



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

Вариант 2

Место проведения Москва  
город

**ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА**

Олимпиада школьников Ломоносов  
наименование олимпиады

по Химии  
профиль олимпиады

Ишамова Радира Ишаматовича  
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

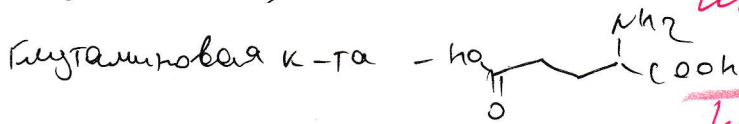
Дата  
« 3 » марта 2024 года

Подпись участника

98-88-89-10  
(57.5)

исстовик 1)

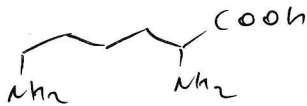
Задача 1.2.)



Глицин -



лизин -



По результатам  
анализа новы  
сидь оценку  
за 1 балл.

Оценя 95 баллов

95

Получено аминокислотной группы, глутаминовая к-та содержит карбоксильную группу => Вторая банка

(pH=3,2) соответствует глутаминовой кислоте.

Лизин (получено аминокислотной группы) содержит -NH<sub>2</sub> группу, проявляющую основные свойства =>

=> третьей банке (pH=9,6) соответствует лизин.

Тогда первая банка (pH=5,5) соответствует глицину.

Задача 2,5)

Найдем M<sub>1</sub>-молярную массу начальной смеси.

$M_1 = D(\text{He}) \cdot M(\text{He}) = 9,4 \cdot 4 = 37,6 \text{ г/моль}$

$x(\text{CO}) = x, \quad x(\text{CO}_2) = 1-x \Rightarrow$

$M_1 = M(\text{CO}) \cdot x + M(\text{CO}_2) \cdot (1-x)$

$37,6 = 28x + 44(1-x)$

$37,6 = 28x + 44 - 44x$

$x = 0,4 = x(\text{CO})$

$1-x = 0,6 = x(\text{CO}_2)$

Пусть ~~узна~~ изначально было 1 моль смеси, тогда  $D(\text{CO}) = 1 \cdot 0,4 = 0,4$  моль ~~моль~~  $D(\text{CO}_2) = 1 \cdot 0,6 = 0,6$  моль

Так как объем прямо пропорционален количеству газа и объем конечной смеси был измерен при тех же условиях, что и объем начальной

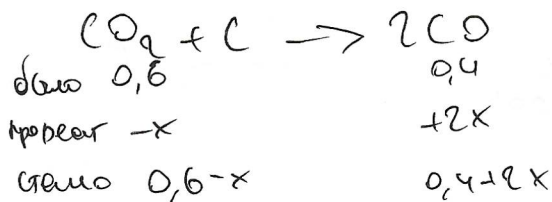
$\frac{V_2}{V_1} = \frac{D_2}{D_1} = 1,3$

$D_2 = 1,3 D_1 = 1,3 \cdot 1 = 1,3 \text{ моль}$

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 |

Чистовик 2)

Задача 2.5) (Продажение)



Тем как ~~какая масса~~  $\Delta_2 = 1,3$  моль =  $\Delta$  конечной реакционной смеси

$$0,6-x + 0,4+2x = 1,3$$

$$1+x = 1,3 \quad x = 0,3 \text{ моль}$$

Масса  $\Delta$  конечн ( $\text{CO}_2$ ) =  $0,6-x = 0,6-0,3 = 0,3$  моль

$\Delta$  конечн ( $\text{CO}$ ) =  $0,4+2x = 0,4+2 \cdot 0,3 = 1$  моль

$M_2$  - молярная масса конечной смеси

$$M_2 = \underbrace{M(\text{CO}_2)}_{\text{конечн}} \cdot \underbrace{\Delta(\text{CO}_2)}_{\text{конечн}} + \underbrace{M(\text{CO})}_{\text{конечн}} \cdot \underbrace{\Delta(\text{CO})}_{\text{конечн}}$$

$$\hline \Delta_2 =$$

$$= \frac{44 \cdot 0,3 + 28 \cdot 1}{1,3} = 31,69 \text{ г/моль}$$

$$D_2(\text{He}) = \frac{M_2}{M(\text{He})} = \frac{31,69}{4} = 7,923 \text{ г/л}$$

Ответ:  $D_2(\text{He}) = 7,923 \text{ г/л}$

Задача 3.4)

Найдём массу NaOH, вступившей в реакцию

$$\begin{aligned}
 m(\text{NaOH}) &= m(\text{сали}) + m(\text{спирта}) - m(\text{сложн. эфира}) = \\
 &= 24,3 + 18 - 30,3 = 12 \text{ г}
 \end{aligned}$$

$$\Delta(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{M(\text{NaOH})} = \frac{12}{40} = 0,3 \text{ моль}$$

$$\Delta(\text{спирта}) = \Delta(\text{NaOH}) = 0,3 \text{ моль}$$

$$M(\text{спирта}) = \frac{m(\text{спирта})}{\Delta(\text{спирта})} = \frac{18}{0,3} = 60 \text{ г/моль}$$

По условию спирт предельный  $\Rightarrow$  его брутто-формулу

можно записать как  $\text{C}_x\text{H}_{2x+2}\text{O}$ .



