

0 954201 750007  
95-42-01-75  
(57.6)



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

Вариант 2

Место проведения Москва  
город

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**

Олимпиада школьников "Ломоносов"  
наименование олимпиады

по Химии  
профиль олимпиады

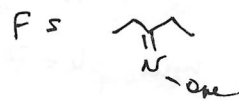
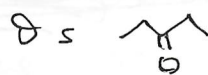
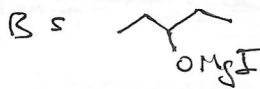
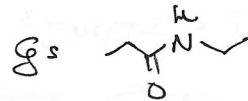
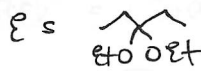
Климова Александра Романовича  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата  
«03» марта 2021 года

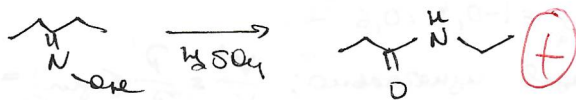
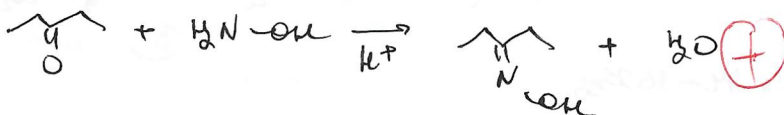
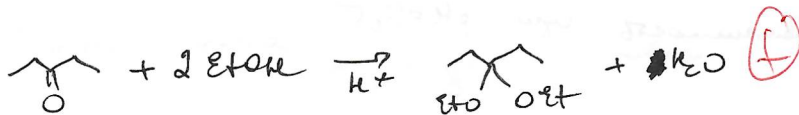
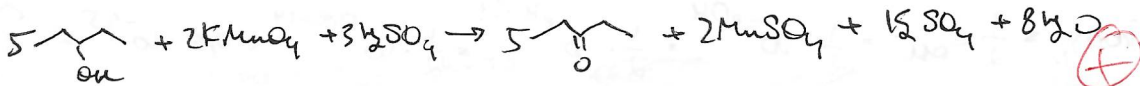
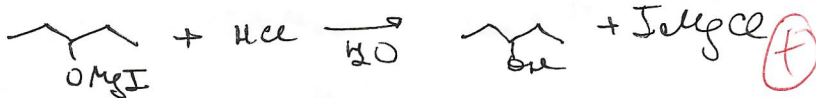
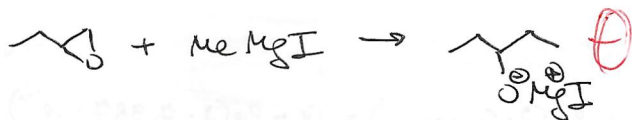
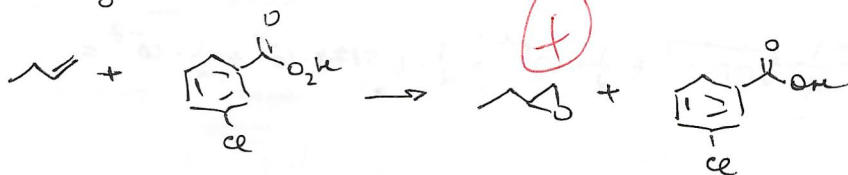
Подпись участника  
[подпись]

Листовик

7.3



Реакции:



$m_g = m_D \cdot D_g = m_D \cdot D_D \cdot \eta = m_D \cdot \frac{m_D}{m_D} \cdot \eta$  ;  $\eta = 0,8^2 = 0,64$  - 2 стадии

$m_g = 101 \cdot \frac{129}{86} \cdot 0,64 = 9,636$  (2)

1.2

В мучине 2 NH<sub>2</sub>-группы и 1 COH-группа ⇒ pH > 7 ≈ 9,6 (3)

В глицерине по 1 NH<sub>2</sub>- и COH-группе ⇒ pH ≈ 7 ≈ 5,5 (1)

