



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Спачкина Алексей Ирьига
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

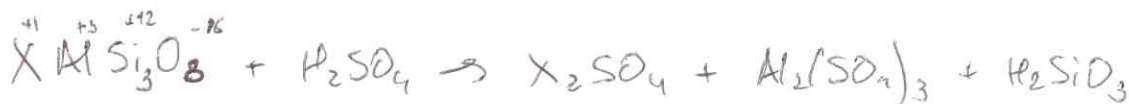
Дата

«2» марта 2025 года

Подпись участника

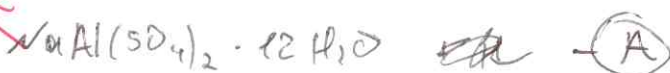
Анож

18.5



$$w = 0,0502 = \frac{x}{x + 27 + 96 \cdot 2 + 12 \cdot 18}$$

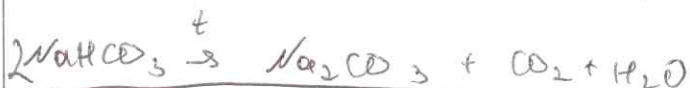
$$x = 23 \Rightarrow \text{No}$$



$$\omega_{Na} = \frac{3 \mu_{Na}}{\mu_{conu}}$$

$$\omega A1 = \frac{M_{A1}}{M_{\text{сорт}}}$$

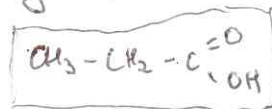
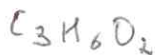
$$\frac{\omega_{Na}}{\omega_{An}} = \frac{3 \cdot 23}{27} = 2,555$$



$$N 1.5 \quad C_4H_2O_9$$

$$\begin{cases} 6x + 3y + z = 40 \\ 6x + 3y = 34 \end{cases}$$

$$z=6; \quad x=3; \quad y=2$$



прочно нова
и - тоа

$$3x + 4y = 17$$

$$4 \cdot 3 + 6 + 2 \cdot 2 = 22$$

$$x=1 \quad y=7$$

$x=2 \quad y=$

$$x=3 \quad y=2$$

Чистовик№ 1.5

Пусть x имеет формулу $C_xH_yO_z$.

Тогда суммарное кол-во электронов $40 = 6x + y + 8z$,

а суммарное кол-во нейтронов $34 = 6x + 8z$

$\begin{cases} 40 = 6x + y + 8z \\ 34 = 6x + 8z \end{cases}$ решим систему в целых числах.

$\begin{cases} 40 = 6x + y + 8z \\ 34 = 6x + 8z \end{cases} \Rightarrow y = 40 - 34 = 6$ $\begin{cases} x = 1 \\ y = 6 \\ z = 7 \end{cases}$ такого вещ-ва нет

$\begin{cases} x = 3 \\ y = 6 \\ z = 2 \end{cases} \Rightarrow C_3H_6O_2$ - это пропионовая кислота $CH_3-CH_2-C(=O)OH$

В образовании химических связей принимают участие 22 электрона

Ответ: пропионовая кислота, 22 электрона

№ 2.4

В склянке №1 находится бензол. Поскольку бензол - летучая жидкость, она активно испаряется с поверхности, а испарение сопровождается уменьшением температуры.

В склянке №2 находилось вазелиновое масло. В нем практически ничего не происходит $\Rightarrow$ температура не изменяется

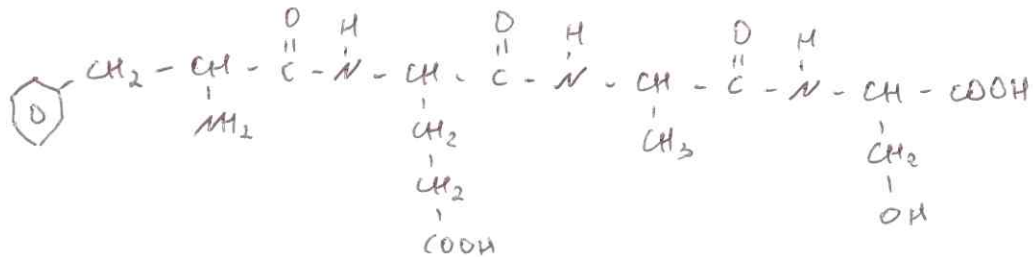
В склянке №3 находилась серная кислота. Поскольку концентрированная серная кислота - сильный водоотнимающий агент, она активно поглощает воду из воздуха. А растворение воды в серной кислоте происходит с увеличением температуры.