шеревице 3

Задача 3.4) (Продолжение)

$M(C_xH_{2x+2}O) = 60 \text{ г/моль}$

$12x + 2x + 2 + 16 = 60 \Rightarrow 14x = 42 \Rightarrow x = 3 \Rightarrow$

$\Rightarrow$  спирт - CC(O)C (так, по условию спирт вторичный)

Пусть в сложном эфире 1 сложноеэфирная группа, тогда это можно представить как R-C(=O)O-CH2-CH(OH)-CH3,  $\Delta(\text{с.эф.}) = \Delta(\text{с.аон})$

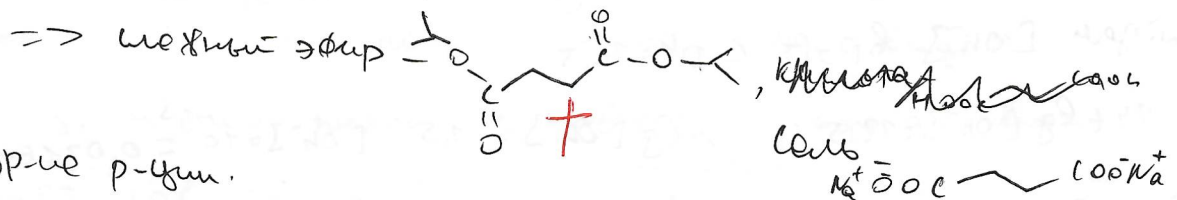
$\frac{M(\text{с.эф.})}{\Delta(\text{с.эф.})} = \frac{m \text{ с.эф.}}{\Delta(\text{с.эф.})} = 101 \text{ г/моль}$

$M(R) = M(\text{с.эф.}) - M(\text{с.эф.группы}) = 8 \text{ г/моль}$ . Под такую  $M(R)$  ничего не подходит,  $\Rightarrow$  в с.эф. больше одной сложноеэфирной группы.

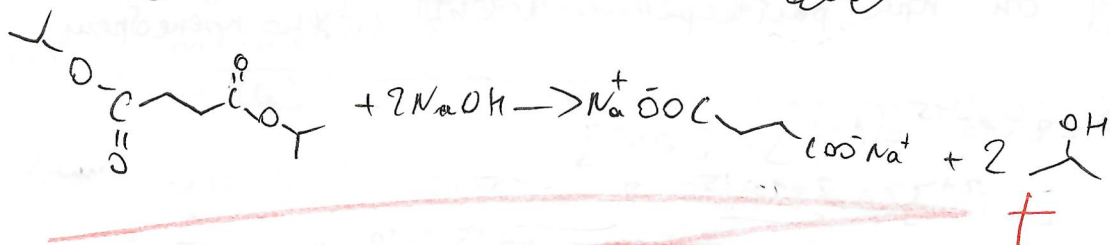
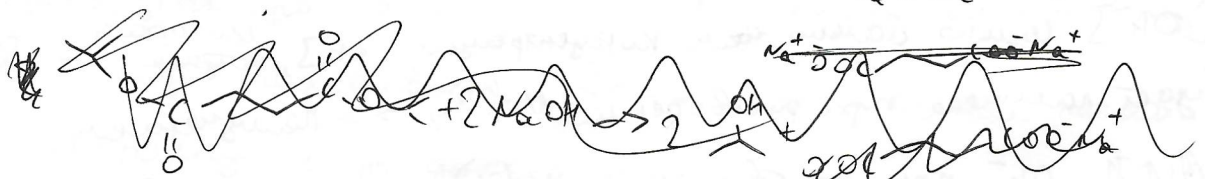
Пусть их 2, тогда сложный эфир - R-C(=O)O-CH2-CH(OH)-C(=O)O-R

$\Delta(\text{с.аон}) = 2\Delta(\text{с.эф.}) \Rightarrow \Delta(\text{с.эф.}) = \frac{\Delta(\text{с.аон})}{2} = 0,75 \text{ моль} \Rightarrow$   
 $\Rightarrow M(\text{с.эф.}) = \frac{m(\text{с.эф.})}{\Delta(\text{с.эф.})} = \frac{30,3}{0,75} = 202 \text{ г/моль} \Rightarrow$

$\Rightarrow M(R) = M(\text{с.эф.}) - 2M(\text{с.эф.группы}) = 28 \text{ г/моль} \Rightarrow$   
 $\Rightarrow R = \text{-(CH}_2\text{)}_7\text{-} \Rightarrow$



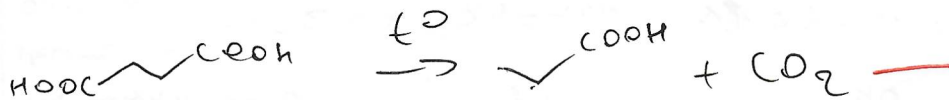
Упрое р-ции.



Исходные 4)

Задача 3.4) (Продолжение)

Р-ция к-та при нагревании до 180°C:



$$\text{Потеря массы} = \frac{M(\text{CO}_2) \cdot 100\%}{M(\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{COOH})} = \frac{44 \cdot 100\%}{118} = 37,29\%$$

Задача 5.3)

$$P.P. = [M^{2+}] \cdot [OH^-]^2 = 2 \cdot 10^{-15}$$

Пусть  $x$  моль  $M(OH)_2$  растворится в 1 л воды,  $x$  моль  $M(OH)_2$  растворится в 1 л воды,  $x$  - растворимость  $M(OH)_2$  в моль/л

	$M(OH)_2$	$\rightarrow$	$M^{2+}$	$+ 2 OH^-$
было	$x$		0	0
прореаг.	$-x$		$+x$	$+2x$
остало	0		$x$	$2x$

$$P.P. = [M^{2+}] \cdot [OH^-]^2 = x \cdot (2x)^2 = x \cdot 4x^2 = 4x^3 = 2 \cdot 10^{-15}$$

$$x = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 10^{-15}}{4}} = 7,94 \cdot 10^{-6} \text{ моль/л}$$

