



Матр. 12^я - 13⁰⁰
Делегат

+1 мест М.Х.

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Андреасян Анны Артуровны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«02» МАРТА 2025 года

Подпись участника
Иванов

Задание 1.5

Пусть формула кислородсодержащего органического соединения $X \rightarrow C_x H_y O_z$ *Авдеев / Бедняков*

^{12}C имеет 6 электронов и 6 нейтронов

^{16}O имеет 8 электронов и 8 нейтронов в составе

1H имеет 1 электрон и 0 нейтронов

тогда $y = 40 - 34 = 6$

количество e^- ($C + O$) = $34e^-$

Пусть $z = 1$, тогда

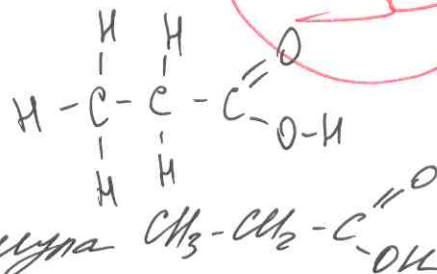
$E(C) = 34 - 8 = 26e^-$

$\frac{26}{6} = 4,3$ целое число $\varnothing$ *неудовлетворяет*

Пусть $z = 2$, тогда

$E(C) = 34 - 16 = 18e^-$

$\frac{18}{6} = 3$ (удовлетворяет)



$C_3H_6O_2$ + Возможная формула
возможно пропановая кислота
Число электронов, участвующих в образовании
химических связей равно $22e^-$ +

Задание 2.4

В склянке номер 1 находится бензол, так как бензол - летучее в-во и при его испарении температура падает. Затем температура повышается к комнатной, так как бензол весь улетел и шуп начал показывать температуру комнаты +

В склянке номер 2 находилось ванильное масло, т.к. температура практически не менялась в ванильное масло не летучее, а также +
в нем не растворяется вода с ванилином *дотрите баночку...*

В склянке 3 находилась концентрированная серная кислота, так как при растворении воды (паров воды воздуха) в серную кислоту происходит выделение тепла, температура поднимается при этом +

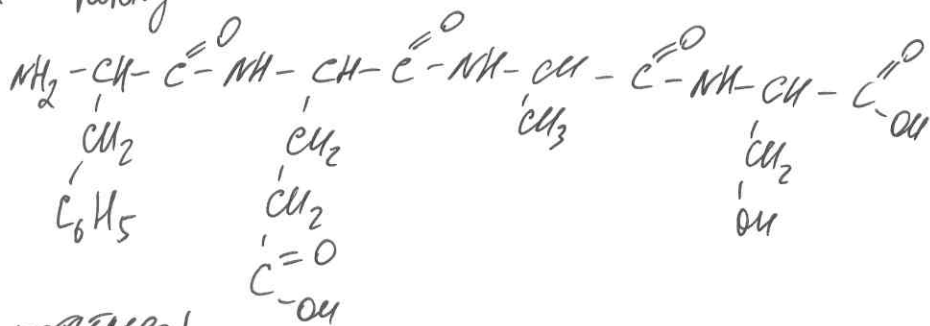
Задача 3.2.

$$M(\text{пептида А}) = 523 \text{ г/моль}$$

По условию крайний аминокислотный (с C-концевая аминокислота) в пептиде была аминокислота серин ($\text{NH}_2 - \text{CH} - \text{C}(=\text{O})\text{OH}$)

$$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ | \\ \text{OH} \end{array}$$

