



Выход 12⁵¹ - 12⁵⁶

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносова
наименование олимпиады

по Химии
профиль олимпиады

Семёнова Степан Романович
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«02» марта 2025 года

Подпись участника
[Подпись]

N2.4

Источники



$$\bar{e} = 32$$

$$\bar{n} = 28$$

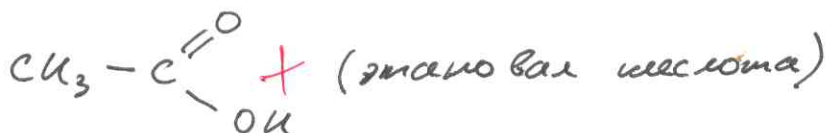
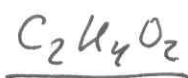
Поскольку у ~~водорода~~ ^{водорода} менее нейтронов, можно найти количество (H):

$$y = 32 - 28 = 4$$

Тогда число ~~нейтронов~~ нейтронов на кислород и углерод: $n = 28$

• Предположим, что $z = 1$, тогда $x = \frac{20}{6}$ (нецелое) $\Rightarrow$ не подходит.

• Предположим, что $z = 2$, тогда $x = \frac{12}{6} = 2 \Rightarrow$



• Число электронов, участвующих в образовании связей: $\bar{e} = 16$.

Ответ: $\text{C}_2 \text{H}_4 \text{O}_2$ (этановая кислота); $\bar{e} = 16$.

N2.3

1) В первой склянке находилась хлороформ. $+$ Наблюдаемые изменения в температуре происходят, поскольку хлороформ — летучее вещество, а при испарении температура падает.

2) Во второй склянке находилась концентрированная сероформная кислота. Температура $+$ практически не менялась, поскольку данная кислота не обладает какими-то особыми свойствами в данной ситуации (сероформная кислота так и осталась на узле без сопровождения какими-либо реакциями).

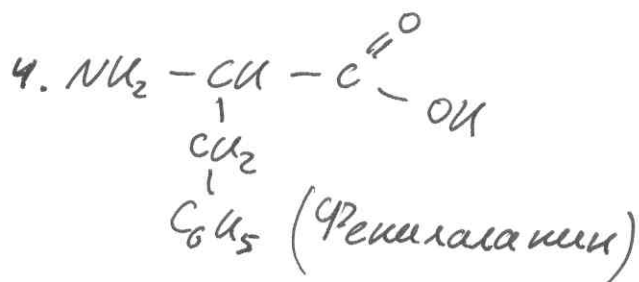
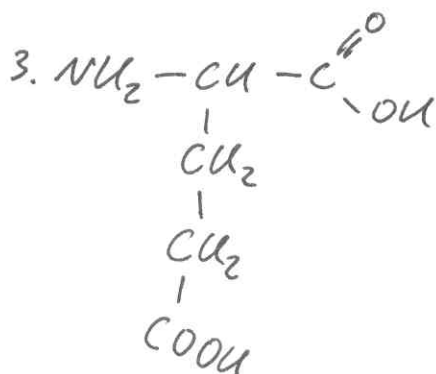
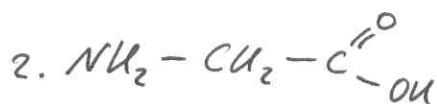
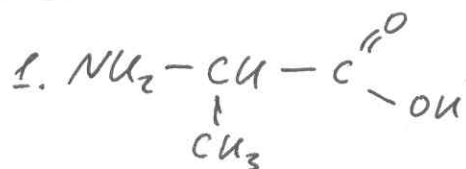
3) В третьей склянке находилась олеум. $+$ Температура постепенно поднималась, поскольку олеум начал забирать воду из воздуха с сопровождением выделением тепла.