Растворимость  $M(OH)_2 = 7,94 \cdot 10^{-6}$  моль/л

$$[OH^-] = 2x = 2 \cdot 7,94 \cdot 10^{-6} = 1,588 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$$

$$pH = 14 + \lg [OH^-] = 14 + \lg (1,588 \cdot 10^{-5}) = 9,2$$

Найдём  $[OH^-]$  в р-ре с  $pH = 7,5$

$$14 + \lg [OH^-] = 7,5 \quad \text{и} \quad \lg [OH^-] = -6,5 \quad [OH^-] = 10^{-6,5} = 0,0316 \text{ м}$$

$[OH^-]$  много больше, чем концентрация  $[OH^-]$ , которая будет получена при растворении  $M(OH)_2 \Rightarrow$  количеством

$OH^-$  при растворении  $M(OH)_2$  можно пренебречь

$$P.P. = 2 \cdot 10^{-15} = [M^{2+}] \cdot [OH^-]^2$$

$$[M^{2+}] = \frac{2 \cdot 10^{-15}}{[OH^-]^2} = \frac{2 \cdot 10^{-15}}{(0,0316)^2} = 2 \cdot 10^{-12} \text{ М}$$

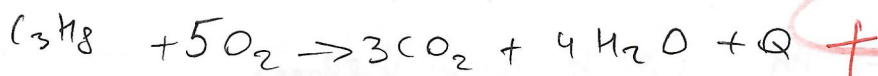
исполн 5)

Задача 5.3) (продолжение)

 $[M^{2+}] = 2 \cdot 10^{-12} \text{ м} \Rightarrow$  растворимая  $M(OH)_2$  при  $pH = 12,5$  равна

$$2 \cdot 10^{-12} \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

Задача 4.5)



$$Q = 4Q_{обр}(H_2O) + 3Q_{обр}(CO_2) - Q_{обр}(3H_8) - 5Q_{обр}(O_2) =$$

$$= 4 \cdot 241,8 + 3 \cdot 393,5 - 103,8 - 5 \cdot 0 = 2043,9 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

- ~~теплота~~ тепловой эффект реакции на 1 моль  $C_3H_8$ 

$$Q_{выг} = Q \cdot \nu(C_3H_8) = 2043,9 \cdot 1 = 2043,9 \text{ кДж} = 2043900 \text{ Дж}$$

$$\nu(O_2) = \nu(O_2)_{\text{неч}} - \nu(O_2)_{\text{реак}} = \nu(O_2)_{\text{неч}} - 5 \nu(C_3H_8) =$$

$$= 31 - 5 \cdot 1 = 26 \text{ моль}$$

Найдём  $C_{см}$  в

$$C_{см} = 26(C_{O_2}) + 3(C_{CO_2}) + 4(C_{H_2O}) = 26 \cdot 34,7 + 53,5 \cdot 3 + 4 \cdot 43 =$$

$$= 1234,7 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$Q_{выг} = C_{см} \cdot \Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{Q_{выг}}{C_{см}} = \frac{2043900}{1234,7} = 1655 \text{ К}$$

$$T = T_0 + \Delta T = (25 + 273) + 1655 = 1953 \text{ К} \text{ или } 1680^\circ \text{C}$$

Задача 8.2)

Так как по условию на катоде выделяется

газ, а медь находится ~~в~~ в ряду активностиметаллов правее водорода, <sup>на катоде.</sup> сначала протекёт электролизвсей меди, находящейся в р-ре, а потом ~~как~~ начнётся электролиз воды до водорода

$$\nu(Cu) = \frac{m(Cu)}{M(Cu)} = \frac{19,2}{64} = 0,3 \text{ моль} = \nu(CuSO_4 \cdot 5H_2O)$$

$$m(CuSO_4 \cdot 5H_2O) = \nu(CuSO_4 \cdot 5H_2O) \cdot M(CuSO_4 \cdot 5H_2O) =$$

$$= 0,3 \cdot (160 + 5 \cdot 18) = 75 \text{ г}$$



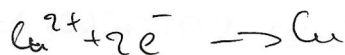
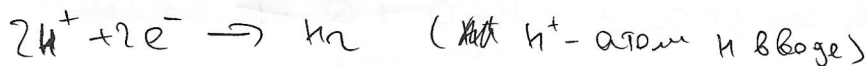
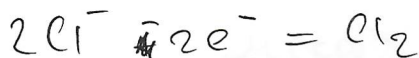
исходным 6)

Задача 8.2, (Продажение)

$$m(\text{NaCl}) = m_{\text{меш}} - m(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 121,8 - 75 = 46,8 \text{ г}$$

$$\omega(\text{NaCl}) = \frac{m(\text{NaCl})}{m(\text{раств})} = \frac{46,8}{58,5} = 0,8 \text{ масс}$$

~~Итого~~



Предположим, что протекла не вся электричество NaCl и на аноде не начал выделяться кислород

$$\frac{\omega(\text{Cl}_2)}{\omega(\text{H}_2)} = \frac{6}{5} \quad 2 \cdot \omega(\text{H}_2) + 2 \cdot \omega(\text{Cu}) - 2 \cdot \omega(\text{Cl}_2) = 0 \quad (\text{чтобы суммарный заряд р-ра был равен 0})$$