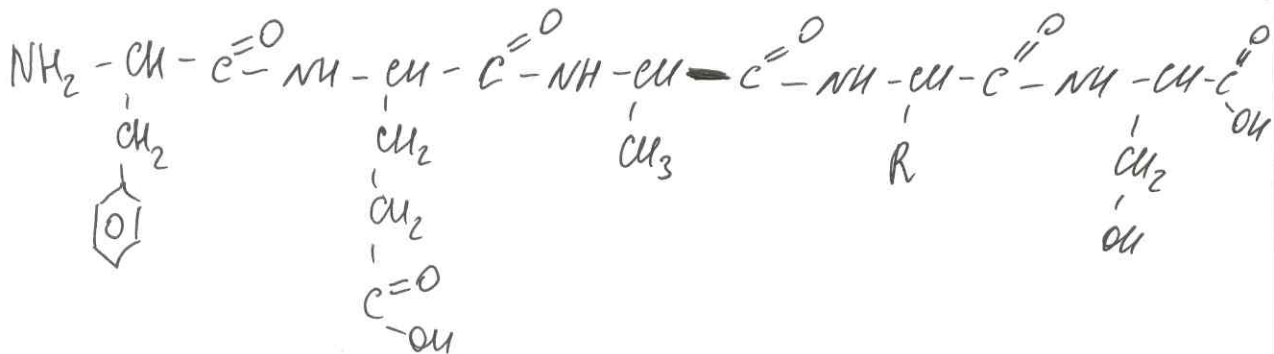
Пусть формула пептида:



$$M(\text{данного пептида}) = 452 \text{ г/моль}$$

А должна быть 523 г/моль

$452 \neq 523 \Rightarrow$ в пептиде еще есть хотя бы одна аминокислота

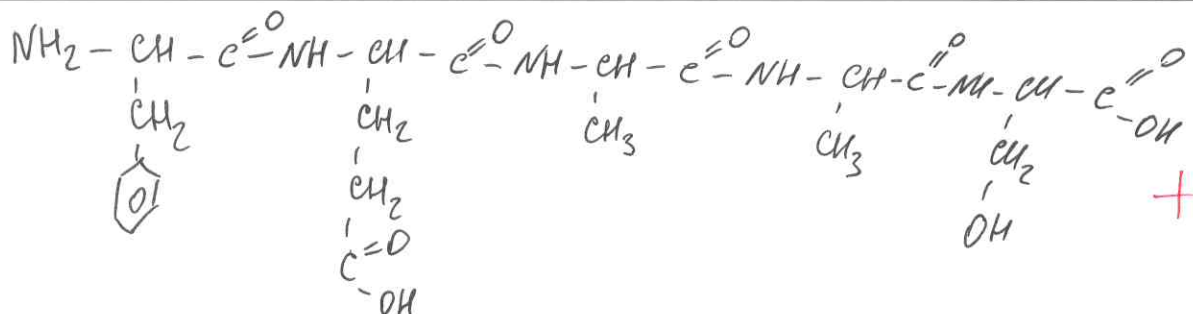


$$M(R) = 523 - (452 + 56) \text{ г/моль}$$

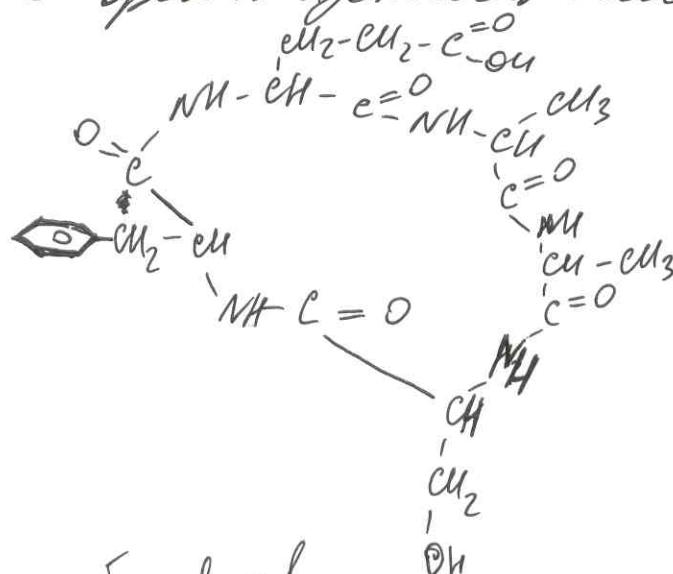
$$M(R) = 15 \text{ г/моль} \Rightarrow R \text{ это метила } (\text{CH}_3)$$

данная аминокислота аланин находится между серином и аланином +

69-48-07-87
(44.13)



структура пептида, имеющего такую же аминокислотный состав, но не реагирующего с оренин-цитоммалатом:



Т.е. преобразовать в цикл

Задача 4.5.