1 2 3 4 5 6 7 8 Σ
6 6 10 10 10 18 18 2 80

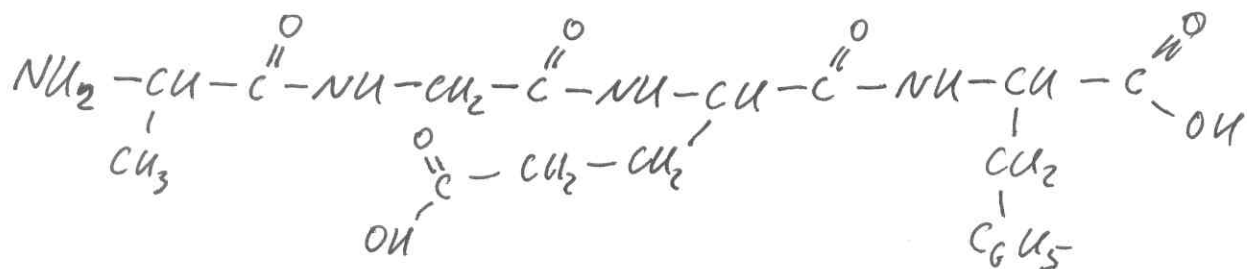
Давыдов
И.Ураев

N3.3

Исходные



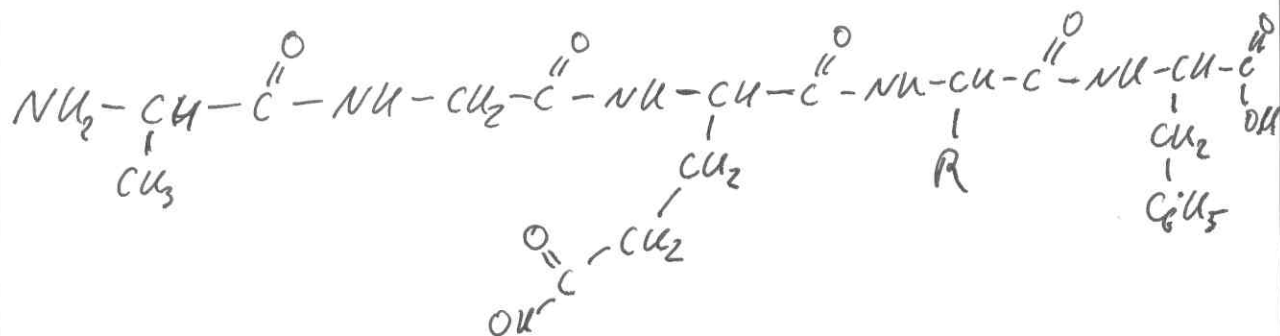
Исходя из условия можно предположить строение пептида А:



N: 4 C: 19 O: 7 H: 26

$$M = 472 \text{ г/моль}$$

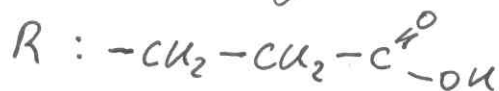
Поскольку масса ($M = 472 \text{ г/моль}$) предполагаемого пептида меньше чем по условию, можно предположить, что в его состав входит ещё одна аминокислота:



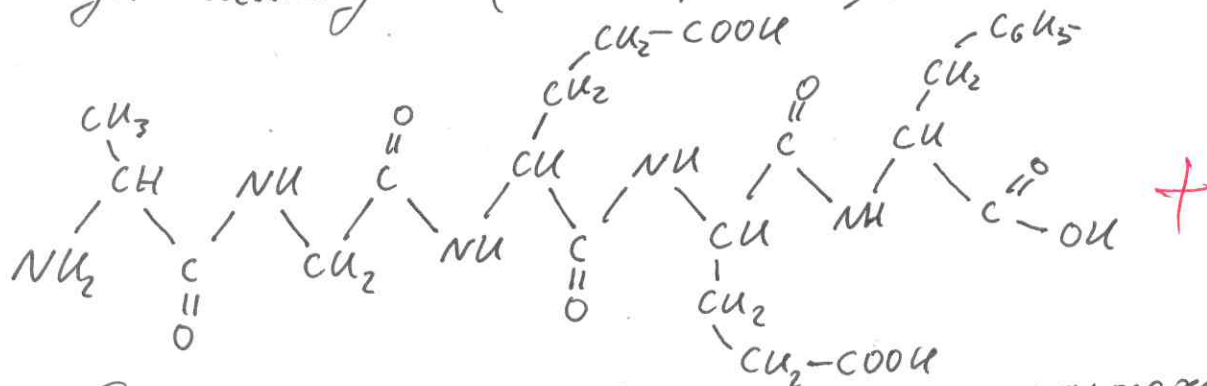
Тогда масса нового предполагаемого пептида:

$$M = 472 + 56 + M(R) = 528 + M(R) \text{ г/моль}$$

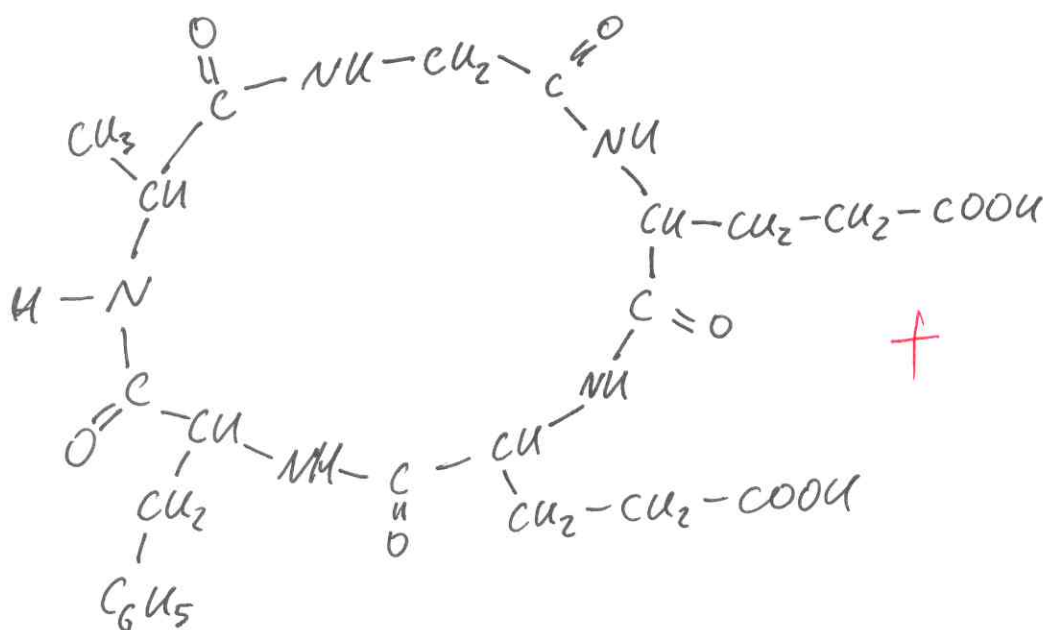
• Зная массу R , можно предположить его строение