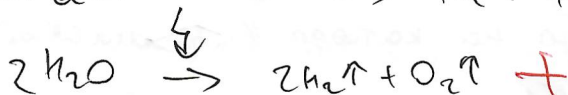
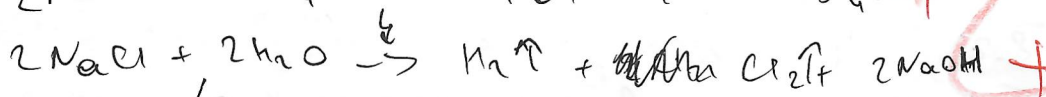
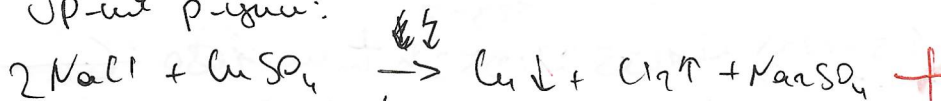
$$\omega(\text{Cl}_2) = \frac{6}{5} \omega(\text{H}_2)$$

$$2 \cdot \omega(\text{H}_2) + 2 \cdot 0,3 - 2 \cdot \frac{6}{5} \cdot \omega(\text{H}_2) = 0$$

$$\omega(\text{H}_2) = 1,5 \text{ масс} \Rightarrow \omega(\text{Cl}_2) = 1,8 \text{ масс} > \omega(\text{Cl}_2)_{\text{макс}}, \text{ т.к. всего было } 0,8 \text{ масс NaCl} \Rightarrow$$

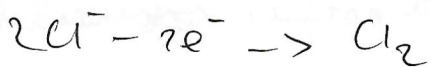
$\Rightarrow$  электричество NaCl протекло полностью и начал на аноде выделяться  $\text{O}_2$

Ур-ия р-ции:

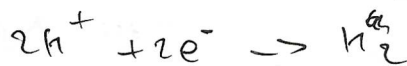


Так как протекла электричество всего NaCl,  $\omega(\text{Cl}_2) = \frac{1}{2} \omega(\text{NaCl}) = 0,4 \text{ масс}$

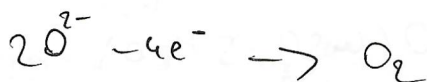
на аноде выделяются  $\text{Cl}_2$  и  $\text{O}_2$ , на катоде  $\text{H}_2$  и  $\text{Cu}$ .



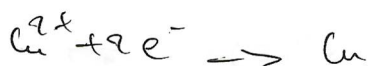
$$2 \cdot \omega(\text{H}_2) + 2 \cdot \omega(\text{Cu}) - 2 \cdot \omega(\text{Cl}_2) - 4 \cdot \omega(\text{O}_2) = 0$$



$$\omega(\text{Cl}_2) + \omega(\text{O}_2)$$



$$\frac{\omega(\text{H}_2)}{\omega(\text{O}_2)} = 1,2$$



$$0,4 + \omega(\text{O}_2) = 1,2 \omega(\text{H}_2)$$

$$\omega(\text{O}_2) = 1,2 \omega(\text{H}_2) - 0,4$$

Истовик 7) Задача 8.2) (Продолжение)

$$2 \cdot \nu(\text{H}_2) + 2 \cdot 0,3 - 2 \cdot 0,4 - 4 \cdot (1,2 \nu(\text{H}_2) - 0,4) = 0$$

$$\nu(\text{H}_2) = 0,5 \text{ моль} \quad \nu(\text{O}_2) = 0,2 \text{ моль}$$

~~Истовик~~

$$m(\text{H}_2\text{O})_{\text{нач}} = \rho_{\text{в}} \cdot V_{\text{р-ра}} = 600 \cdot 1 = 600 \text{ г}$$

$$m_{\text{конечн р-ра}} = m(\text{H}_2\text{O})_{\text{нач}} + m_{\text{вещ}} - \nu(\text{Cu}) \cdot \mu(\text{Cu}) - \nu(\text{H}_2) \cdot \mu(\text{H}_2) - 2 \cdot \nu(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \mu(\text{H}_2\text{SO}_4) - \nu(\text{CuSO}_4) \cdot \mu(\text{CuSO}_4) =$$

$$= 600 + 129,8 - 0,5 \cdot 64 - 0,5 \cdot 2 - 0,2 \cdot 32 - 0,4 \cdot 71 =$$

$$= 666,8 \text{ г} \quad \dagger$$

В р-ре остались  $\text{NaOH} \dagger$  и  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \dagger$

$$\nu(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \nu(\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = \nu(\text{Cu}) = 0,4 \text{ моль}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \nu(\text{Na}_2\text{SO}_4) \cdot \mu(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,4 \cdot 142 = 56,8 \text{ г}$$

$$\nu(\text{NaOH}) = \nu(\text{NaCl}) - 2 \cdot \nu(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,8 - 2 \cdot 0,4 = 0,0 \text{ моль} \quad \dagger$$

$$m(\text{NaOH}) = \nu(\text{NaOH}) \cdot \mu(\text{NaOH}) = 0,0 \cdot 40 = 0 \text{ г}$$

$$\omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{m(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{m_{\text{р-ра}}} = \frac{56,8}{666,8} = 0,0853 \text{ (8,53\%)} \quad \dagger$$

$$\omega(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{m_{\text{р-ра}}} = \frac{0}{666,8} = 0,0000 \text{ (0\%)} \quad \dagger$$

~~В р-ре~~ При пропускании тока сернистого газа через ионный р-р.



Осадок -  $\text{Cu}_2\text{SO}_4$ .