Ответ: 1 - бензол
2 - вазелиновое масло
3 - серная кислота

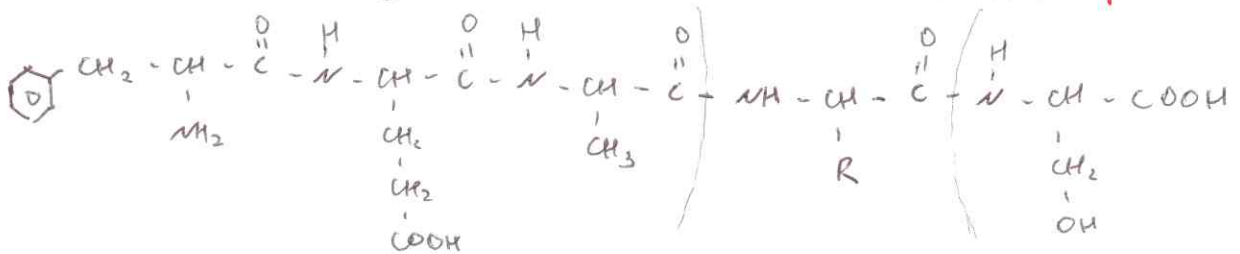
✓ 3.2

Чистовик

По последовательности тригидантонов можно определить последовательность аминокислот в пептиде. Также известно, что серин находится на конце.

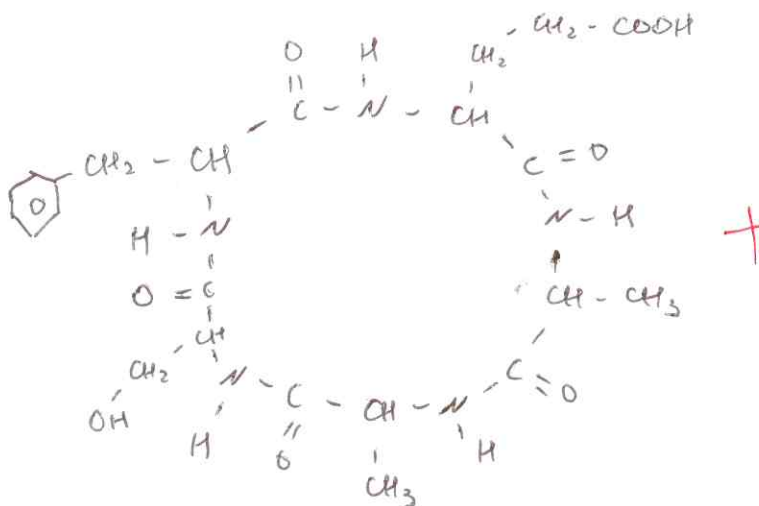


$M = 20 \cdot 12 + 23 + 14 \cdot 4 + 16 \cdot 8 = 452 \text{ г/моль}$. Это не совпадает с условием задачи $\Rightarrow$ между алаканом и серином находится какой-то аминокислота. +



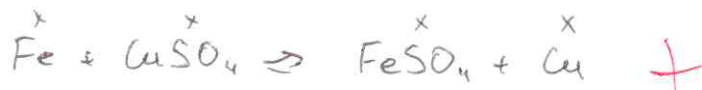
Рассчитаем R . $R = 523 - 452 - 12 \cdot 2 - 14 - 16 - 2 = 15^2/\text{моль}$
 $\Rightarrow$ в этом пептиде подряд два аланина. +

Пептид не будет реагировать с фенилизотиоцианатом если в нем не будет N-концевого остатка альфа-аминокислоты:



№ 4.5

Пусть x - кол-во прореаг. железа. Тогда



Масса CuSO_4 в новом растворе:

$$m_{\text{CuSO}_4} = 280 \cdot 0,2 - M_{\text{CuSO}_4} \cdot x = 56 - 160x$$

Масса нового раствора:

$$m_{\text{р-ра}} = 280 + x \cdot M_{\text{Fe}} - x \cdot M_{\text{Cu}} = 280 + 56x - 64x = 280 - 8x$$

$$\omega_2 = 0,069 = \frac{m_{\text{CuSO}_4}}{m_{\text{р-ра}}} = \frac{56 - 160x}{280 - 8x} \quad x = 0,23 \text{ моль} \quad +$$

$$m_{\text{гв}} = 20 - M_{\text{Fe}} \cdot x + M_{\text{Cu}} \cdot x = 20 - 56 \cdot 0,23 + 64 \cdot 0,23 = 21,84 \text{ г}$$

Ответ: 21,84 г +

№ 5.1.

После пропускания смеси газов через соляную кислоту, остался только инертный газ. Рассчитаем его моляр. массу

$$M = \frac{pRT}{p} = \frac{1,609 \cdot 8,31 \cdot 303}{101,3} = 40 \text{ г/моль} \quad \text{Это аргон.} \quad +$$

Рассчитаем среднюю моляр. массу смеси:

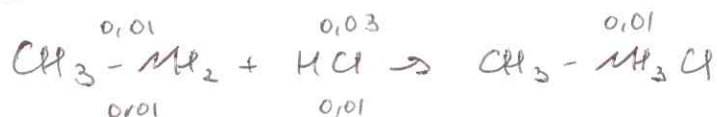
$$M_{\text{ср}} = \frac{pRT}{p} = \frac{1,536 \cdot 8,31 \cdot 303}{101,3} = 38,18 \text{ г/моль}$$