В мутаминовой к-те 2 COH- и 1 NH<sub>2</sub>-группа ⇒ pH < 7 ≈ 3,2 (2)

- Тогда 1 - мучина  
2 - мутаминовая к-та  
3 - глицерин

1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/17/18/19/20

Y. G. G.

Y. G. G.

5.3  $PP_{Ni(OH)_2} = [Ni^{2+}][OH^-]^2$ ;  $[Ni^{2+}] = \frac{1}{2}[OH^-]$ ; Мистовик

$PP = \frac{1}{2}[OH^-]^3 \Leftrightarrow [OH^-] = \sqrt[3]{2PP} = \sqrt[3]{2 \cdot 2 \cdot 10^{-15}} = 1,5874 \cdot 10^{-5} (M)$

~~$\frac{1}{2} [Ni(OH)_2] = \frac{1}{2} [OH^-] = \frac{1}{2} \sqrt[3]{2PP} = \frac{1}{2} \cdot 1,5874 \cdot 10^{-5} = 7,937 \cdot 10^{-6} (M) = p\text{-моль}$~~

1) Растворимость при  $pH = 7$ :

$C_{Ni(OH)_2} = \frac{1}{2} C_{OH^-} = \frac{1}{2} \sqrt[3]{PP \cdot 2} + \frac{1}{2} \cdot 10^{pH} = \frac{1}{2} \cdot 1,5874 \cdot 10^{-5} + \frac{1}{2} \cdot 10^{-7} = 7,937 \cdot 10^{-6} (M)$

2)  $pH$  над осадком:

$pH = 14 - pOH = 14 + \lg[C_{OH^-}] = 14 + \lg(2 \cdot C_{Ni(OH)_2}) = 14 + \lg(2 \cdot 7,937 \cdot 10^{-6}) = 9,203 \approx 9,2$

3)  $C'_{Ni(OH)_2} = \frac{1}{2} C_{OH^-} = \frac{1}{2} \cdot 10^{-pOH} = \frac{1}{2} \cdot 10^{pH-14} = \frac{1}{2} \cdot 10^{12,5-14} = 0,5 \cdot 10^{-1,5} = 1,58 \cdot 10^{-2} (M)$  растворимость при  $pH = 12,5$

2.5  $M_{сер} = D_{не} \cdot M_{не} = 4 \cdot 9,4 = 37,6 (г\text{ моль}) = \chi_{CO} \cdot M_{CO} + \chi_{CO_2} \cdot M_{CO_2}$

$= \chi_{CO} \cdot 28 + (1 - \chi_{CO}) \cdot 44 = 44 - 16\chi_{CO}$

$44 - 16\chi_{CO} = 37,6 \Leftrightarrow \chi_{CO} = 0,4 \Rightarrow \chi_{CO_2} = 1 - 0,4 = 0,6$

Пусть в смеси было 1 моль газов изначальнo;  $\frac{V'}{V} = \frac{P'}{P}$  (при  $T = const$ )

$\Rightarrow$  в конечной смеси  $1,3 \cdot 1 = 1,3$  моль газов

$x$  моль  $CO_2 + c \rightarrow 2CO$ , пусть вошло  $x$  моль  $CO_2$ , образуется  $2x$  моль  $CO$ ; тогда  $P'_{CO_2} = 0,6 - x$ ,  $P'_{CO} = 0,4 \cdot 1 + 2x$ ;  $\sum P' = 1,3$

$0,6 - x + 0,4 + 2x = 1,3 \Rightarrow x = 0,3 (моль)$

Тогда  $\chi'_{CO} = \frac{0,4 + 2 \cdot 0,3}{1,3} = 0,7692$

$\chi'_{CO_2} = \frac{0,6 - 0,3}{1,3} = 0,2308$

$D'_{не} = \frac{M_{сер}}{M_{не}} = \frac{1}{4} (44 \cdot 0,2308 + 28 \cdot 0,7692) = \frac{1}{4} (31,4) \approx 7,85$

