



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов"
наименование олимпиады

ПО Химии
профиль олимпиады

Чован Анастасия Витальевна
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«02» ~~18~~ марта 2025 года

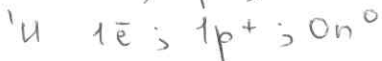
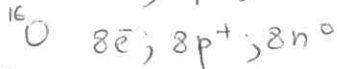
Подпись участника

Чован

30-37-48-01

(45.6)

№1 (Исходник)



1) $32 - 28 = 4$ ($\Rightarrow$ было 4 атома H)

2) $28n^0 = C + O$

Предположим, что был 1 ат O

$28 - 8 = 20$

$20 \div 6 \Rightarrow \emptyset$

Предположим, что было 2 атома O

$28 - 16 = 12$

$12 \div 6 = 2$ (атомы C)

3) Формула в-ва X: $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$

4) Возможное строение: $\text{CH}_3-\text{C}(=\text{O})-\text{OH}$ уксусная (этановая) кислота

5) П.к. к-та содержит 8 связей, то число $\bar{e}$, участвующих в образовании химических связей в молекуле $x = 8 \cdot 2 = 16 \bar{e}$

№2 Сложика №1 - хлороформ, т.к. это летучее соединение $\Rightarrow$ происходит испарение. При испарении t° падаетСложика №2 - концентрированная (85%) H_2SO_4 , т.к. это не летучее соединение, она ничего в себе не растворяетСложика №3 - алюмин, т.к. при добавлении NaOH к H_2SO_4 выделяется тепло $\Rightarrow t^\circ$ поднимается

$m(\text{AgNO}_3)_{\text{исх}} = 255 \cdot 0,2 = 51 \text{ г}$

Пусть $\nu(\text{Cu}) = x$ моль, $\nu(\text{AgNO}_3) = 2x$ моль, $\nu(\text{Ag}) = 2x$ моль

$m(\text{Cu}) = 64x \text{ г}$

$m(\text{AgNO}_3)_{\text{пр}} = 340x \text{ г}$

$m(\text{Ag}) = 216x \text{ г}$

$m(\text{AgNO}_3)_{\text{ост}} = (51 - 340x) \text{ г}$

$m \text{ конечного р-ра} = 255 + 64x - 216x = (255 - 152x) \text{ г}$

N4 (Продолжение, исчерпывающе)

$$\omega(\text{AgNO}_3) = \frac{m(\text{AgNO}_3)}{m_{\text{кон. р-ра}}} = \frac{51 - 340x}{255 - 152x} = 0,041 +$$

$$18,105 - 10,492x = 51 - 340x$$

$$32,895 = 329,208x$$

$$x = 0,1 +$$

$$\Rightarrow \omega(\text{H}) = 0,1 \text{ моль}; \omega(\text{AgNO}_3) = 0,2 \text{ моль}; \omega(\text{Ag}) = 0,2 \text{ моль} +$$

$$m(\text{H}) = 0,1 \cdot 64 = 6,4$$

$$m(\text{Ag}) = 0,2 \cdot 108 = 21,6 +$$

$$m_{\text{пробалки}} = 100 - 6,4 + 21,6 = 115,2 +$$

Ответ: 115,2г

N5 $\text{A} + \text{HCl} \rightarrow \text{р-ция}$ Б - инертный газ $\Rightarrow \text{B} + \text{HCl} \nrightarrow$

$$M(\text{A+B}) = \frac{1,656 \cdot 8,314 \cdot 298}{101,325} = 40,5 \text{ г/моль} +$$

$$M(\text{B}) = \frac{1,634 \cdot 8,314 \cdot 298}{101,325} = 40 \text{ г/моль}$$

$$\Rightarrow \text{газ Б - Ar (аргон)} +$$

~~Итого~~ П.к. У газов увеличился на 10%, то
газа А было 10%, а Ar = 100 - 10 = 90%.