Обозначим молярную массу второго газа за x

$$M_{\text{ср}} = \frac{0,8 \cdot 40 + 0,2 \cdot x}{1} = 38,18 \Rightarrow x = 31 \text{ г/моль} \quad \text{Это может}$$

быть метиламин. $\text{CH}_3\text{-NH}_2 \quad +$

Частовик



$$\nu_{\text{HCl}} = c \cdot V = 0,25 \cdot 0,12 = 0,03 \text{ моль}$$

$$\nu_{\text{CH}_3-\text{NH}_2} = \frac{pV}{RT} \cdot 0,2 = \frac{101,3 \cdot 1,243 \cdot 0,2}{8,31 \cdot 303} = 0,01 \text{ моль}$$

$$\nu_{\text{CH}_3-\text{NH}_3\text{Cl}} = \nu_{\text{CH}_3-\text{NH}_2} = 0,01 \text{ моль}$$

$$c(\text{CH}_3-\text{NH}_3\text{Cl}) = \frac{\nu}{V} = \frac{0,01}{0,25} = 0,04 \text{ моль/л} +$$

$$\nu_{\text{HCl}} = 0,03 - 0,01 = 0,02 \text{ моль}$$

ост

$$c_{\text{HCl}} = \frac{\nu}{V} = \frac{0,02}{0,25} = 0,08 \text{ моль/л} +$$

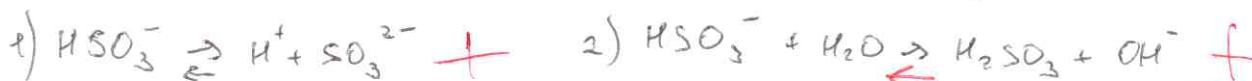
Ответ: Ar; CH_3-NH_2 ; $c(\text{CH}_3-\text{NH}_3\text{Cl}) = 0,04 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$; $c(\text{HCl}) = 0,08 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$

№ 6.4

$$\nu_{\text{NaHSO}_3} = \frac{m}{M} = \frac{3,12}{104} = 0,03 \text{ моль}; c = \frac{\nu}{V} = \frac{0,03}{1} = 0,03 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$



Могут происходить 2 процесса: гидролиз и диссоциация



$$K_{\text{дис}} = 6,2 \cdot 10^{-8}$$

$$K_{\text{г}} = \frac{K_w}{K_{\text{дис}}} = \frac{10^{-14}}{1,4 \cdot 10^{-2}} = 7,14 \cdot 10^{-13}$$

По константам видно, что преобладает диссоциация
 $\Rightarrow$ среда кислая. Рассчитаем pH

$$6,2 \cdot 10^{-8} = \frac{[\text{H}^+]^2}{0,03 - [\text{H}^+]} \Rightarrow [\text{H}^+] = 4,3 \cdot 10^{-5} \frac{\text{моль}}{\text{л}} \quad \text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = +$$

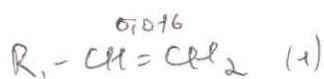
$$= -\lg[4,3 \cdot 10^{-5}] = 4,37$$

Ответ: среда кислая, pH = 4,37

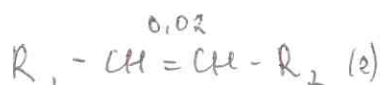
Чистовик

№ 7.3

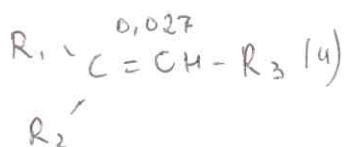
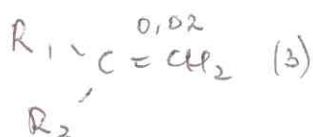
Алкены могут выглядеть следующим образом:



$$\nu_{\text{китон}} = c \cdot V = 0,16 \cdot 0,2 = 0,032 \text{ моль}$$

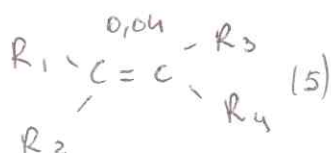


При окислении алкенов в цепую молярную массу можно получить (по коэффициентам) только в случаях 2, 3 и 5.

~~Всего случаев 4~~

$$\text{Для случая 5: } M = \frac{m}{\nu} = \frac{1,64}{0,04} = 41 \text{ г/моль}$$

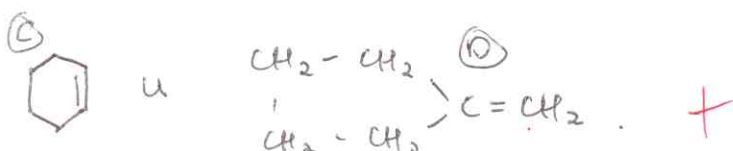
Такого алкена нет.