Тогда петлю A (его строение):

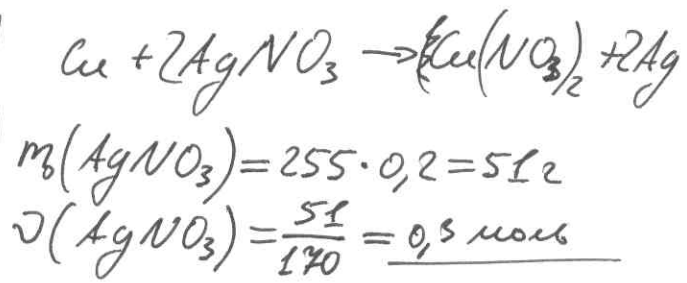


• Для приведения структуры пептида, на котором синтезируются, но не реагирующего с фенилизотиоцианатом можно предположить, что пептид не будет иметь свободного ~~ваканс~~ N-концевого аминокислотного остатка $\Rightarrow$ предположим, что он циклический:



НЧ. 1

$$\begin{aligned}
 m(\text{Cu}) &= 100 \text{ г} \\
 m_{\text{д}}(\text{AgNO}_3) &= 255 \text{ г} \\
 \omega_2(\text{AgNO}_3) &= 20\% = \frac{1}{5} \\
 \omega_{\text{к}}(\text{AgNO}_3) &= 7,1\% = 0,071
 \end{aligned}$$



$$\omega_{\text{к}}(\text{AgNO}_3) = \frac{m_{\text{к}}(\text{AgNO}_3)}{m_{\text{р-р}}(\text{конечного})} = \frac{m_0(\text{AgNO}_3) - m_{\text{пр}}(\text{AgNO}_3)}{m_{\text{р}} - m_{\text{ост}}(\text{Ag}) + m_{\text{пр}}(\text{Cu})}$$

Пусть прореагировало x моль (AgNO_3) , тогда:

$$\left. \begin{aligned}
 m_{\text{пр}}(\text{AgNO}_3) &= x \cdot 170 \\
 m_{\text{ост}}(\text{Ag}) &= 108x \\
 m_{\text{пр}}(\text{Cu}) &= 32x
 \end{aligned} \right\} \text{Зная данные, можно составить уравнение:}$$

$$\frac{51 - 170x}{255 - 108x + 32x} = 0,071$$

$$\frac{51 - 170x}{255 - 76x} = 0,071$$

$$51 - 170x = 18,105 - 5,796x$$

$$164,604x = 32,895$$

$$\underline{x = 0,2 \text{ моль}}$$

$$\begin{aligned}
 m_{\text{к}}(\text{провода}) &= m(\text{Cu}) - m_{\text{р}}(\text{Cu}) + m_{\text{ост}}(\text{Ag}) = \\
 &= 100 - 6,4 + 21,6 = 115,2 \text{ г.}
 \end{aligned}$$



Ответ: масса провода (конечная): $m = 115,2 \text{ г}$ +

N5.3

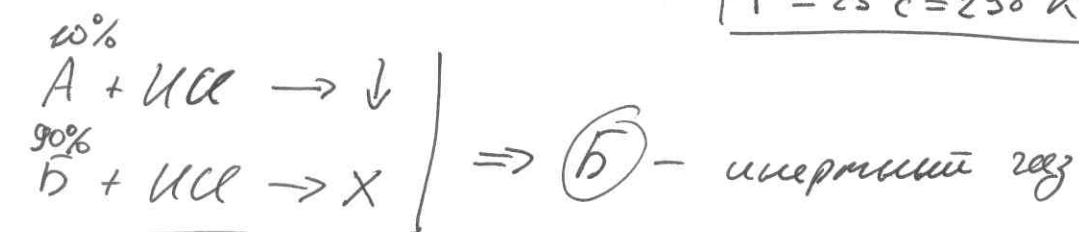


$$\left| \begin{array}{l} p = 1 \text{ атм} = 101,325 \text{ кПа} \\ T^\circ = 25^\circ \text{C} = 298^\circ \text{K} \end{array} \right.$$

10%



90%



Исходя из условия и рассуждений получается, что смесь после реакции состоит только из газа $\textcircled{B}$ ($p_2 = 1,634 \text{ г/л}$), при тех же условиях, тогда:

$$\text{II. } \begin{cases} pV = \nu RT \\ \nu = \frac{m}{M} \end{cases} \quad \begin{cases} M p V = m R T \\ p = \frac{m}{V} \end{cases} \quad M p = p R T \quad \boxed{M = \frac{p R T}{p}}$$

$$M(\textcircled{B}) = \frac{p_2 R T}{p} = \frac{1,634 \cdot 8,314 \cdot 298}{101,325} \approx \boxed{40 \text{ г/моль}}$$

Следовательно $\boxed{B - \text{аргон (Ar)}}$ $\dagger$

$$\text{III. } M(A+B) = \frac{p_1 R T}{p} = \frac{1,656 \cdot 8,314 \cdot 298}{101,325} \approx \boxed{40,492 \text{ г/моль}}$$