Осадок -  $\text{Cu}_2\text{SO}_4$

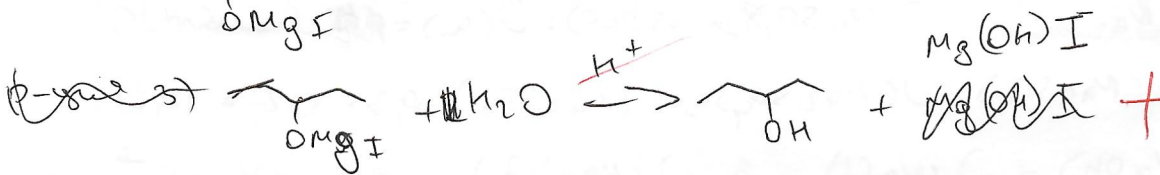
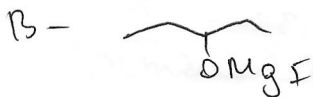
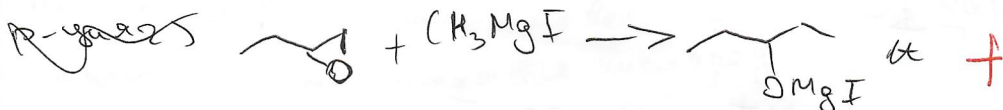
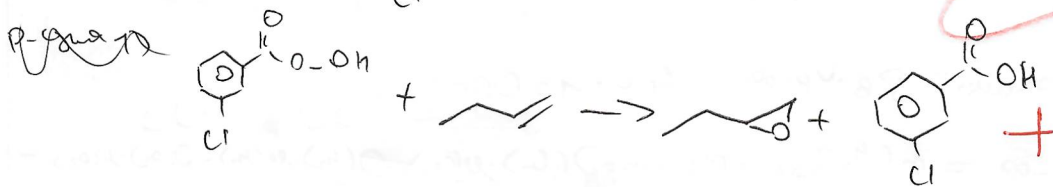
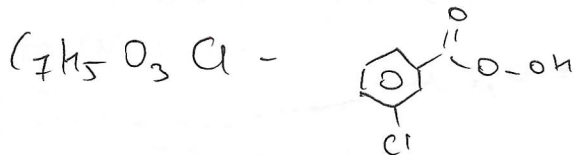
$$\nu(\text{Cu}_2\text{SO}_4) = \nu(\text{Cu}) = 0,15 \text{ моль}$$

$$m(\text{Cu}_2\text{SO}_4) = \mu(\text{Cu}_2\text{SO}_4) \cdot \nu(\text{Cu}_2\text{SO}_4) = 224 \cdot 0,15 =$$

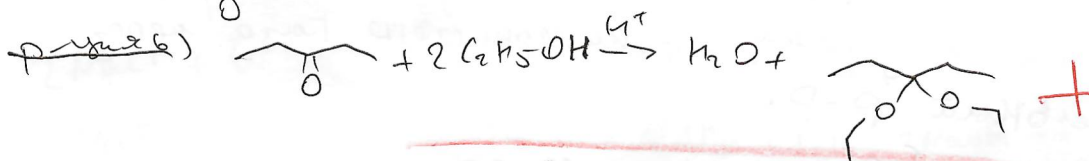
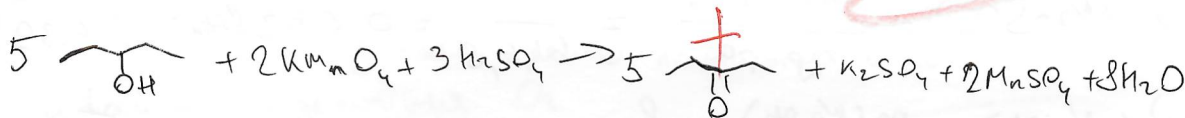
$$= 33,6 \text{ г}$$



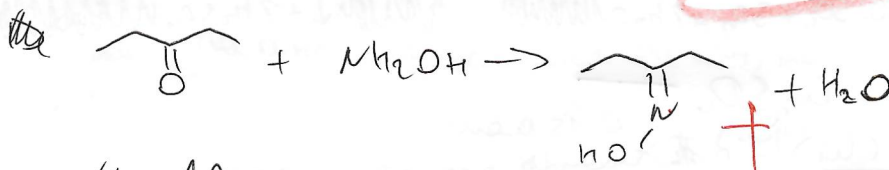
Кислород 8)  
Задача 7.3)



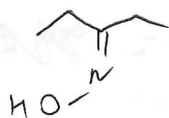
~~Р-уаа 4)~~



~~Р-уаа 7)~~



F - ~~scribble~~



Витамин С

Задача 7.3) (Продолжение)

На стадии из F в G происходит перестройка рибки =>

$$\Rightarrow m(G) = m(F) = 101 \text{ г/манн}$$

$$m(D) = m(\text{соединение}) = 86 \text{ г/манн}$$

$$\nu(D) = \frac{m(D)}{M(D)} = \frac{12,9}{86} = 0,15 \text{ манн}$$

$$\eta \text{ двух стадий} = 0,8 \cdot 0,8 = 0,64$$

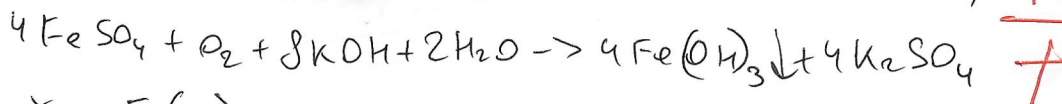
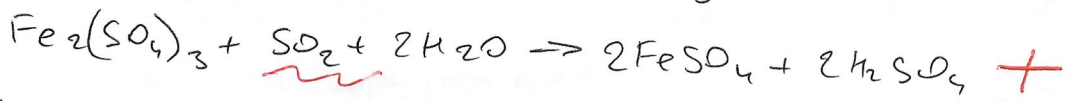
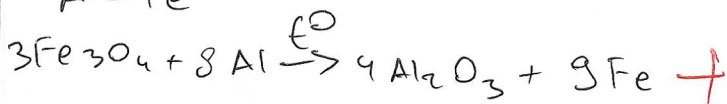
$$\nu(G)_{\text{теор}} = \nu(F)_{\text{теор}} = \nu(D) = 0,15 \text{ манн}$$

$$\nu(G) = \nu(G)_{\text{теор}} \cdot \eta \text{ двух стадий} = 0,15 \cdot 0,64 = 0,096 \text{ манн}$$