Пусть М газа А было x г/моль

$$M(\text{A+Ar}) = \frac{1 \cdot x + 9 \cdot 40}{1+9} = 40,5$$

$$\frac{x + 360}{10} = 40,5 +$$

$$405 = 360 + x$$

$$x = 45 \text{ г/моль}$$

Признаем, что газ А - УВ

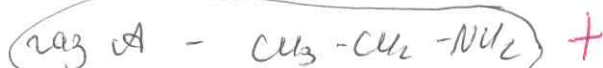


Газ А - не УВ

Предположим, что газ А - этиламин (Чисовик)



$$M = 12 \cdot 2 + 14 + 4 = 45 \text{ г/моль} +$$



$$\nu_{\text{амин газ}} = \frac{pV}{RT} = \frac{101,325 \cdot 2,445}{8,314 \cdot 298} = 0,1 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2) = 0,1 \cdot 0,1 = 0,01 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{HCl}) = 0,2 \cdot 0,15 = 0,03 \text{ моль}$$

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

$$c(\text{HCl}) = \frac{0,02}{0,2} = 0,1 \text{ моль/л}$$

$$\nu(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2) = \nu(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_3^+\text{Cl}^-) = 0,01 \text{ моль} +$$

$$c(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_3^+\text{Cl}^-) = \frac{0,01}{0,2} = 0,05 \text{ моль/л} +$$

Ответ: газ А - $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ +

газ Б - А +

$$c(\text{HCl}) = 0,1 \text{ моль/л} +$$

$$c(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_3^+\text{Cl}^-) = 0,05 \text{ моль/л} +$$

$$\text{№ 4 } \nu(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,4 \cdot 0,1 = 0,04 \text{ моль} +$$

$$\nu(\text{алкена}): \nu(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = \begin{matrix} 1:1 \text{ (этилен)} \Rightarrow \text{не подходит} \\ 3:2 \\ 3:4 \\ 3:5 \end{matrix}$$

$$\textcircled{1} 3:2 \Rightarrow \nu(\text{алкена}) = \frac{0,04 \cdot 3}{2} = 0,06 \text{ моль} +$$

$$M(\text{алкена}) = \frac{2,46}{0,06} = 41 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{такого алкена не существует}$$

$$M(\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2) = 42 \text{ г/моль}$$

$$\textcircled{2} 3:4 \Rightarrow \nu(\text{алкена}) = \frac{0,04 \cdot 3}{4} = 0,03 \text{ моль}$$

$$M(\text{алкена}) = \frac{2,46}{0,03} = 82 \text{ г/моль} - \text{подходит} +$$

$$\textcircled{3} 3:5 \Rightarrow \nu(\text{алкена}) = \frac{0,04 \cdot 3}{5} = 0,024 \text{ моль}$$

$$M(\text{алкена}) = \frac{2,46}{0,024} = 102,5 - \text{не подходит}$$

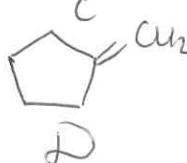
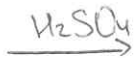
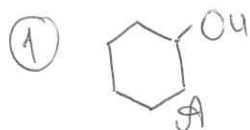
N 4 (Продолжение, исковое)