В исходной газовой смеси (по условию) содержится 10%(0,1) газа A и 90%(0,9) газа B, тогда:

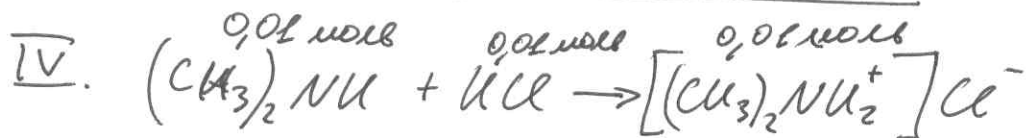
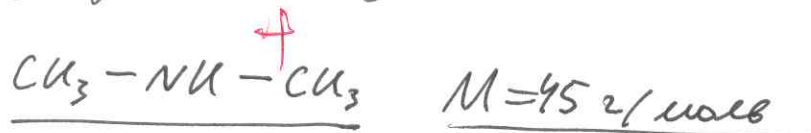
$$M(A+B) = \frac{m(A) + m(B)}{\nu(A) + \nu(B)} = \frac{1M(A) + 9M(B)}{10} = \frac{M(A) + 360}{10}$$

Исходя из IV(III.) можно составить уравнение:

$$\frac{M(A) + 360}{10} = 40,492 \text{ г/моль} \quad M(A) = 40,492 \cdot 10 - 360 \approx \boxed{45 \text{ г/моль}}$$

Для данной молярной массы углеводорода

не подходят $\Rightarrow$ предположим, что это этиламин.



$$C_M = \frac{n}{V} \quad n(\text{HCl}) = 0,2 \cdot 0,15 = 0,03 \text{ моль}$$

$$n((\text{CH}_3)_2\text{NH}) = \frac{pV}{RT} = \frac{101,325 \cdot 2,445}{8,314 \cdot 298} = 0,01 \text{ моль}$$

$\Downarrow$

$$n(\text{HCl}) = 0,03 - 0,01 = 0,02 \text{ моль}$$

в конечном р-р

$$n([(CH_3)_2NH_2^+]\text{Cl}^-) = 0,01 \text{ моль}$$

в конечном р-р

$$C_M([(CH_3)_2NH_2^+]\text{Cl}^-) = \frac{n}{V} = \frac{0,01}{2,445} = 4,09 \cdot 10^{-3} \text{ М}$$

$$C_M(\text{HCl}) = \frac{n}{V} = \frac{0,02}{2,445} = 8,18 \cdot 10^{-3} \text{ М}$$

это V из первой смеси, а не раствора!

Ответ: А - этиламин ($\text{CH}_3 - \text{NH} - \text{CH}_3$); Б - аргон (Ar);

$$C_M([(CH_3)_2NH_2^+]\text{Cl}^-) = 4,09 \cdot 10^{-3} \text{ М}; C_M(\text{HCl}) = 8,18 \cdot 10^{-3} \text{ М}.$$

№6.1



$$m = 2,082$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 0,8 \text{ л}$$

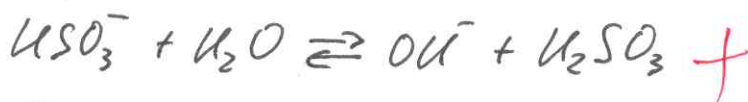
$$I K_g = 1,4 \cdot 10^{-2} \quad (\text{H}_2\text{SO}_3)$$

$$II K_g = 6,2 \cdot 10^{-8} \quad (\text{HSO}_3^-)$$

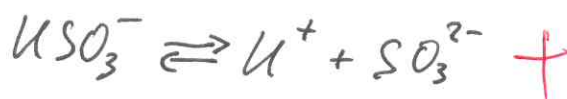


• Возможны 2 процесса.

1) Гидролиз



2) Диссоциация



Рассчитаем $K_{\text{гидролиза}}$:

$$K_r = \frac{[\text{OH}^-] \cdot [\text{H}_2\text{SO}_3]}{[\text{HSO}_3^-]} = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] \cdot [\text{H}_2\text{SO}_3]}{[\text{H}^+] \cdot [\text{HSO}_3^-]} \cdot 10^{-14}$$

$$K_{gI} = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{HSO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{SO}_3]} \quad \frac{1}{K_{gI}}$$

$$K_r = \frac{10^{-14}}{K_{gI}} = \frac{10 \cdot 10^{-15}}{1,4 \cdot 10^{-2}} = \boxed{7,14 \cdot 10^{-13}} +$$

• Поскольку K_r очень маленький ($K_r \ll K_{gII}$), то среду раствора будет определять диссоциация по II ступени.