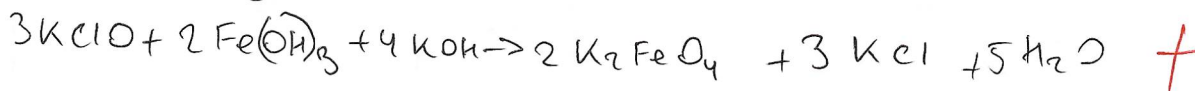
$$m(G) = \nu(G) \cdot M(G) = 0,096 \cdot 101 = \boxed{9,7 \text{ г}}$$

Задача 6.4)

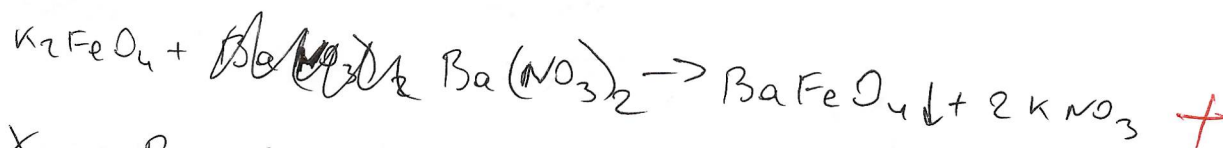
A - Fe (по цвету остатков, оксиду  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )



X<sub>1</sub> -  $\text{Fe}(\text{OH})_3$



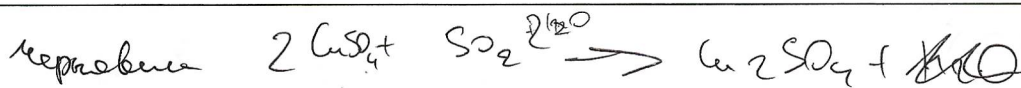
X<sub>2</sub> -  $\text{K}_2\text{FeO}_4$



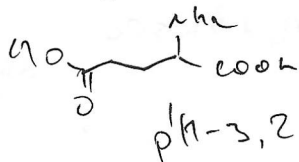
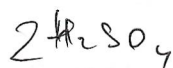
X<sub>3</sub> -  $\text{BaFeO}_4$

Раствор  $\text{FeSO}_4$  зеленоватый,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  бурый

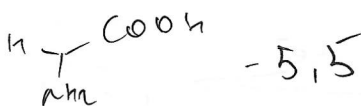
раствор  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  бурый



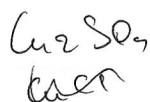
1.2. Глутаминовая к-та



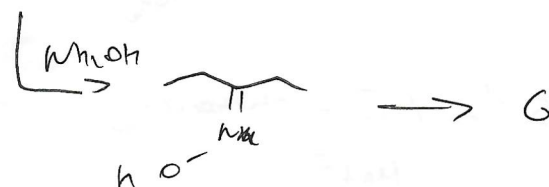
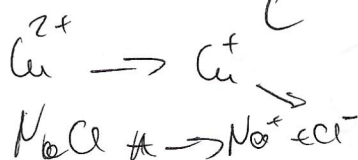
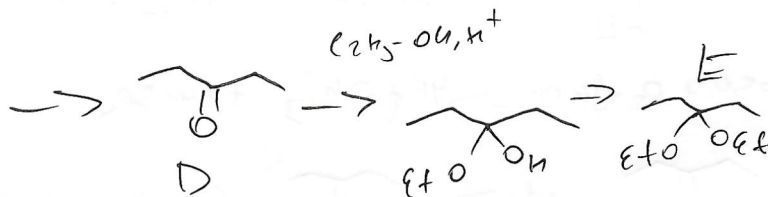
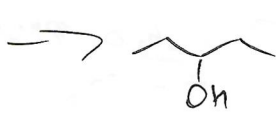
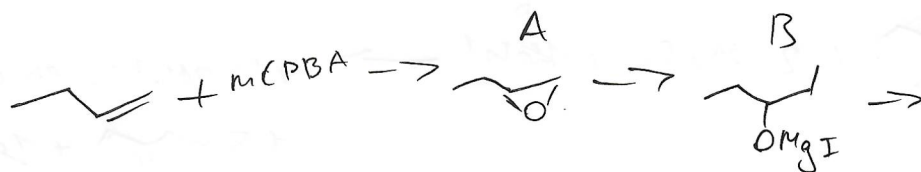
Фенилаланин



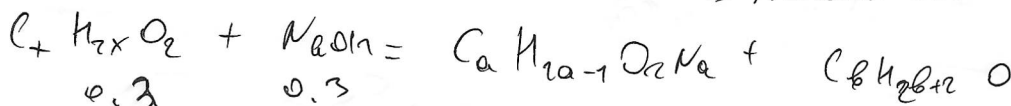
лизин



1.3)