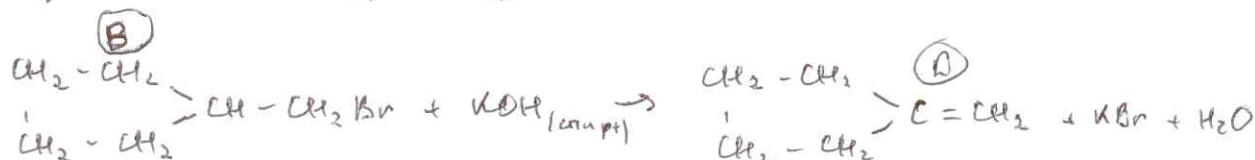
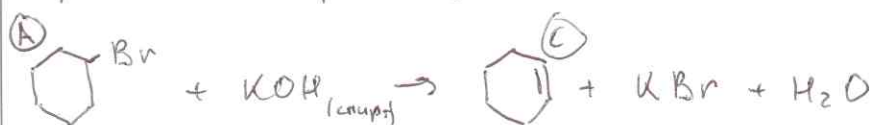
$$\text{Для случаев 2, 3: } M = \frac{1,64}{0,02} = 82 \text{ г/моль} \quad +$$

$$C_n H_{2n} \quad 12n + 2n = 82 \quad n = \frac{41}{7} \Rightarrow \text{это может быть циклоалкен}$$

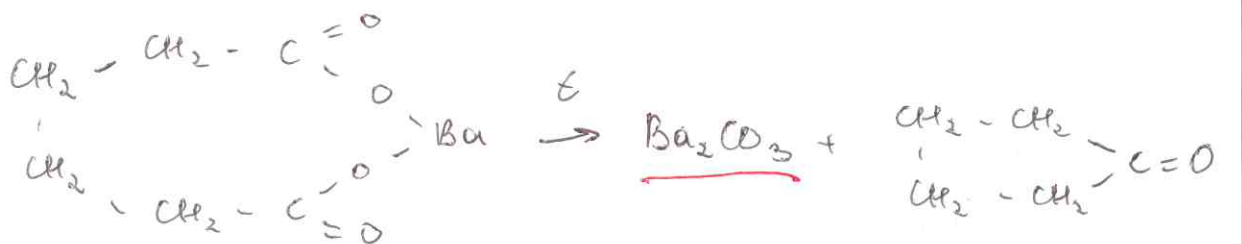
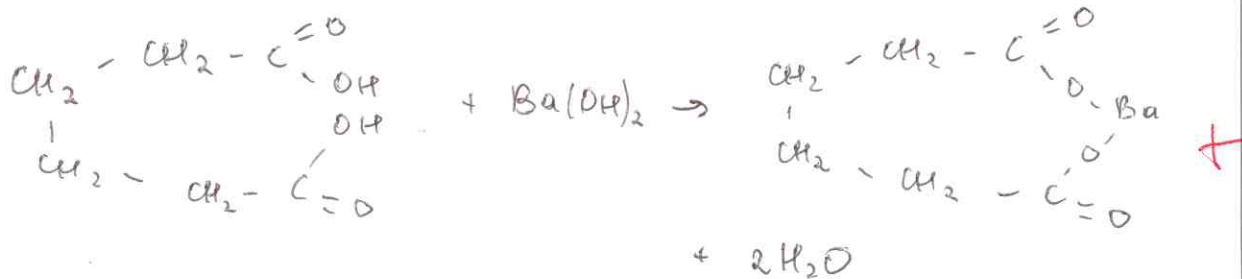
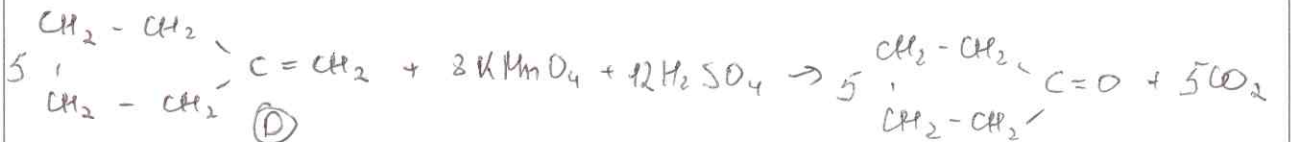
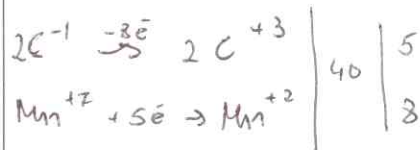
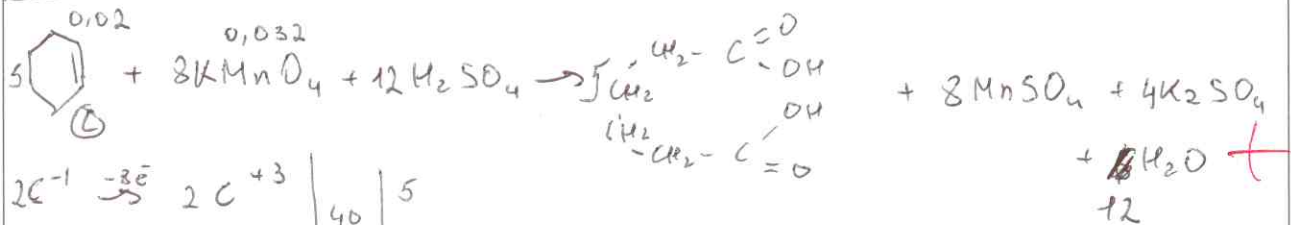
$$C_n H_{2n-2} \quad 12n + 2n - 2 = 82 \quad n = 6 \quad C_6 H_{10} \quad \text{Ответ:}$$