$\Rightarrow$ Молекула = 82 г/моль

$$12n + 2n = 82$$

$$14n = 82$$

$$n = 6$$

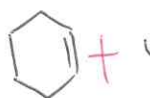


+

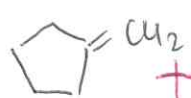


+

- изомеры

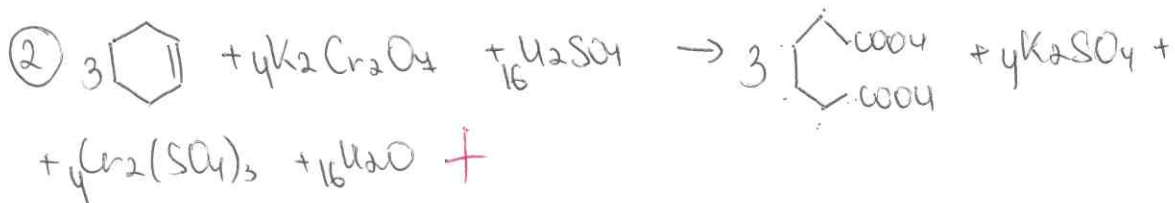


+

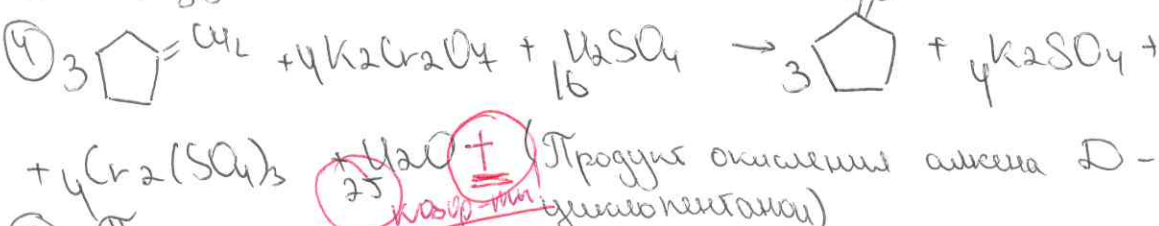


+

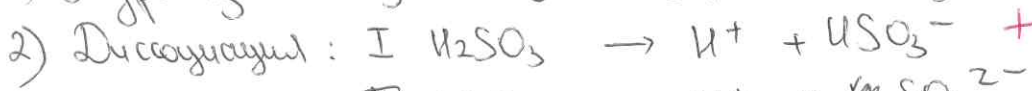
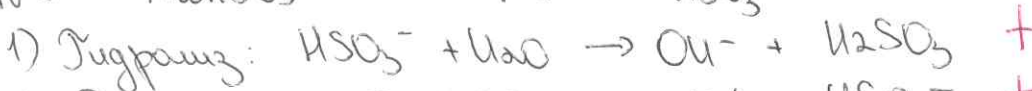
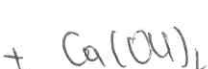
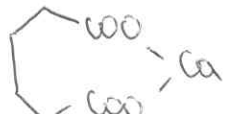
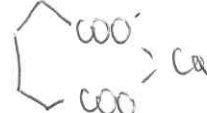
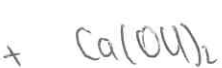
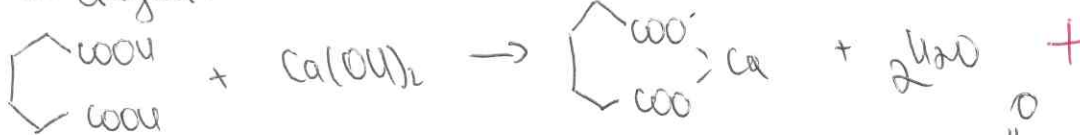
- изомеры



③ Продукт окисления алкина C - адимитовая к-та



⑤ Получение циклопентанона из адимитовой к-ты в 2 стадии:



чтобы понять, какой процесс протекает, сравним Кг и Кг II

№6 (Продолжение, шифровик)

$$K_r = \frac{[OH^-][H_2SO_3]}{[HSO_3^-]} \quad ([H^+] = \frac{[H^+][CO_3^{2-}][H_2SO_3]}{[H^+][HSO_3^-]} = \frac{10^{-14}}{K_{\text{дисс I}}})$$

$$= \frac{10^{-14}}{1,4 \cdot 10^{-2}} = 7,14 \cdot 10^{-13} +$$

$$6,2 \cdot 10^{-8} > 7,14 \cdot 10^{-13} \Rightarrow K_{\text{дисс II}} > K_r$$

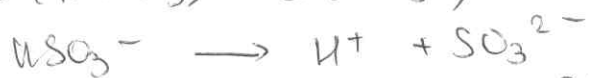
П.к. $K_{\text{дисс II}} > K_r$, то протекает диссоциация $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ среда кислая $\Rightarrow pH < 4 +$

$$J(NaHSO_3) = \frac{2,08}{100} = 0,02 \text{ моль}$$

$$C(NaHSO_3) = \frac{100}{0,02} = 0,025 \text{ моль/л} +$$

$$C(NaHSO_3) = C(HSO_3^-)$$



	HSO_3^-	H^+	SO_3^{2-}
Было	0,025	0	0
Прог	x	x	x
Ост	0,025-x	x	x

$$\text{Ур-е диссоциации: } \frac{x^2}{0,025-x} = 6,2 \cdot 10^{-8} +$$

П.к. $K_{\text{дисс II}}$ очень мала, то x будет значительно меньше, чем 0,025, тогда ур-е диссоциации:

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

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

$$x = 3,94 \cdot 10^{-5} +$$

$$x = [H^+]$$

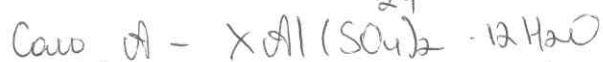
$$pH = -\lg(3,94 \cdot 10^{-5}) = -\lg(0,0000394) = 4,4 +$$

Ответ: среда кислая, $pH = 4,4 +$

N 8 (числовик)



$\oplus$ ~~коэф-ты~~



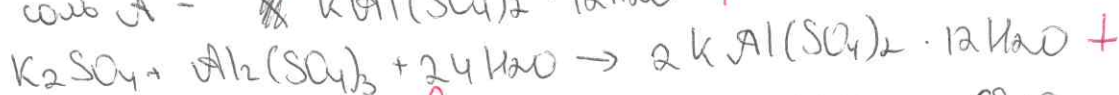
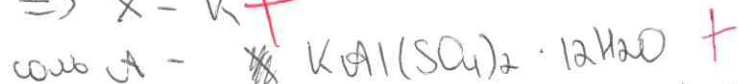
$$\frac{M(X)}{M(A)} = 0,0822 \quad \frac{M(X)}{X + 435} = 0,0822$$

$$0,0822x + 35,454 = x$$

$$35,454 = 0,9178x$$

$$x = 392 \text{ /мол}$$

$$\Rightarrow X - K^+$$



$\oplus$ ~~коэф-ты~~



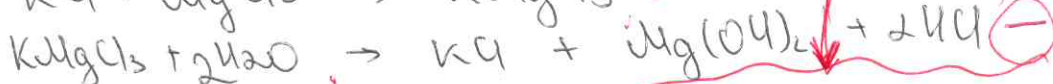
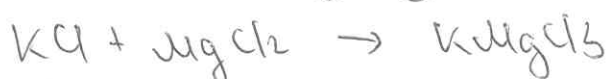
$$\frac{m(K)}{m(Mg)} = 1,625 \quad M(K) = 39 \quad M(Mg) = 24$$

Пусть Mg был 1 моль, тогда $m(K) = 1,625 \cdot 24 = 39$

$$n(K) = \frac{39}{39} = 1 \text{ моль} \Rightarrow 1 \text{ моль}$$



$\oplus$ ~~сое. удовлетв!~~



$\ominus$ ~~сое. уст!~~



в-во, водородное X - простое в-во, металл K



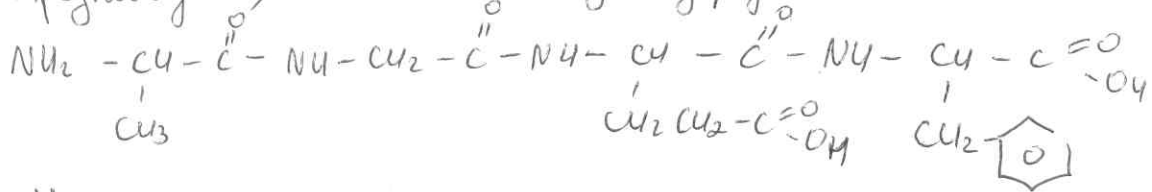
при контакте с кислородом образуется надпероксид, наблюдается вспышка, возмущение



при нагревании с P образуется фосфид K_3P $\oplus$ ~~камин~~

№3 (Имярек)

Предположим, что пептид содержит 4 аминокислоты:



$M_{\text{перигда}} = 14 \cdot 4 + 16 \cdot 7 + 12 \cdot 19 + 26 = 422$ - не соответствует
 $M_{\text{перигда}}$ Итого ↓ + 1