Дано:

$$m(\text{железного гвоздя (Fe)}) = 20 \text{ г}$$

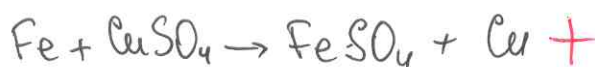
$$m_{\text{р-ра}}(\text{CuSO}_4) = 280 \text{ г}$$

$$\omega(\text{CuSO}_4)_I = 20\%$$

$$\omega(\text{CuSO}_4)_{II} = 6,9\% \text{ в полученном р-ре}$$

Какая $m(\text{гвоздь})$ — ?
после
вытеснения

Решение:



Пусть $\nu(\text{Fe}) = x$ моль, тогда $\nu(\text{Cu}) = \nu(\text{Fe}) = x$ моль
 $\nu(\text{CuSO}_4)_{\text{вытеснено в реакцию}} = x$ моль
 $\nu(\text{CuSO}_4)_{\text{остаточного в реакции}} = x$ моль

$$m(\text{Fe}) = 56x \text{ г}; m(\text{Cu}) = 64x \text{ г}; m(\text{CuSO}_4) = 160x \text{ г}$$

вытеснено в р-цию вытеснено в р-цию

$$m(\text{CuSO}_4)_{\text{было}} = 280 \cdot 0,2 = 56 \text{ г}$$

$$m(\text{CuSO}_4)_{\text{осталось}} = m(\text{CuSO}_4)_{\text{было}} - m(\text{CuSO}_4)_{\text{всплывшего в р-не}}$$

$$w(\text{CuSO}_4)_{\text{осталось}} = \frac{m(\text{CuSO}_4)_{\text{осталось}}}{m \text{ р-ра}}$$

$$w(\text{CuSO}_4) = 0,069$$

$$m \text{ р-ра} = m \text{ р-ра}(\text{CuSO}_4) + m(\text{Fe}) - m(\text{Cu})$$

$$m \text{ р-ра} = 280 + 56x - 64x$$

$$\frac{56 - 160x}{280 + 56x - 64x} = 0,069$$

$$0,069(280 - 8x) = 56 - 160x$$

$$19,32 - 0,552x = 56 - 160x$$

$$160x - 0,552x = 56 - 19,32$$

$$159,448x = 36,68$$

$$x = \frac{36,68}{159,448}$$

$$x = 0,23 \quad (\nu(\text{Fe}) = 0,23 \text{ моль}; \nu(\text{Cu}) = 0,23 \text{ моль}) +$$

$$m(\text{Fe}) = 56 \cdot 0,23 = 12,88 \text{ г}$$

$$m(\text{Cu}) = 14,72 \text{ г}$$

$$m(\text{швурца})_{\text{после р-ции}} = m(\text{швурца})_{\text{было}} - m(\text{Fe}) + m(\text{Cu})$$

$$m(\text{швурца})_{\text{после р-ции}} = 20 - 12,88 + 14,72 = 21,84 \text{ г} +$$

Ответ: m швурца после того, как его вынули сульфата равна $21,84 \text{ г}$

$$\rho(\text{спласси}) = 1,536 \text{ г/см}^3 \text{ (при 1 атм и } 30^\circ\text{C)}$$

при $30^{\circ} T [K] = 273 + 30 = 303 [K]$

$$V_{\text{cylinder}} = \frac{PV}{RT}$$

$$\frac{m(\text{mole})}{M(\text{mole})} = \frac{pV}{RT}$$

$$\frac{m}{V} = \rho = 1,536 \text{ g/cm}^3$$

$$M(\text{aneka}) = \frac{m \cdot R \cdot T}{P \cdot V}$$

$$M(\text{смеси}) = \frac{1,536 \cdot 8,314 \cdot 303}{101,325} = 38,188 \text{ г/моль} +$$