Уравнения реакций:

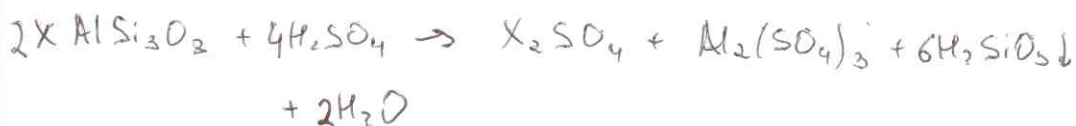


Чистовик

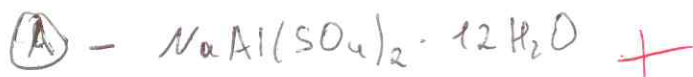


N 8.5

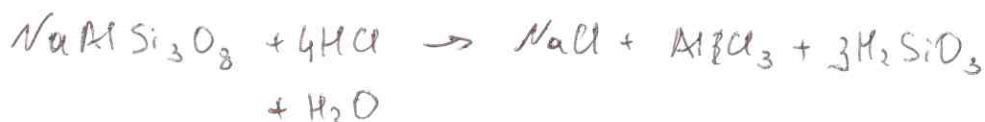
XAlSi_3O_8 - степень окисления $\text{X} = +1$, значит:



$$\omega(\text{X}) = \frac{M_{\text{X}}}{M_{\text{соль}}} = \frac{M_{\text{X}}}{M_{\text{X}} + 27 + 96 \cdot 2 + 12 \cdot 16} = 0,0502 \quad \begin{array}{l} \text{X} = 23 \text{ г/моль} \\ \Rightarrow \text{Na} \end{array}$$



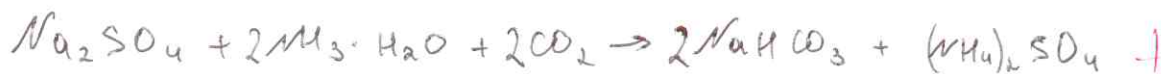
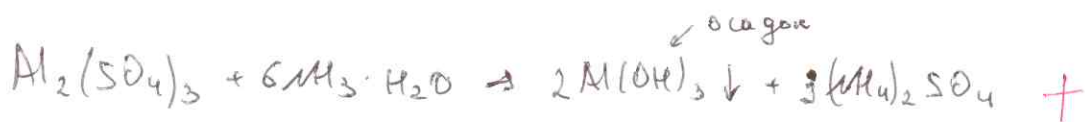
Чистовик



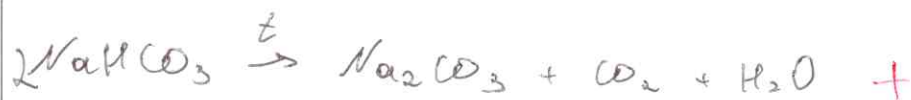
Докажем по ~~взв.~~ отношению.

$$\omega(\text{Na}) = \frac{3M_{\text{Na}}}{M_{\text{соли}}} ; \omega(\text{Al}) = \frac{M_{\text{Al}}}{M_{\text{соли}}} \Rightarrow \frac{\omega(\text{Na})}{\omega(\text{Al})} = \frac{3M_{\text{Na}}}{M_{\text{Al}}} =$$

$$= \frac{3 \cdot 23}{27} = 2,555. \text{ Это соответствует условию.}$$



Был получен гидрокарбонат натрия.



Образуется карбонат натрия.

Ответ: ⓧ - Na ; Ⓐ - $\text{NaAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$; Ⓑ - $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$;

NaHCO_3 ; Na_2CO_3

Черновик

№ 6.4

$$\rho(\text{NaHSO}_3) = \frac{m}{V} = \frac{3,12}{104} = 0,03 \text{ моль}$$

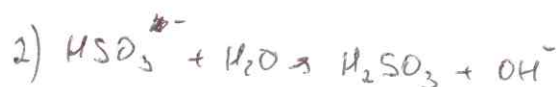
$$c = \frac{\nu}{V} = \frac{0,03}{1} = 0,03 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$



2 процесса:



$$K_{\text{гисс}} = \frac{[\text{H}^+]^2}{c - [\text{H}^+]} = 6,2 \cdot 10^{-8}$$