95-42-01-75  
(57.6)

3.4 ~~Задание~~ В состав сложного эфира входят предельной ветвистой спирт; предположим, что это цукроналовое CC(C)O; При нагревании кислота теряет массу - предположим, что она дикарбоновая и дикарбоксильная при нагреве. Также предположим, что обе кислотные группы этерифицированы. Тогда:

$$D_{C_3H_8O} : D_{\text{соли}} : D_{\text{эфира}} = 2 : 1 : 1 ; D = \frac{m}{M} = \frac{18}{60} = 0,3 \quad (+)$$

Тогда  $D_{\text{соли}} = D_{\text{эфира}} = 0,3/2 = 0,15$  (моль)

$$M_{\text{соли}} = \frac{m_{\text{соли}}}{D_{\text{соли}}} = \frac{243}{0,15} = 162 \text{ (г/моль)} = 2M_{CO_2} + M_{\text{остатка}} + 2M_{Na^+}$$

$$= 2 \cdot 44 + 2 \cdot 23 + M_{\text{ост.}} ; M_{\text{ост.}} = 162 - 88 - 46 + 28 = 2M_{CH_2} = M_{CO}$$

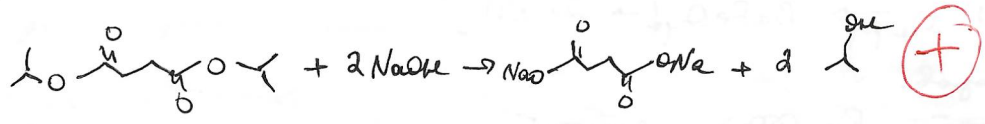
В случае  $M_{\text{ост.}} = 2M_{CH_2}$  к-та CC(=O)CC(=O)O - может быть разветвлённой (цукрон)

$M_{\text{ост.}} = M_{CO}$  к-та ~~CC(=O)C(=O)O~~ CC(=O)C(=O)O - не может быть разветвлённой

Значит, к-та CC(=O)CC(=O)O. Проверим ч-з массу эфира (A):

$$D = 0,15 ; M = 60 + 60 + 162 - 46 + 2 - 2 \cdot 18 = 202 \text{ (г/моль)} ; m = DM = 202 \cdot 0,15 = 30,3 \text{ (г)}$$

Тогда (A) = CC(=O)CC(=O)OC(C)C, соль CC(=O)CC(=O)[O-]Na, спирт CC(C)O - верно



При нагревании: CC(=O)CC(=O)O -> CC(=O)C(=O)O + CO2 (-)

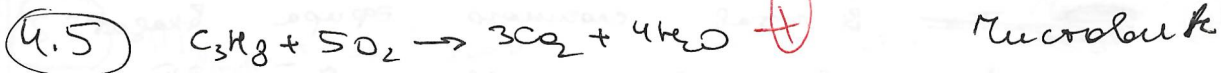
$$D_{C_4H_6O_4} = D_{C_3H_4O_2} \neq D_{CO_2} ; \text{потери массы } \Delta m = \frac{m_{CO_2}}{m_{C_4H_6O_4}}$$