раз А вступил в р-цию с НС

$$\text{ray } b + \text{HCl} \nrightarrow$$

$$\rho(\text{газ в}) = 1,609 \text{ г/л (при } 1 \text{ атм и } 30^\circ\text{C)}$$

$$M(\delta) = \frac{1,609 \cdot 8,314 \cdot 303}{101,325} = 402 / \text{mole} \quad (\text{Ar}) +$$

101, 325
можно предположить, что это ~~архив (Н)~~
~~...~~
2016 г. по Д.

раз б это Аг

раз А - 20% (1/5) Пусть $\sqrt{\text{раз А}} = 1 \text{ моль}$

Ar - 80% ($\frac{4}{5}$) $\rightarrow$ $\chi(\text{Ar}) = 4 \text{ моль}$

$$M(\text{mixture}) = \frac{m(\text{gas A}) + m(\text{gas B})}{V(\text{gas}) + V(\text{gas})} = \frac{M(\text{gas A}) \cdot V(\text{gas A}) + M(\text{gas B}) \cdot V(\text{gas B})}{V(\text{gas A}) + V(\text{gas B})}$$

$$\frac{u(29A) \cdot 1 + 40 \cdot 4}{4 + 1} = 38,188$$

$$\mu(29A) = 191 - 160$$

$$M(29A) + 160 = 38,188.5$$

$$\mu(\gamma_A) = 31 \text{ г/моль}$$

газ А не углеводород (т.к. не поддается по формуле)

Можно предположить, что газ А это аммиак, а именно метиламми ($\text{CH}_3\text{-NH}_2$) +

газ Б - Ar (аргон)

газ А - метиламми ($\text{CH}_3\text{-NH}_2$)

Р-ии:



$$V_{\text{аммиак}} = 1,243 \text{ л} / 1 \text{ атм и } 30^\circ\text{C}$$

$$\nu(\text{аммиак}) = \frac{1,243 \cdot 10^3 \cdot 325}{8,314 \cdot 303} = 0,05 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{CH}_3\text{-NH}_2) = 0,01 \text{ моль} \left(\frac{0,05}{5} = 0,01 \right)$$

$$\nu(\text{HCl}) = \nu_{\text{пр}}(\text{HCl}) \cdot C_{\text{м}}(\text{HCl})$$

$$\nu(\text{HCl}) = 0,25 \cdot 0,12 = 0,03 \text{ моль}$$

HCl в избытке

$$\nu(\text{HCl})_{\text{ост.}} = 0,03 - 0,01 = 0,02 \text{ моль}$$

$$\text{В пр-е } [\text{CH}_3\text{-NH}_3]^+ \text{Cl}^- \quad (\nu([\text{CH}_3\text{-NH}_3]^+ \text{Cl}^-) = 0,01 \text{ моль})$$

$$\text{HCl}_{\text{ост.}} \quad (\nu(\text{HCl})_{\text{ост.}} = 0,02 \text{ моль})$$

$$C_{\text{м}}(\text{HCl})_{\text{ост.}} = \frac{0,02}{0,25} = 0,08 \frac{\text{моль}}{\text{л}} \quad +$$

$$C_{\text{м}}([\text{CH}_3\text{-NH}_3]^+ \text{Cl}^-) = \frac{0,01}{0,25} = 0,04 \frac{\text{моль}}{\text{л}} \quad +$$

Ответ: газ А это метиламми ($\text{CH}_3\text{-NH}_2$)

газ Б это аргон (Ar)

$$C_{\text{м}}(\text{HCl}) = 0,08 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

$$\text{в пр-е } C_{\text{м}}([\text{CH}_3\text{-NH}_3]^+ \text{Cl}^-) = 0,04 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