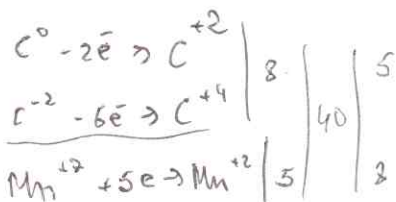
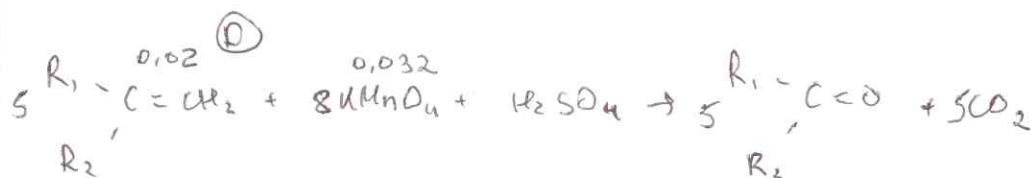
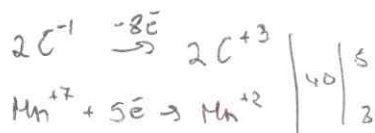
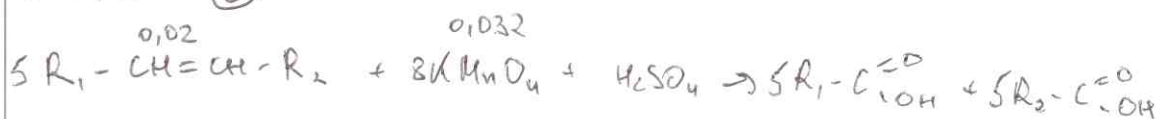
$$K_f = \frac{K_w}{K'_{\text{гисс}}} = \frac{10^{-14}}{1,4 \cdot 10^{-2}} = 7,14 \cdot 10^{-13}$$

Преобладают гисс. $\Rightarrow$ кислая среда

$$6,2 \cdot 10^{-8} = \frac{[\text{H}^+]^2}{0,03 - [\text{H}^+]} \quad \text{и} \quad [\text{H}^+] = 4,3 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg[4,3 \cdot 10^{-5}] = 4,37$$

№ 7.3 (С)



$$\nu = cV = 0,16 \cdot 0,2 = 0,032 \text{ моль}$$

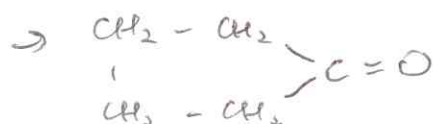
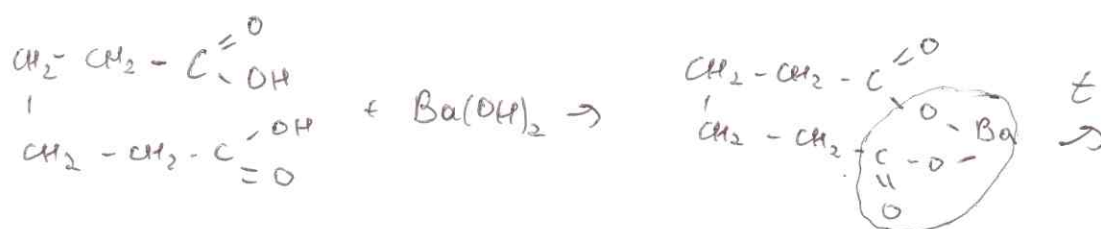
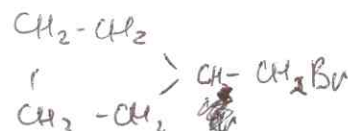
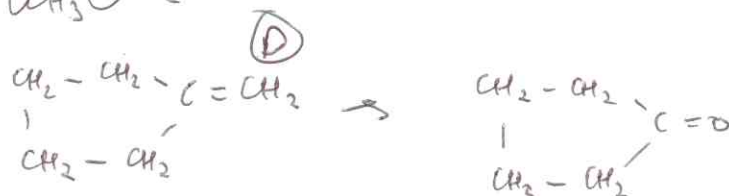
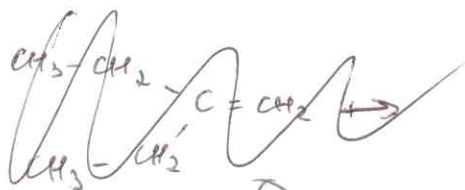
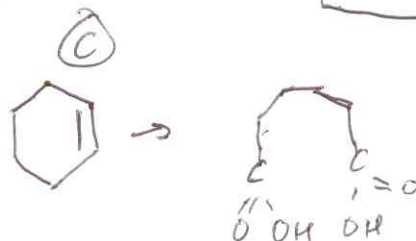
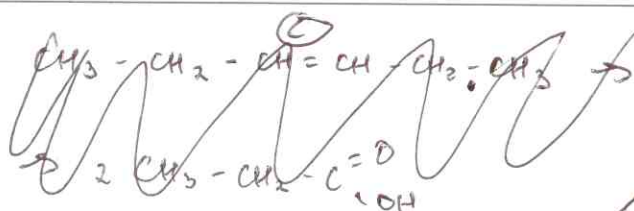
$$M = \frac{m}{\nu} = \frac{1,64}{0,02} = 82$$

$$\begin{array}{l} \text{C}_n\text{H}_{2n} \quad 12n + 2n = 82 \\ 14n = 82 \quad n < \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{C}_n\text{H}_{2n-2} \quad 12n + 2n - 2 = 82 \\ n < 6 \end{array}$$