~~$$\frac{2 \cdot 44}{118} = \frac{44}{118} = 0,3729$$~~

$$= \frac{D_{m_{CO_2}}}{D_{m_{C_4H_6O_4}}} = \frac{44}{118} = 0,3729 \quad (-)$$

$$\Delta m = 37,29\%$$

Мистовик

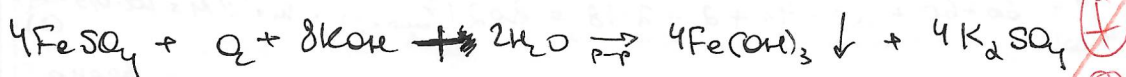
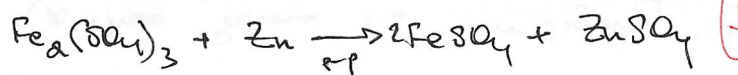
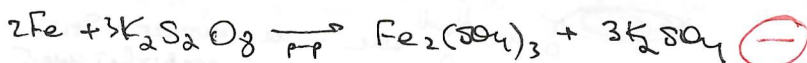
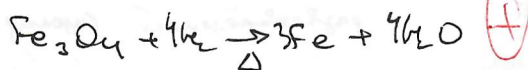
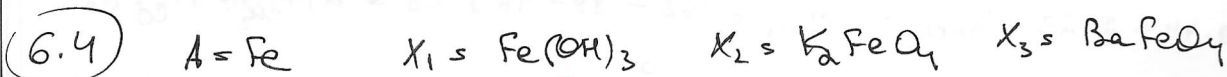


$$Q = 3Q_{ост} CO_2 + 4Q_{ост} H_2O - Q_{ост} C_3H_8 - 5Q_{ост} O_2 = 3 \cdot 393,5 + 4 \cdot 241,8 - 103,8 = 2043,9 \text{ (кДж)} \quad \text{+}$$

$Q = \mathcal{R} \Delta T \Leftrightarrow \Delta T = \frac{Q}{\mathcal{R}}$ ; в смеси 31-5=26 моль  $O_2$ , 3 моль  $CO_2$  4 моль  $H_2O$

$$C_{смеси} = \sum x_i C_i = \frac{26}{33} \cdot 34,7 + \frac{3}{33} \cdot 53,5 + \frac{4}{33} \cdot 43,0 = 37,42 \text{ (Дж/моль} \cdot \text{K)} \quad \text{+}$$

$$T_{max} - T_0 = \frac{Q}{\mathcal{R}} \Leftrightarrow T_{max} = T_0 + \frac{Q}{\mathcal{R}} = 298 + \frac{2043,9 \cdot 10^3}{37,42 \cdot 33} \approx 298 + 1655,2 = 1953,2 \text{ (K)} (= 1680,2^\circ \text{C}) \quad \text{+}$$



Цвета растворов:

$FeSO_4$  - зелёный,  $Fe_2(SO_4)_3$  - желтый

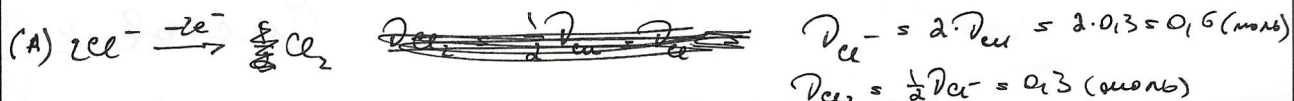
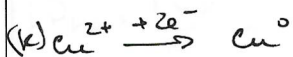
8.2 На катоде выделяется  $Zn \Rightarrow Cu^{2+}$  полностью

электролизуется;  $\nu_{Cu^{2+}} = \nu_{CuSO_4 \cdot 5H_2O} = \frac{m_{Cu}}{M_{Cu}} = \frac{19,2}{64} = 0,3 \text{ (моль)} \quad \text{+}$

$m_{CuSO_4 \cdot 5H_2O} = \nu M = 0,3 \cdot 250 = 75 \text{ (г)} \Rightarrow m_{NaCl} = 121,8 - 75 = 46,8 \text{ (г)} \quad \text{+}$

$\nu_{NaCl} = \frac{m}{M} = \frac{46,8}{58,5} = 0,8 \text{ (моль)} \quad \text{+}$

Во время эл-лиза  $Cu^{2+}$ :

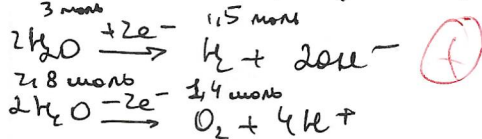


Затем находится э-м экв. экв. на катоде,  
Для нулевой отдачи должно быть  $x$  моль  
 $H_2$  (и, соотв.,  $Cl_2$  или  $O_2$  на аноде)

$$\frac{x}{x+0,3} = \frac{1}{1,2} \Leftrightarrow x = \frac{0,3}{0,2} = 1,5 \text{ (моль)}$$