Произведение решений задачи 8.5

$$\frac{m(\text{Na})}{m(\text{Al})} = 2,555 \quad \text{лучь AL 1 atom}$$

$$\frac{m(\text{Na})}{27} = 2,555$$

$$m(\text{Na}) = 69$$

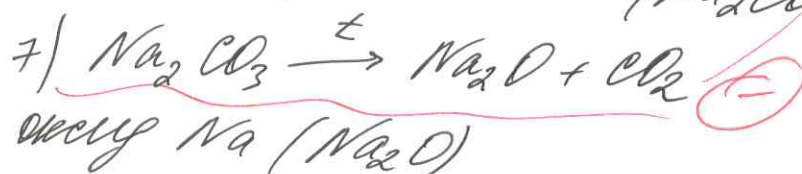
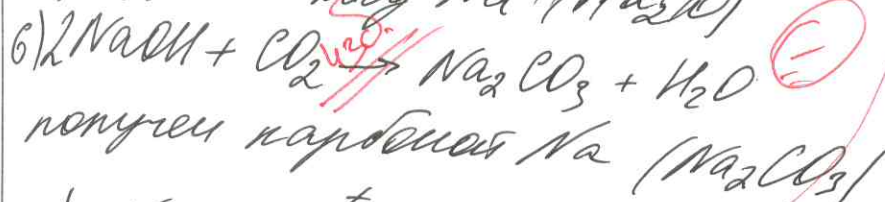
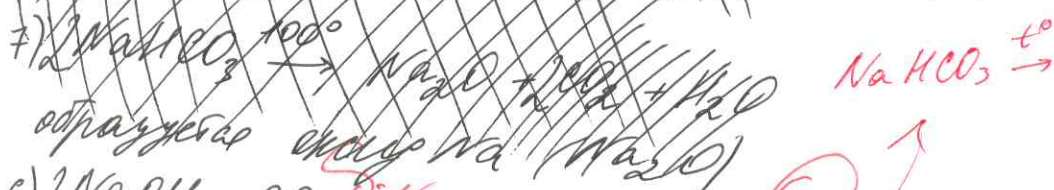
$$\frac{69}{23} = 3 \text{ (удовлетворено)}$$

соль В это Na_3AlF_6 +

элемент X это Na

соль А это $\text{NaAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

соль В это Na_3AlF_6



Задача 6.4



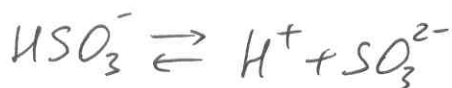
Есть 2 процесса, которые влияют на pH среды в растворе:

1) гидролиз



среда будет щелочная

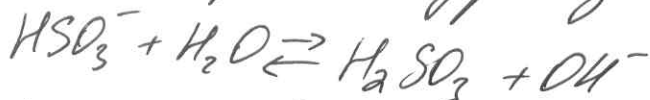
2) диссоциация



среда будет кислая

Для оценки среды полученного р-ра требуется сравнить $K_{\text{гидролиз}}$ и $K_{\text{диссоц}} (\text{HSO}_3^-)$

Рассмотрим гидролиз:



$$K_{\text{гидролиз}} = \frac{[\text{H}_2\text{SO}_3] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{HSO}_3^-]} \quad \left| \begin{array}{l} \text{хотим найти знаменатель} \\ \text{и числитель} \\ \text{на } [\text{H}^+] \end{array} \right.$$

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

$$[\text{OH}^-] \cdot [\text{H}^+] = 10^{-14}$$

$$K_{\text{дисс}} (\text{H}_2\text{SO}_3) = \frac{[\text{HSO}_3^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{H}_2\text{SO}_3]} = 1,4 \cdot 10^{-2}$$