60-17-53-38
(44.7)

Черновик



5.1

$pV = \nu RT$

$pV = \frac{m}{M} RT$

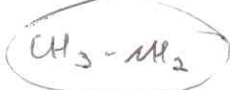
$p = \frac{m}{V} \cdot \frac{RT}{M}$

$p = \rho \cdot \frac{RT}{M}$

$M = \frac{\rho RT}{p} = \frac{1,603 \cdot 8,31 \cdot 303}{101,3} = 40 \rightarrow \text{Ar}$

$M_{\text{ар}} = \frac{\rho RT}{p} = \frac{1,536 \cdot 8,31 \cdot 303}{101,3} = 38,18$

$M_{\text{ар}} = 38,18 = \frac{0,8 \cdot 40 \cdot x \cdot 0,2}{1} \rightarrow x = 31$



$\nu = \frac{pV}{RT} \cdot 0,2 = \frac{101,3 \cdot 1,243 \cdot 0,2}{8,31 \cdot 303} = 0,01 \text{ моль}$

$\nu_{\text{HCl}} = \epsilon V = 0,25 \cdot 0,12 = 0,03 \text{ моль}$



$c = \frac{\nu}{V} = \frac{0,01}{0,25} = 0,04 \text{ моль/л}$ $c = \frac{\nu}{V} = \frac{0,02}{0,25} = 0,08 \text{ моль/л}$

$$\overset{x}{\text{Fe}} + \overset{x}{\text{CuSO}_4} \rightarrow \overset{x}{\text{FeSO}_4} + \overset{x}{\text{Cu}}$$

$$D_{\text{CuSO}_4} = \frac{m \cdot \omega}{M} = \frac{280 \cdot 0,2}{84 + 96} = 0,35 \text{ моль}$$

$$\omega_2 = 0,069 = \frac{280 \cdot 0,2 - 64x}{280 + 20 - 169x}$$

$$x = 0,08$$

$$x = 0,6$$

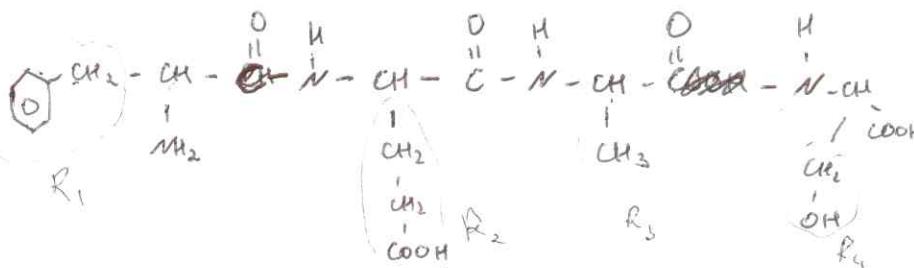
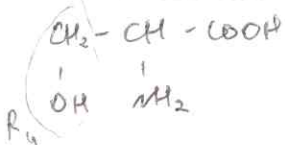
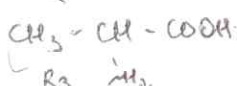
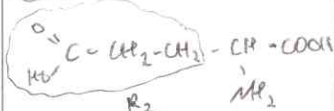
$$w_2 = 0,069 = \frac{56 - 64x}{280 + 56x - 64x}$$

$$m_{p-pet} = 280 + 56x - 64x \quad \psi_2 = 0.069 = \frac{56 - 160x}{280 + 56x - 64x}$$

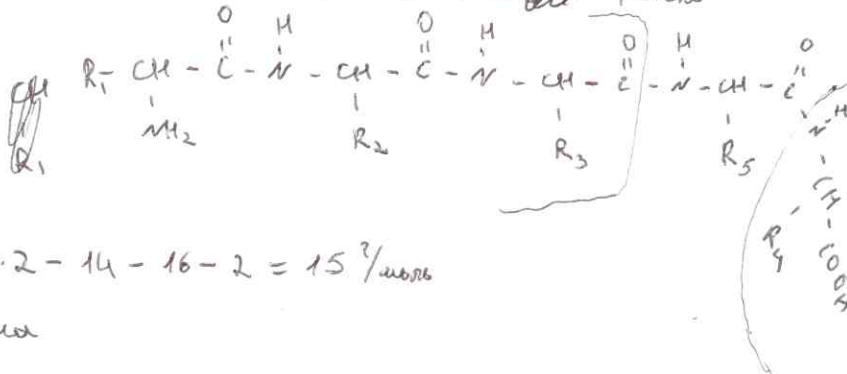
$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 56 - (x \cdot 160) \quad x = 0,23 \text{ моль}$$