	$\text{HSO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-}$		
Б	0,025	0	0
И	x	—	—
ост	0,025-x	x	x

$$V(\text{NaHSO}_3) = \frac{2,08}{104} \text{ л}$$

$$\Leftrightarrow 0,02 \text{ моль}$$

$$C_m(\text{NaHSO}_3) = \frac{0,02}{0,8} = \boxed{0,025 \text{ М}}$$

$$C_m[\text{HSO}_3^-] = \boxed{0,025 \text{ М}} +$$

$$K_{gII} = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{SO}_3^{2-}]}{[\text{HSO}_3^-]} = \frac{x^2}{0,025-x} = 6,2 \cdot 10^{-8} +$$

• Поскольку $x \ll 0,025$, то уравнение приобретает следующий вид:

$$\frac{x^2}{0,025} = 6,2 \cdot 10^{-8}$$

$$x^2 = 0,155 \cdot 10^{-8}$$

~~$$x^2 = 0,155 \cdot 10^{-8}$$~~

$$x = 3,937 \cdot 10^{-5}$$

$$[H^+] = 3,937 \cdot 10^{-5} M$$

$$pH = -\lg[H^+]$$

$$pH = -\lg(3,937 \cdot 10^{-5})$$

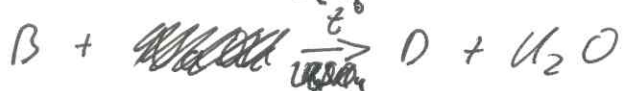
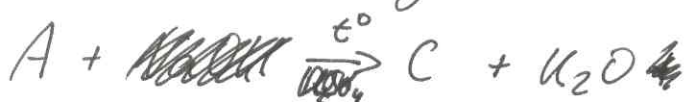
$$pH = 4,4$$

Ответ: $pH = 4,4$ +

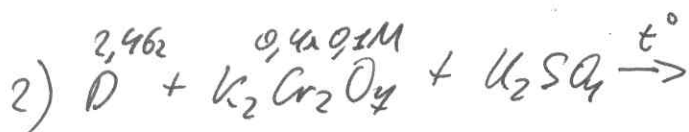
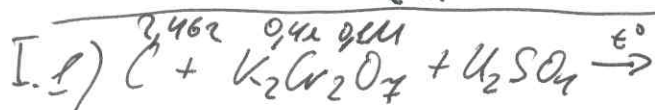
№ 4

• А и В изомерные спирты

• С и D изомерные алкены (т.к. при дегидратации спиртов получают алкены)



$$\nu(K_2Cr_2O_7) = 0,4 \cdot 0,1 = 0,04 \text{ моль}$$



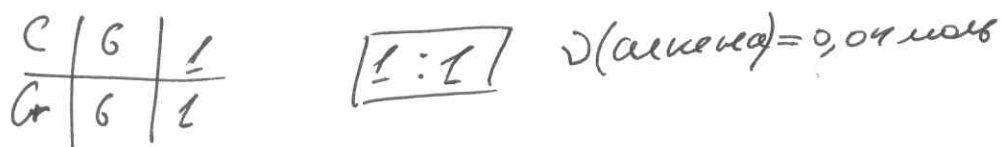
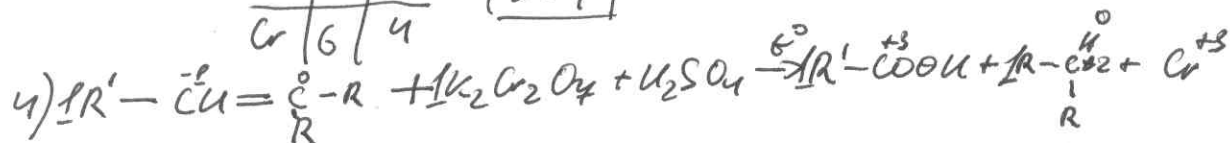
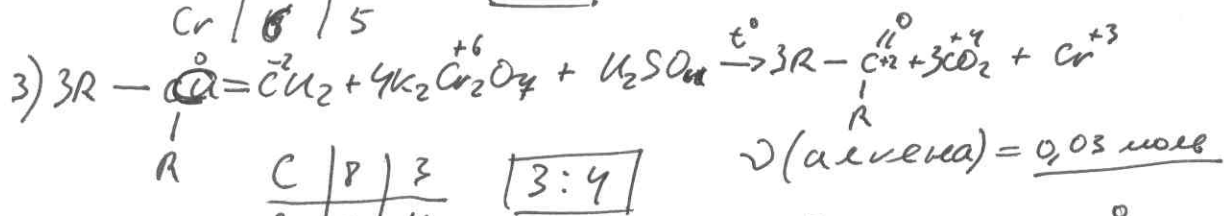
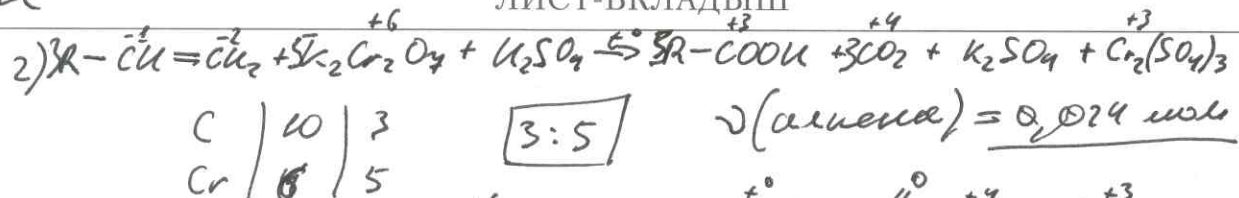
II. • Рассмотрим возможные реакции

1) $R-CH_2-CH_2-R$



$\frac{3}{4}$

$$\boxed{3:4} \quad \nu(\text{алкена}) = 0,03 \text{ моль}$$

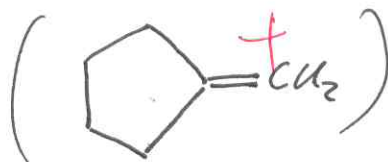
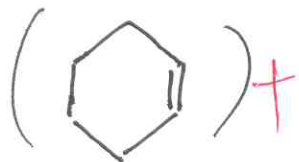


III. Зная все необходимые данные, можно посчитать молярную массу алкенов в каждом случае: 1) $M = \frac{2,46}{0,03} = 82 \text{ г/моль}$ (подходит, но не для алкенов); 2) $M = \frac{2,46}{0,024} = 102,5 \text{ г/моль}$ (не подходит); 3) $M = 82 \text{ г/моль}$ (аналогично 2-ому); 4) $M = \frac{2,46}{0,04} = 61,5 \text{ г/моль}$ (не подходит).