значит:

$$K_r = \frac{10^{-14} \cdot 1}{1,4 \cdot 10^{-2}} = \frac{10^{-14}}{1,4 \cdot 10^{-2}} = 0,714 \cdot 10^{-12}$$

$$= 7,14 \cdot 10^{-13} +$$

Сравним K_r и $K_d (\text{HSO}_3^-)$

смотрите далее →

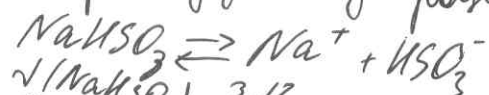
$$K_r = 7,14 \cdot 10^{-13}$$

$$K_g(\text{H}_2\text{SO}_3) = 6,2 \cdot 10^{-8}$$

$$K_r < K_g \quad (7,14 \cdot 10^{-13} < 6,2 \cdot 10^{-8})$$

Преобладающим процессом является диссоциация
Среда будет кислая ($\text{pH} < 7$) +

По предполагаемому процессу посчитаем pH р-ра



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

$$C_M(\text{NaHSO}_3) = \frac{0,03}{1} = 0,03 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

$$C_M(\text{HSO}_3^-) = 0,03 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$



0,03	0	0	было
------	---	---	------

x	x	x	изр/обр.
---	---	---	----------

0,03-x	x	x	стало
--------	---	---	-------

$$K_{\text{дисс}}(\text{HSO}_3^-) = \frac{C_{\text{H}^+} \cdot [SO_3^{2-}]}{[HSO_3^-]} = 6,2 \cdot 10^{-8}$$

$$\frac{x \cdot x}{0,03 - x} = 6,2 \cdot 10^{-8}$$

так как $K_{\text{дисс}}$ - очень маленькое число $\Rightarrow x \ll 0,03$

x значительно меньше 0,03, поэтому уравнение можно записать следующим образом:

$$\frac{x^2}{0,03} = 6,2 \cdot 10^{-8}$$

$$x^2 = 0,186 \cdot 10^{-8}$$

$$x = 0,43 \cdot 10^{-4}$$

$$C_M(\text{H}^+) = 0,43 \cdot 10^{-4} \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

$$\text{pH р-ра} = -\lg C_{\text{H}^+}$$

миллимоль

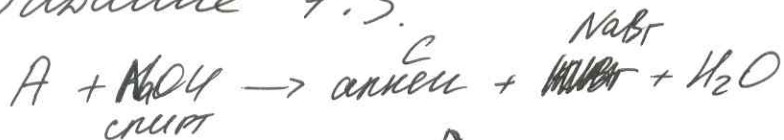
$$pH_{p-pa} = -\lg 0,43 \cdot 10^{-4}$$

$$pH_{p-pa} = -\lg 0,000043$$

$$pH_{p-pa} = 4,37 +$$

Ответ: среда кислая, $pH_{p-pa} = 4,37$

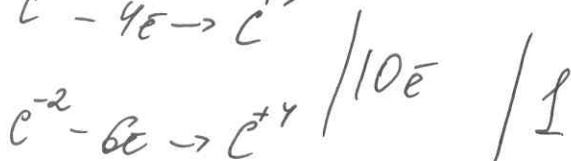
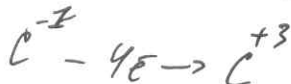
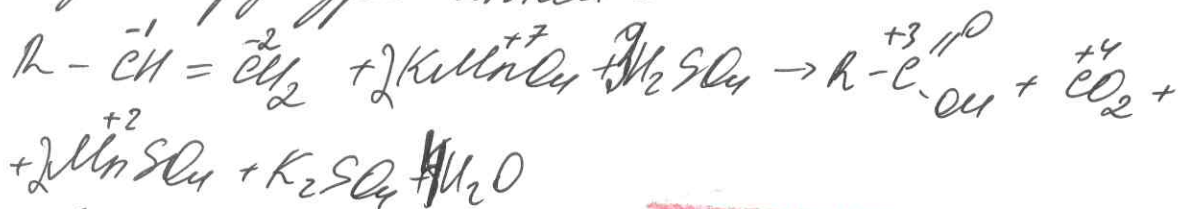
Задача 7.3.