На аноде может быть  $max \ 0,8/2 = 0,4$  моль  $Cl_2$ ;

Остальные  $1,5 - (0,4 - 0,3) = 1,4$  моль —  $O_2$



значит, в р-ре осталось  $0,3$  моль  $SO_4^{2-}$ ,  $0,8$  моль  
 $Na^+$ ,  $OH^-$  и вода.

$$m_{p-pa} = 121,8 - 0,4 \cdot 71 - 19,2 - 1,4 \cdot 32 - 1,5 \cdot 2 \cdot 16 = 626,4 \text{ (г)}$$

~~моль~~

$$n_{Na_2SO_4} = 0,3 \text{ моль}, \quad n_{NaOH} = 0,8 - 0,3 = 0,5 \text{ моль}$$

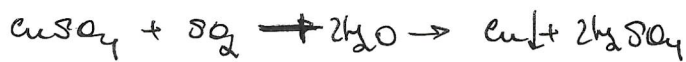
$$m_{Na_2SO_4} = nM = 0,3 \cdot 142 = 42,6 \text{ (г)}$$

$$m_{NaOH} = nM = 0,5 \cdot 40 = 20 \text{ (г)}$$

$$w_{Na_2SO_4} = \frac{42,6}{626,4} = 6,8\%$$

$$w_{NaOH} = \frac{20}{626,4} = 3,19\%$$

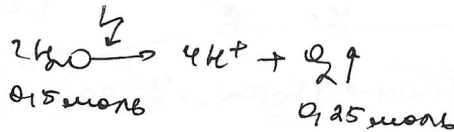
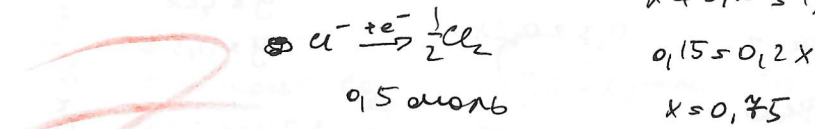
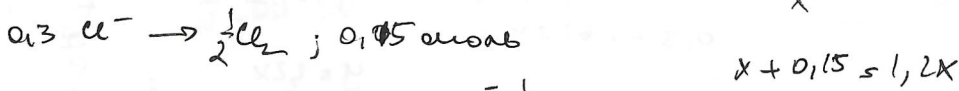
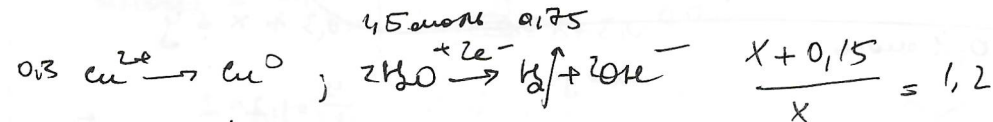
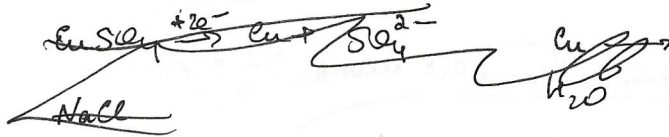
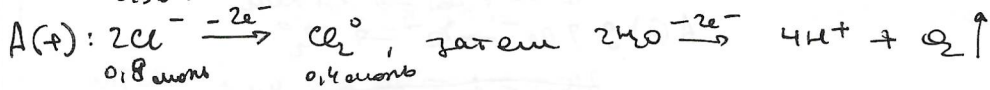
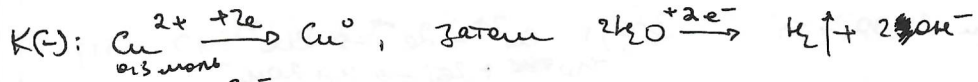
При пропускании  $SO_2$ :

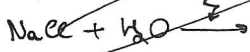
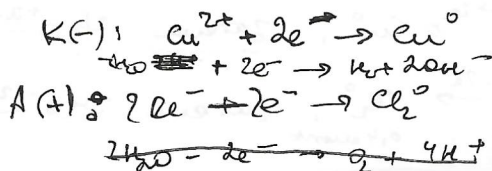
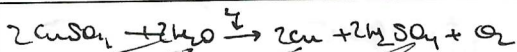


$$m_{Cu} = 19,2 \text{ (г)} = nM = 0,3 \cdot 64 \text{ (г)}$$

NaCl?