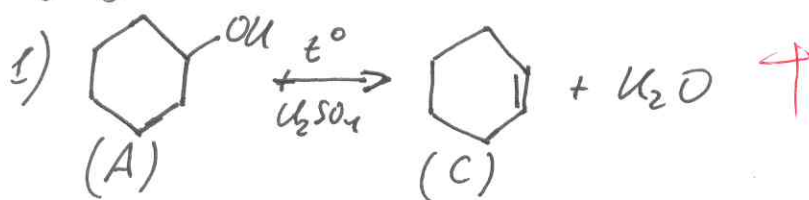
IV. Исходя из п. III, можно предположить, что вещества С и D - циклоалкены.

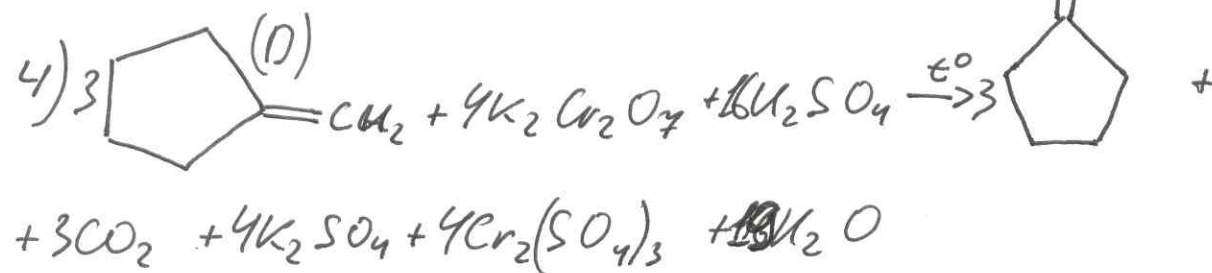
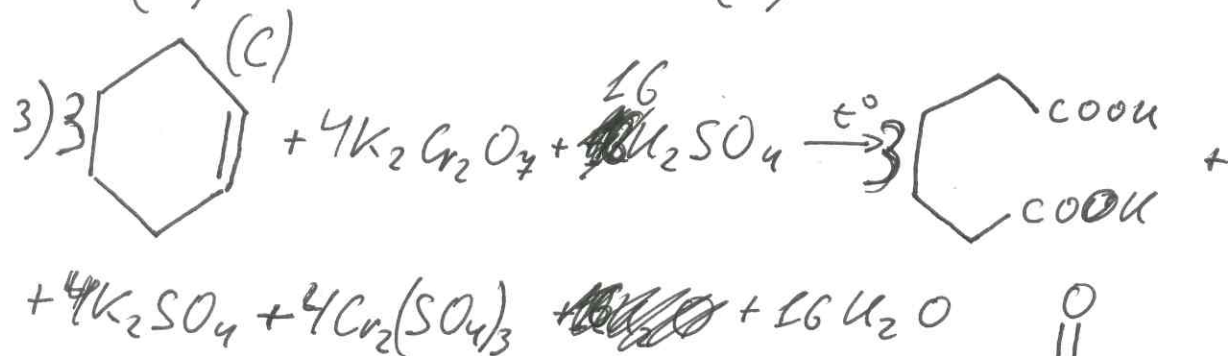
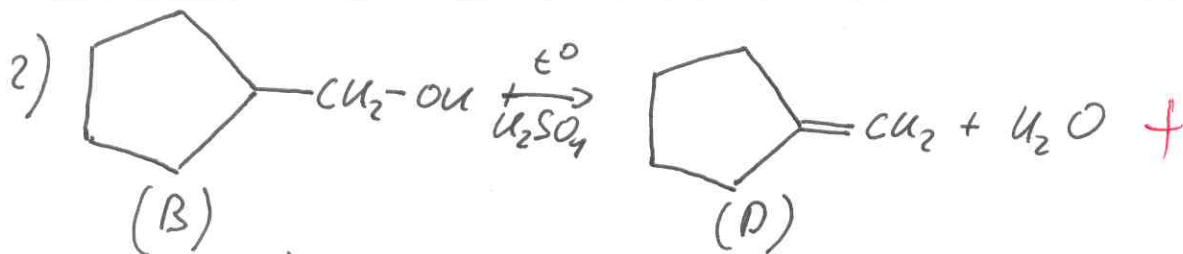
• Возможными вариантами могут быть:

C - C_6H_{10} (циклогексен); D - C_5H_8 (циклопентен)

