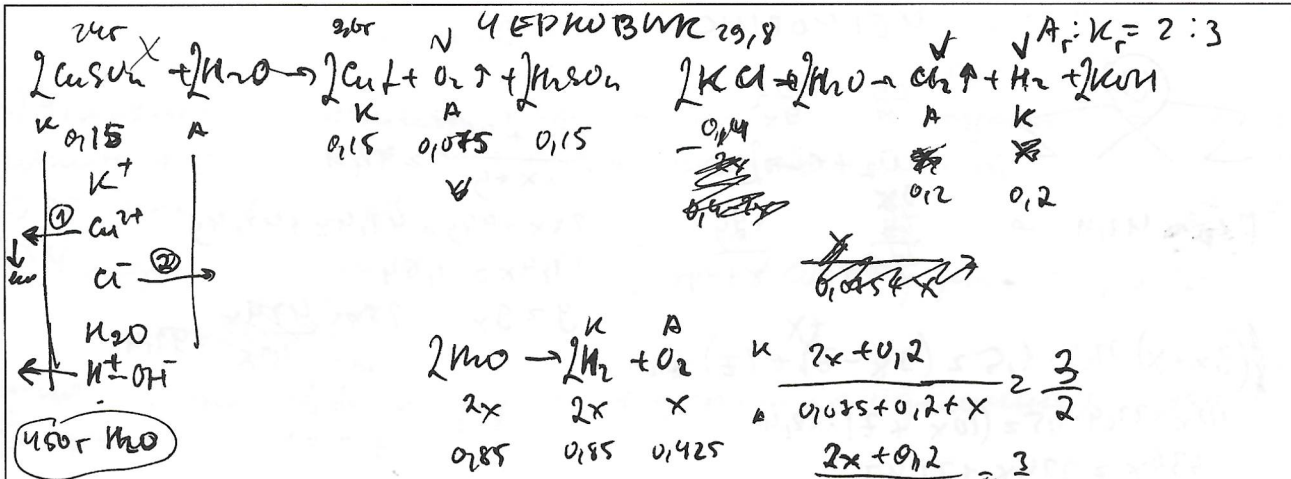
10) $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{m_{\text{H}_2\text{SO}_4}}{m_{\text{р-ра}}} = \frac{11,76 \text{ г}}{461,9 \text{ г}} \approx 0,0255 \text{ или } 2,55\%$

11) $\omega(\text{KOH}) = \frac{m_{\text{KOH}}}{m_{\text{р-ра}}} = \frac{25,9 \text{ г}}{461,9 \text{ г}} \approx 0,0561 \text{ или } 5,61\%$



12) $\nu(\text{Ca}_2\text{O}) = \nu(\text{CaSO}_4) : 2 = 0,12 : 2 = 0,06 \text{ моль} \Rightarrow m(\text{Ca}_2\text{O}) = 0,06 \cdot 144 = 8,64 \text{ г}$

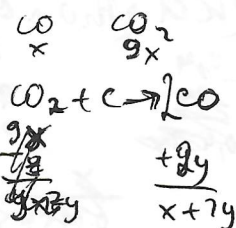
Ответ: 1) $\omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2,55\%$; 2) $\omega(\text{KOH}) = 5,61\%$; 3) $m(\text{Ca}_2\text{O}) = 8,64 \text{ г}$



ЧЕРКОВИК



Мер = 42,4 →



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

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

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

$$y = 9x \quad \frac{42,4x}{10x} = 4,24$$

$$(9x + x) \cdot 22,4 \cdot 1,52 = (9x - z) + 7z \cdot 22,4$$

$$10x \cdot 22,4 \cdot 1,52 = (10x + z) \cdot 22,4$$

$$336x = 224x + 22,4z$$

$$27,4z = 112x$$

$$z = 5x$$