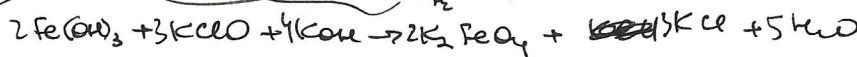
Пистовик





$m_{Cu} = 19,2 \text{ г} \Rightarrow \nu_{Cu} = \nu_{CuSO_4} \cdot 560 \cdot \frac{0,3}{8} \Rightarrow m_{CuSO_4} \cdot 560 = 75 \text{ г} \Rightarrow m_{NaCl} = 46,8 \text{ г}$

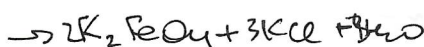
$\frac{\nu_{Cl_2}}{\nu_{H_2}} = 1,2 ; \frac{1}{2} \nu_{NaCl} = 1,2 ; \nu_{NaCl} = 0,8 \text{ моль}$



$\nu_{Cl_2} (\text{max}) = 0,4 \text{ моль}$

$\nu_{H_2} = \frac{2}{3} \text{ моль}$

$0,3 + x = y$   
 $4,2x = y$   
 $\frac{y}{x} = 1,2$



$0,3 = 0,2x$

$x = 1,5$

$y = 1,2$

$1,2x = 0,3 + x$

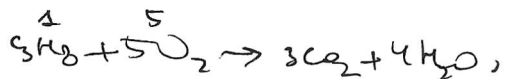
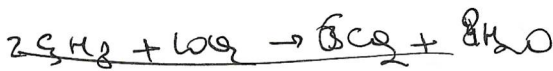
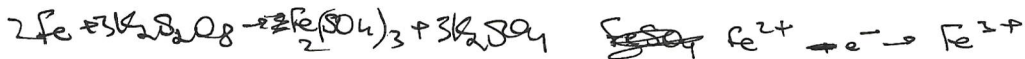
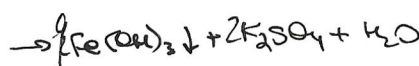
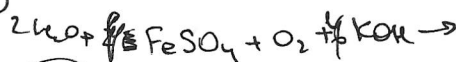
$0,2x = 0,3$

$x = 1,5$

$y = 1,8$



0,3



$Q = 2043,9 \text{ кДж}$   
 $+ 4 \cdot (-281,8)$   
 $- 3 \cdot (-393,5) - (108,8)$

осталось 26 моль  $O_2$

3 моль  $CO_2$  9 моль  $H_2O$

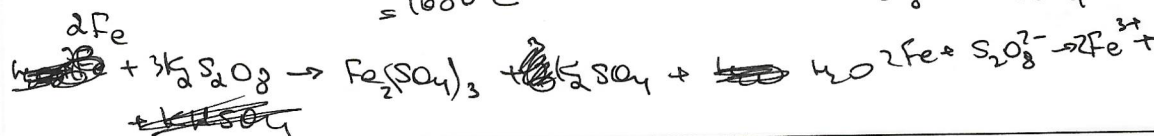
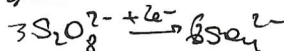
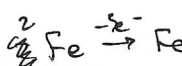
$c_{D,T} = Q ; C = \left\{ \sum \nu_i c_i = \frac{26}{33} \cdot 31,4 + \frac{3}{33} \cdot 53,5 + \frac{1}{33} \cdot 43,0 \right\}$