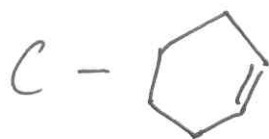
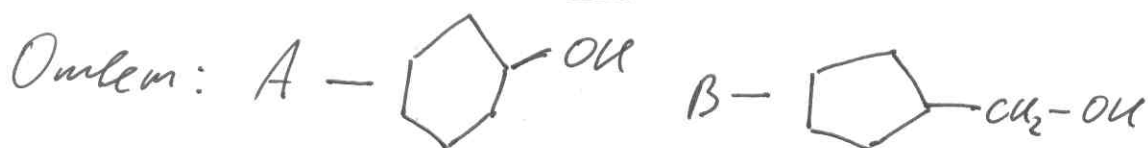
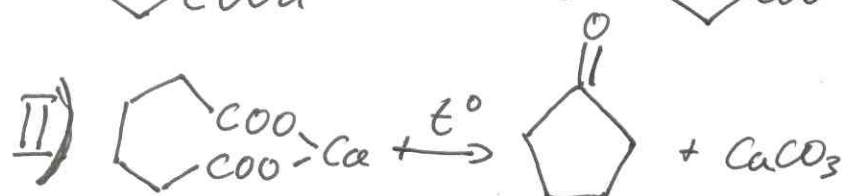
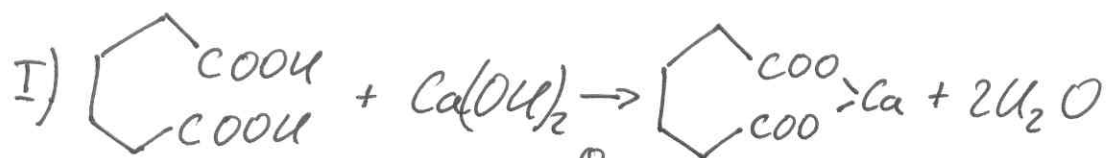


• Зная вещества можно составить реакцию из условия



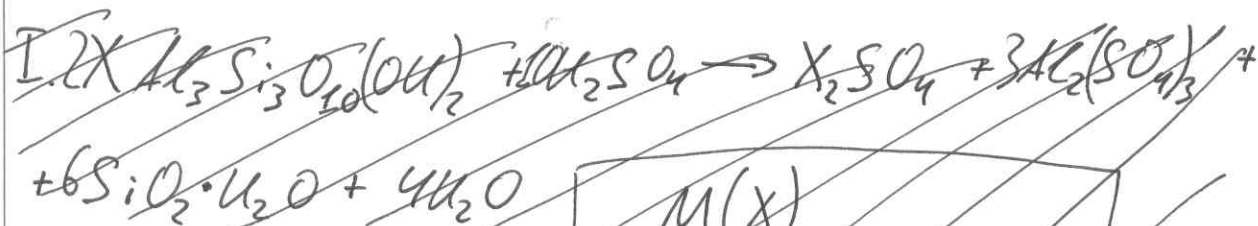
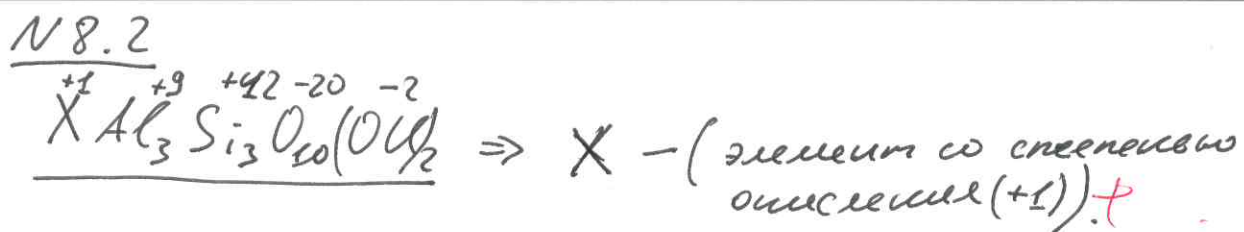