$$m_{TB} = 20 - 56x + 64x = 20 + 8x = 20 + 8 \cdot 0,23 = 21,84 \text{ t}$$

R₁ - CH₂-CH(CH₃)-COOH



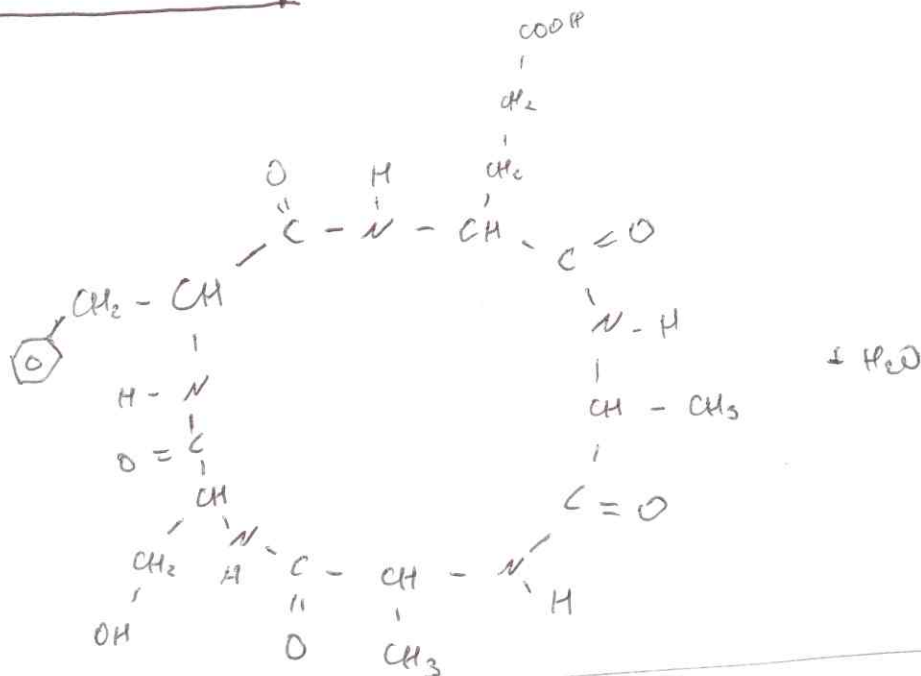
$$u = 20 \cdot 12 + 28 + 14 \cdot 4 + 16 \cdot 8 = 452 \text{ ?/erone}$$



$$u_{R5} = 523 - 452 - 12 \cdot 2 - 14 - 16 - 2 = 15 \text{ ?/more}$$

$\Rightarrow$ 488 2 gben dikanika

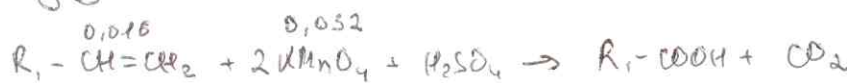
Черновик



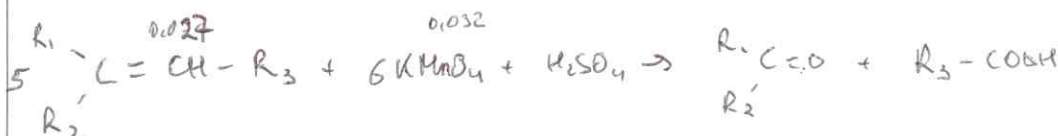
N 2.4

- 1 - бензол (т.к. испар.)
- 2 - ваз. масло (ничего не проис.)
- 3 - H_2SO_4 конц (т.к. вытает воду из воздуха)

к заданию 7.3



$$\begin{array}{l} C^I - 4e^- \rightarrow C^{+3} \\ C^{II} - 6e^- \rightarrow C^{+4} \\ \hline Mn^{+7} + 5e^- \rightarrow Mn^{+2} \end{array} \quad \left| \begin{array}{l} 10 \\ 5 \end{array} \right| \quad \begin{array}{l} 1 \\ 2 \end{array} \quad M = \frac{m}{d} = \frac{1,64}{0,016} = 102,5 \text{ г/моль}$$



$$\begin{array}{l} C^0 - 2e^- \rightarrow C^{+2} \\ C^I - 4e^- \rightarrow C^{+3} \\ \hline Mn^{+7} + 5e^- \rightarrow Mn^{+2} \end{array} \quad \left| \begin{array}{l} 6 \\ 30 \end{array} \right| \quad \left| \begin{array}{l} 5 \\ 6 \end{array} \right| \quad M = \frac{m}{d} = \frac{1,64}{0,027} = 60,75 \text{ г/моль}$$