$\Delta T = 1655,38 \text{ K}$

$= 273394 + 41,9636 + 5,2121$

$T_{\text{max}} = 1953,38 \text{ K} = 1680^\circ \text{C}$

$37,4157$





$$PP = [Ni^{2+}][OH^-]^2 = 2 \cdot 10^{-15} \cdot \frac{1}{2} [OH^-]^3; [OH^-] = \sqrt[3]{2PP} \approx 1,5874 \cdot 10^{-5}$$

$$4[Ni^{2+}] = PP \quad [K^+] = 14 + \frac{1}{3} \lg(2PP) \approx 9,2$$



$$c_{Ni(OH)_2} = c_{Ni^{2+}} \Leftrightarrow [Ni^{2+}] = \sqrt[3]{PP/4}$$



$$= 7,937 \cdot 10^{-6} \text{ моль/л} = 7,937 \text{ мМ}$$

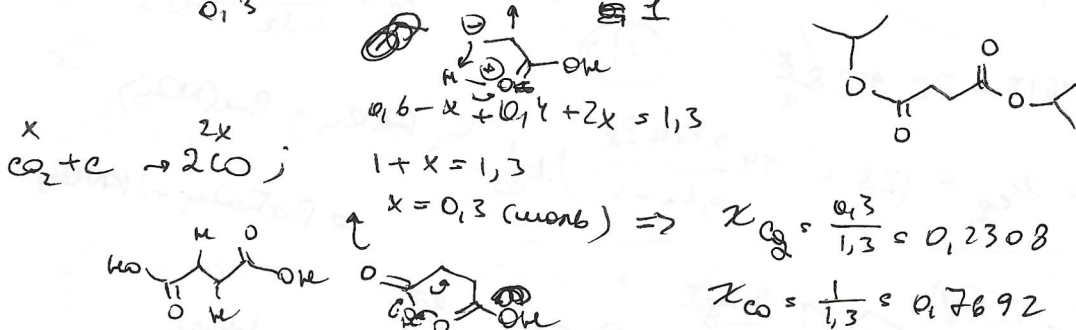
$$c_{Ni(OH)_2} = \frac{1}{2} c_{OH^-} = \frac{1}{2} 10^{14+2,5} \cdot \frac{1}{2} 10^{14+2,5} = 0,5 \cdot 10^{14,5} = 15,8 \text{ моль/л}$$

$$c_{Ni(OH)_2} = \frac{1}{2} c_{OH^-} = \frac{1}{2} \sqrt[3]{2PP} \cdot \sqrt[3]{PP/4}$$

$$\frac{1}{2} [OH^-] = \frac{1}{2} \sqrt[3]{2PP} + \frac{1}{2} \cdot 10^{-7}$$



Было	0,6 моль CO <sub>2</sub>	0,4 моль CO	1 моль воды
Стало	0,6-x моль CO <sub>2</sub>	0,4+2x моль CO	1,3 моль воды
	0,3		



$$M_{ep} = 0,2308 \cdot 44 + 0,7692 \cdot 28 = 31,6928$$

$$D = 7,9232 \approx 7,92$$

$$C_n H_{2n} O_2 \rightarrow C_{n+1} H_{2n+2} O_2 \rightarrow \frac{C_n H_{2n} O_2}{14n+18} \cdot \frac{14n+14m+18+30}{14m+18} = \frac{30,3}{18}$$