V. Из продукта окисления C можно получить продукт окисления D в 2 стадии:

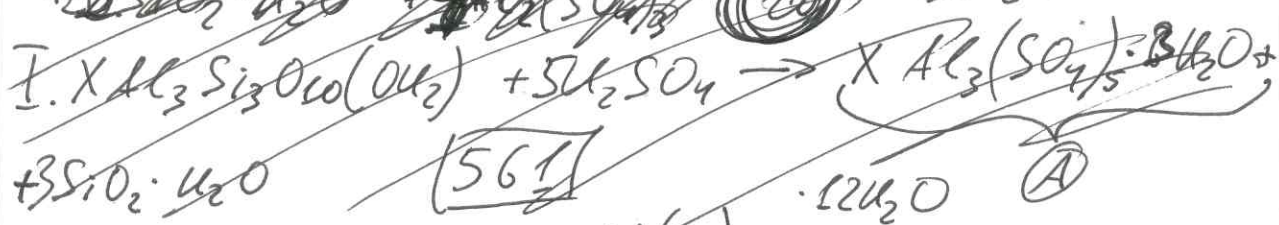


+

N 8.2



$$\frac{M(X)}{M(X_2 SO_4)} = 0,0822$$



$$\frac{M(X)}{M(X Al_3 (SO_4)_5)} = 0,0822$$

$$\frac{X}{X + 583} = 0,0822$$

$$\frac{X}{X + 444} = 0,0822$$

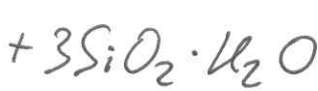
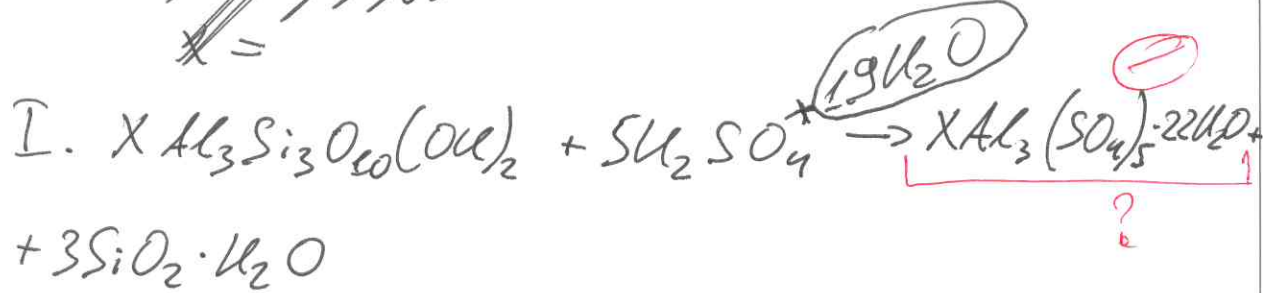
$$X - 0,0822 X = 48,3226$$

$$0,9178 X = 63,87$$

$$0,9178 X = 48,3226$$

$$22$$

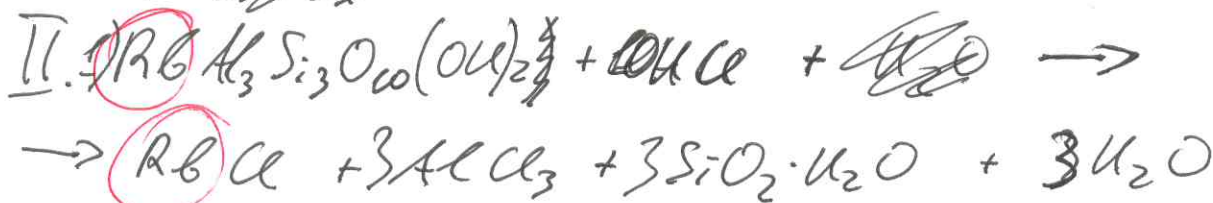
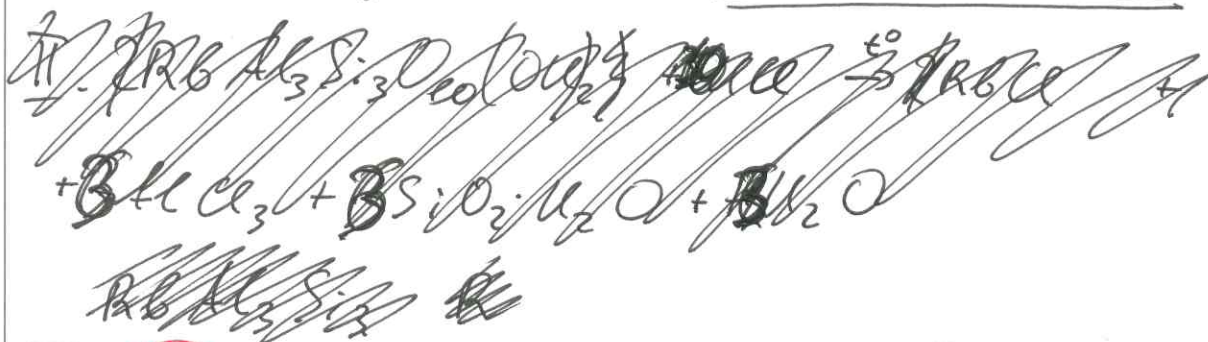
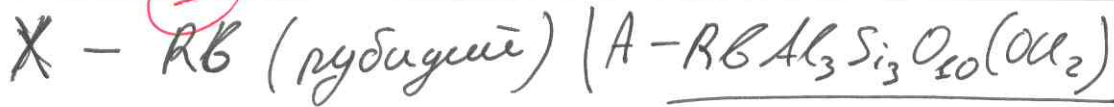
$$X =$$



$$\frac{M(X)}{M(X Al_3 (SO_4)_5)} = 0,0822 \quad \frac{X}{X + 957} = 0,0822$$

$$0,9178 X = 48,665$$

$$X = 852 / \text{моль} \Rightarrow$$



$$\frac{\omega(Rb)}{\omega(Mg)} = \frac{n(Rb)}{n(Mg)} = 1,625 \quad \begin{aligned} M(Rb) &= 85 \text{ г/моль} \\ M(Mg) &= 24 \text{ г/моль} \end{aligned}$$

- Пусть $y=1$, тогда: $n(Rb) = 24 \cdot 1,625 = 39$ (не подходит)
- Пусть $y=2$, тогда: $n(Rb) = 48 \cdot 1,625 = 78$ (нет)
- Пусть $y=3$, тогда: $n(Rb) = 117$ (не подходит)
- Пусть $y=4$, тогда: $n(Rb) = 156$ (не подходит)