$$m(\text{алкена C}) = m(\text{алкена D}) = 1,64 \text{ г}$$

$$\nu(KMnO_4) = 0,2 \cdot 0,16 = 0,032 \text{ моль} +$$

Пусть структура алкена

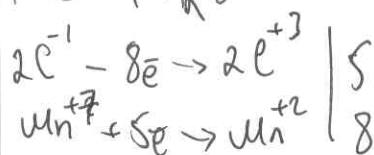
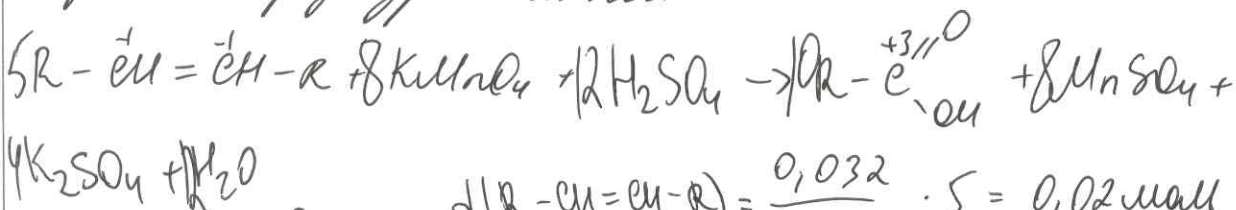


$$\nu(\text{алкена}) = \frac{\nu(KMnO_4)}{2} = \frac{0,032}{2} = 0,016 \text{ моль}$$

$$M(\text{алкена}) = \frac{1,64}{0,016} = 102,5 \text{ г/моль}$$

(исходя из условия задачи)

Пусть структура алкена



$$\nu(R-CH=CH-R) = \frac{0,032}{8} \cdot 5 = 0,02 \text{ моль}$$

$$M(\text{алкена}) = \frac{1,64}{0,02} = 82 \text{ г/моль (удовлетворяет)}$$

следующее условие

$$M(\text{аркена}) = 82 \text{ г/моль}$$



$$14n = 82$$

$n = 5,857...$ (не целое число в углеводородах)

Можно предположить, что это циклоаркен



$$14n - 2 = 82$$

$$14n = 84$$

$n = 6$ + формула аркена $C_6 H_{10}$



и метилциклопентан



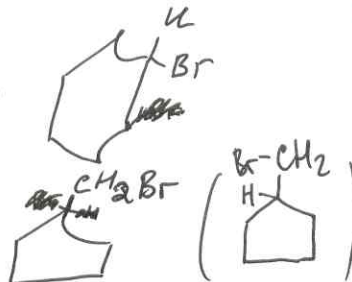
это аркен С



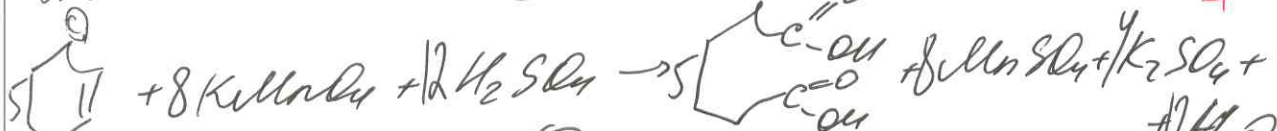
это аркен D

моле бромпроизводное А это

монобромпроизводное В это



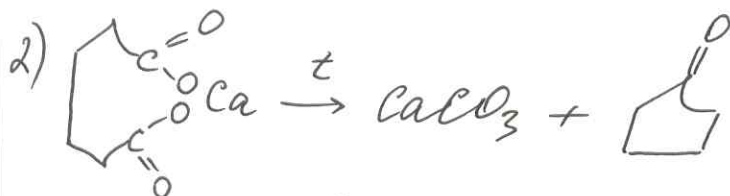
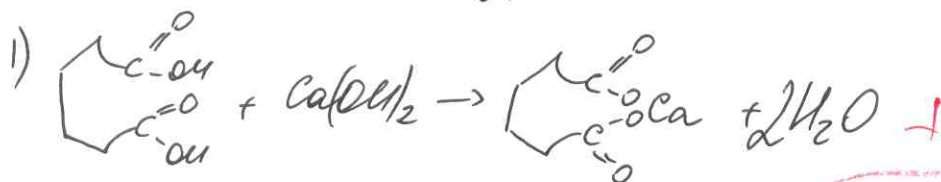
окисление аркена С