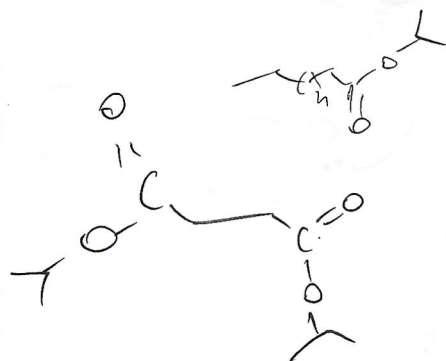
3.4)  $18 - 30,3 = 12 \text{ г NaOH} \Rightarrow 0,3 \text{ моль NaOH}$



$0,3$   
 $0,3$   
 $0,3$

$\frac{30,3 \text{ г}}{0,3} = 101 \text{ г/моль}$

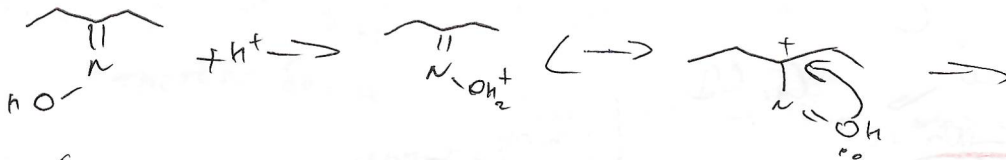
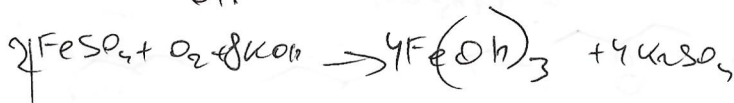
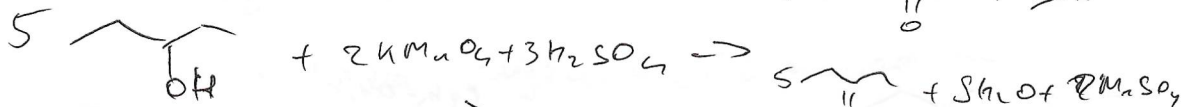
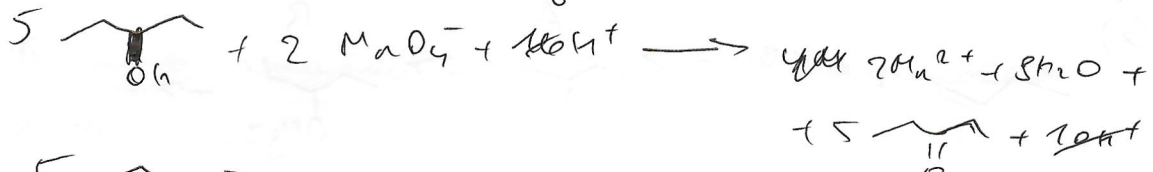
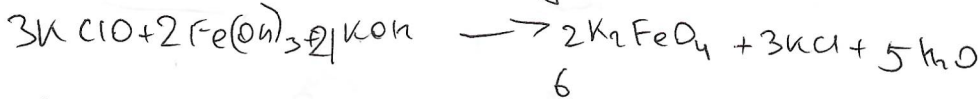
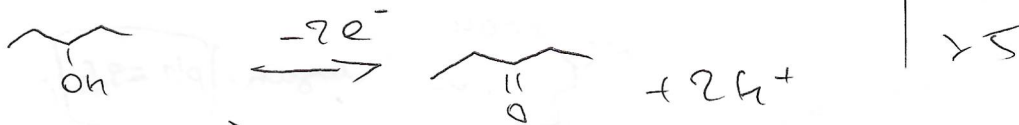
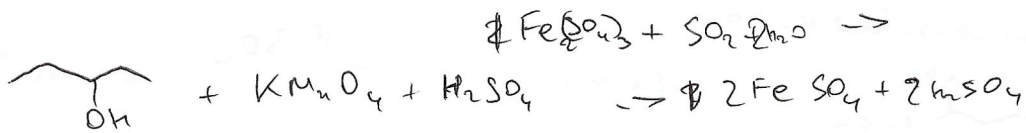
$\frac{18}{0,3} = 60 = \text{C}_x\text{H}_y + 18 \quad x=3 \Rightarrow \text{спирт} - \text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$



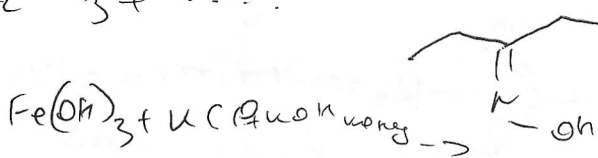
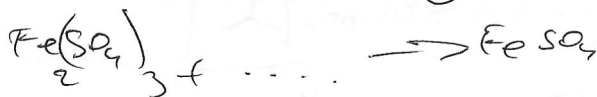
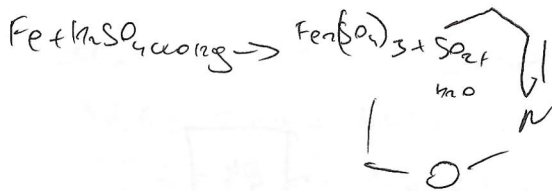
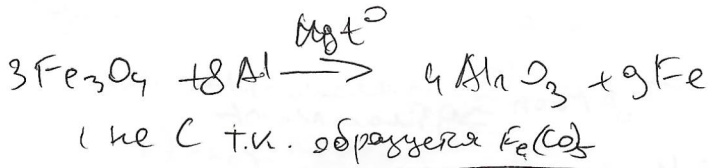
$R-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-R'$   
 $R = 101 - (12 + 32 + 12 \cdot 3 + 7) = 8$



метролин 2)