$$C_{n+1} H_{2n+1} O_2 \rightarrow C_{n+m+1} H_{2(n+m)+4} O_2$$

$$C_{n+m+1} H_{2(n+m)+4} O_2 \cdot m = 30,3 \cdot 3(2)$$

$$C_{n+1} H_{2n+1} O_2 \cdot Na \Rightarrow 24(2)$$

$$C_{n+m+1} H_{2n+1} OH \Rightarrow 18(2)$$

$$\frac{18}{12m+2m+2+16} = \frac{30,3}{17(n+m+1)+2+32} \Rightarrow$$

$$\frac{14n+30}{14m+18} = \frac{41}{60} = \frac{287}{420}$$

$$\frac{18}{30,3} = \frac{14n+14m+48}{14m+18} \Rightarrow 287$$

1.2.  $\text{lys} \Rightarrow 2 \text{ NH}_2\text{-группы}$ ,  $\text{pH} > 7$

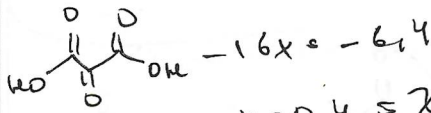
$\text{Gly} \Rightarrow 1 \text{ NH}_2$ ,  $1 \text{ COOH} \Rightarrow \text{pH} \approx 7$

$\text{Glu} \Rightarrow 2 \text{ COOH} \Rightarrow \text{pH} < 7$

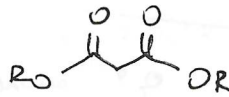
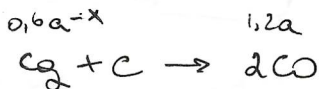
ответ: 1 - глицин  
2 - мукошиповая  
3 - глутамин

2.5.  $M_{cp} = D \cdot M = 376 \text{ г/моль}$

$$28x + 44 - 44x = 376$$



$$x = 0,4 = \chi_{\text{CO}} \quad \chi_{\text{CO}_2} = 0,6$$



$$\frac{0,4a + 2x}{0,6a - x} = \frac{\chi_{\text{CO}}}{\chi_{\text{CO}_2}}$$

$$M_{cp} = 28 \left( 1,2308 - 1,5385 \frac{x}{a} \right) + 44 \left( 0,7692 \frac{x}{a} \right) = 37,4615 - 76,9228 \frac{x}{a}$$

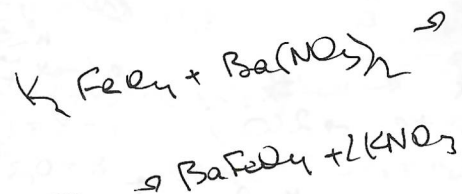
$$28 \chi_{\text{CO}} + 44 \chi_{\text{CO}_2} = \left( 28 + 44 \frac{0,4a + 2x}{0,6a - x} \right) \chi_{\text{CO}}$$

$$\begin{array}{l} 0,4a \text{ CO} \\ 0,6a \text{ CO}_2 \end{array} \left| \begin{array}{l} 1,2a - 2x \\ x \end{array} \right.$$

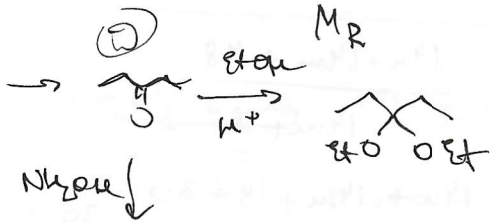
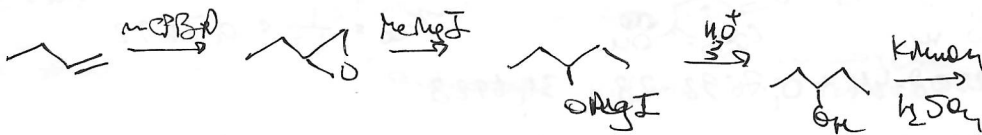
$$\frac{1,2a - x}{a} = 1,3$$

$$\chi_{\text{CO}} = \frac{0,4a + 1,2a - 2x}{1,3a}$$

$$\chi_{\text{CO}_2} = \frac{x}{1,3a} = 1,2308 - 1,5385 \frac{x}{a}$$



7.3



$$D_{\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}}; m = 12,92 \Rightarrow D = 0,15 \text{ моль}$$

$$\text{вопрос } \chi = 0,8^2 = 0,64$$

$$\chi_{\text{C}} = 0,64 \cdot 0,15 = 0,096 \text{ моль}$$

$$m = 101 \cdot 0,096 = 9,696 \text{ (г)}$$