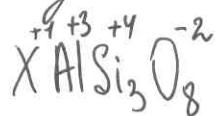
окисление аркена D



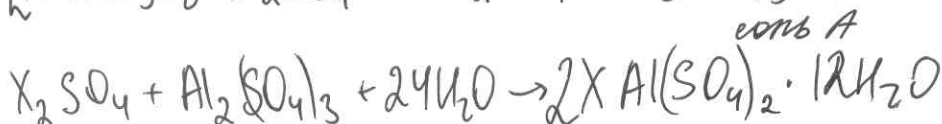
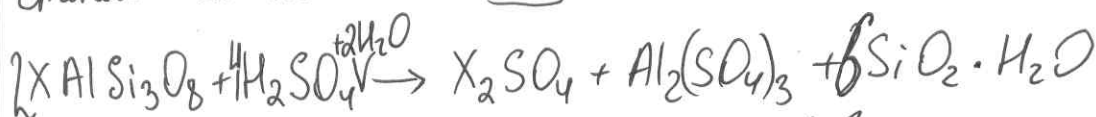
получение продукта окисления D (циклопентанон) и продукта окисления C (циклопентан-1,2,3-трион) в 2 стадии:



Задача 8.5



степень окисления X $\boxed{+1}$ +



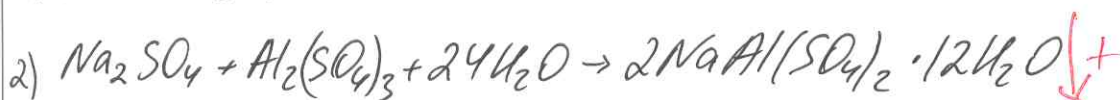
$$\frac{M(\text{X})}{M(\text{X}) + 435} = 0,0502 \quad M(\text{X}) = x$$

$$x = 0,0502(x + 435)$$

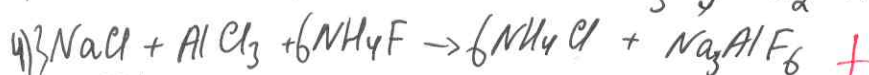
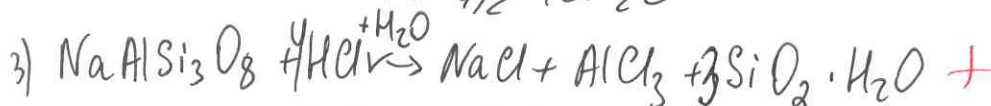
$$x - 0,0502x = 21,837$$

$$0,9498x = 21,837$$

$$x = 23 \Rightarrow \text{элемент X это Na} \quad +$$



соль А это $\text{NaAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$



$$\frac{m(\text{Na})}{m(\text{Al})} = 2,555$$

смотрите решение ранее в гон. листе

$$N=4$$

мерников

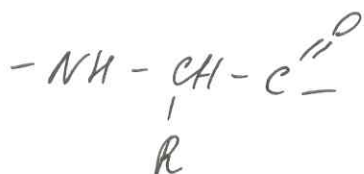
$$O=8$$

$$H=28 \Rightarrow M = 4 \cdot 14 + 8 \cdot 16 + 28 \cdot 1 + 20 \cdot 12 = 56 + 128 + 28 +$$

$$C=20 \quad + 240 =$$

$$= 452$$

452 $\neq$ 523 $\Rightarrow$ в пентуре еще есть 1 а/к



$$452 +$$

$$56 + R = 523$$

$$R = 523 - 508$$

$$R = 15 \Rightarrow R \text{ это } Cl_3-$$