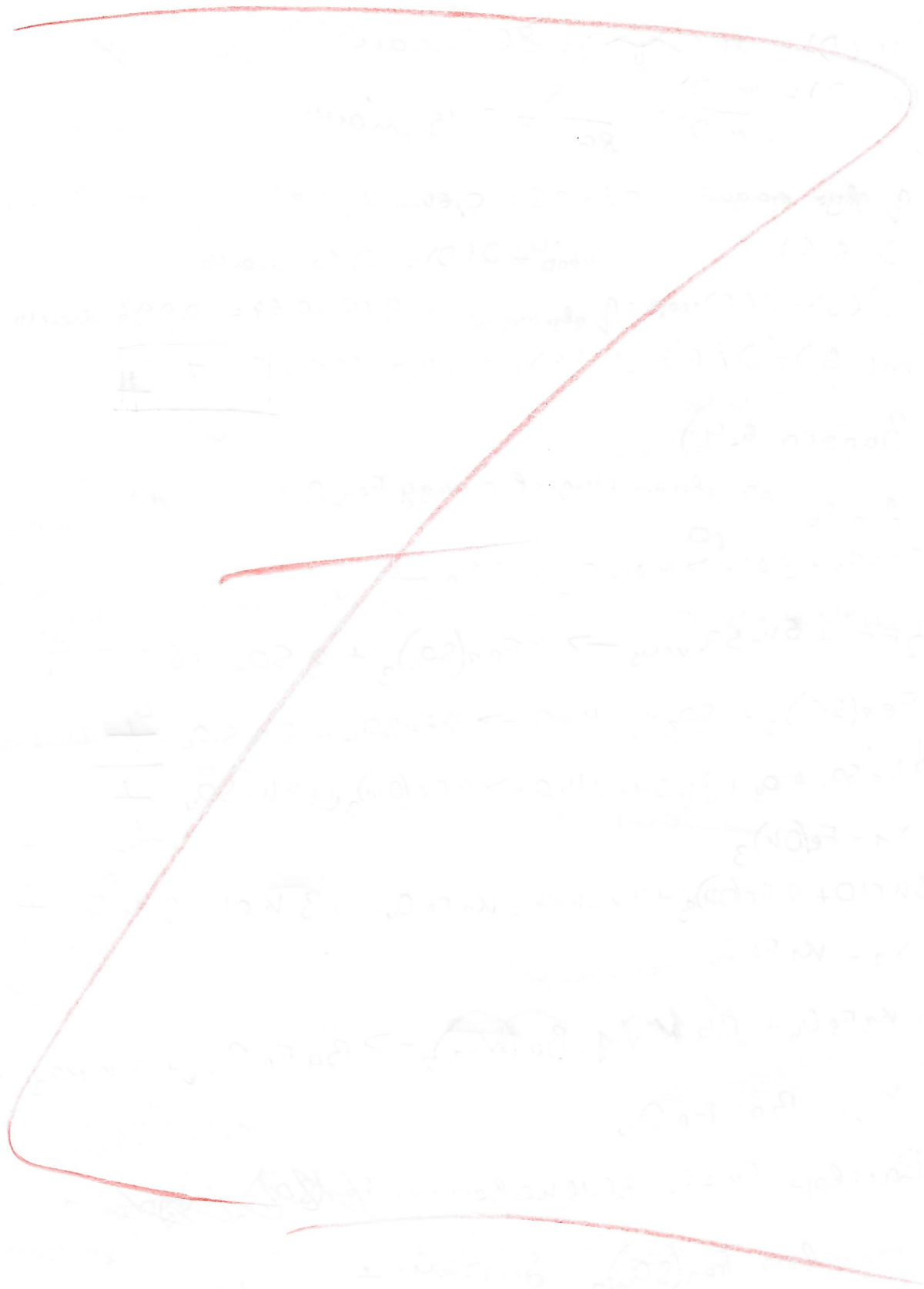
(5 H<sub>11</sub> NO - тетраамин) →



черновик 3)

$$t_{\text{в}} = \frac{C_{02}}{C_{00} - C_{02}} = \frac{40}{28 + (12 + 32 + 1) \cdot 2}$$

2



По результатам апелляции  
повысить оценку на 1 балл,  
с 94 до 95.

Оценка 95 баллов.  
Эль  
Денис

Председателю апелляционной  
комиссии аспирантов и магистрантов  
"Ломоносов" Рентору МГУ имени  
М.В. Ломоносова Александру  
В.А. Садовникову от участника  
заключительного этапа по предмету  
"Химия" Ульянова Радмира  
Ильичевича

### Апелляция

Прошу пересмотреть мой индивидуальный предварительный  
результат заключительного этапа, а именно 94 балла, поскольку  
считаю, что моя реакция восстановления  $Fe_2(SO_4)_3$  до  $FeSO_4$   
правильная, хотя и не совпадает с решением, так как пример

восстановления  $Fe^{3+}$  до  $Fe^{2+}$  приведен с использованием  
 $SO_2$  в учебнике "Неорганическая химия" А.В. Шевченко,  
А.А. Дроздова и М.Е. Талин, где при окислении восстановительной  
клеткой  $SO_2$  приведена реакция  $2FeCl_3 + SO_2 + 2H_2O \rightarrow 2FeCl_2 + H_2SO_4 + 2HCl$ ,  
показывающая, что сернистый газ может восстанавливать  $Fe^{3+}$ .

Подтверждаю, что я ознакомлен с Положением об апелляции  
на результаты экзамена аспирантов "Ломоносов" и осознаю, что  
мой индивидуальный предварительный результат может быть  
изменен, в том числе в сторону уменьшения количества баллов

Дата 23 03 2024

Ⓚ (подпись)