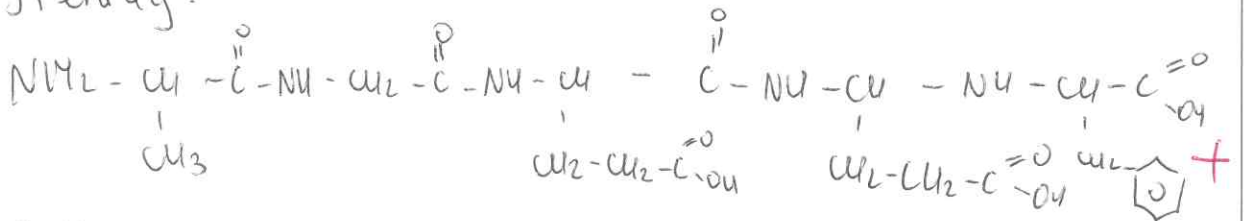
$\mu(R_4) = 551 - 422 - 14 - 24 - 16 - 2 = 43$ з/мало

Визначення

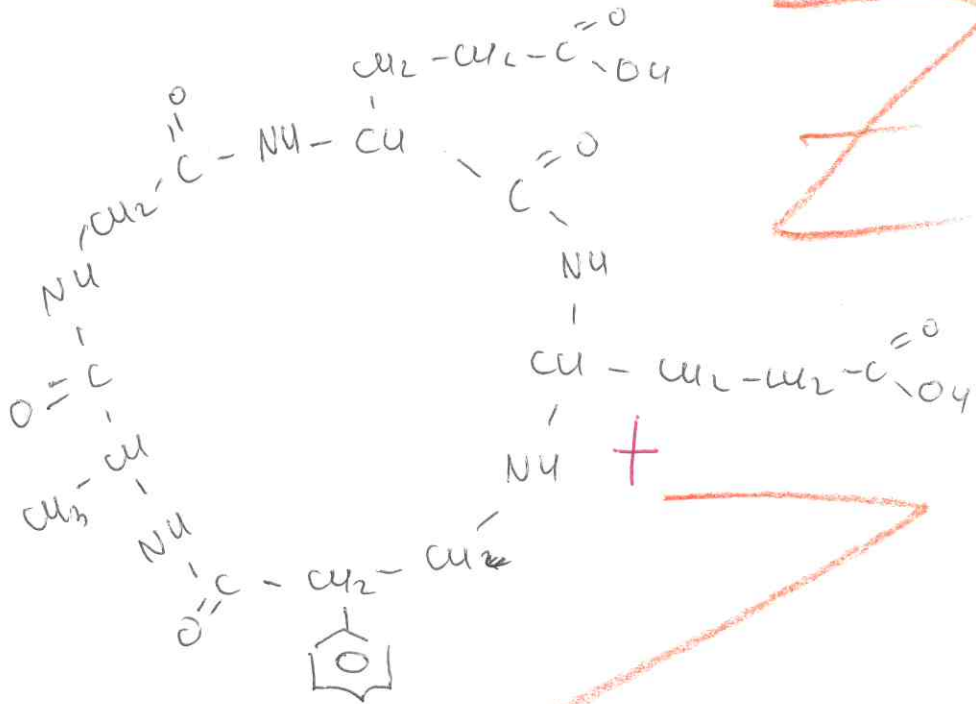
Cost 22



Meng:



структура, не реагирующая с фенилизотроуанатом.



(Черновик) $X \text{ Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ - соль А

$$\frac{m(X)}{M(A)} = 0,822 \quad \frac{X}{X + 435} = 0,822$$

$$0,822X + 354,54 = X$$

$$354,54 = 0,178X$$

$$0,822 + 35,454 = X$$

$$35,454 = 0,9148X$$

$$X = 39 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{K}$$

~~X~~ $\text{Al}(\text{SO}_4)_2$ соль А - $\text{K Al}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$

$\text{K Al}_3 \text{Si}_3 \text{O}_{10}(\text{OH})_2 + \text{MgCl}_2 \rightarrow \text{соль В}$

$$\frac{m(K)}{m(Mg)} = 1,625 \quad M(K) = 39$$

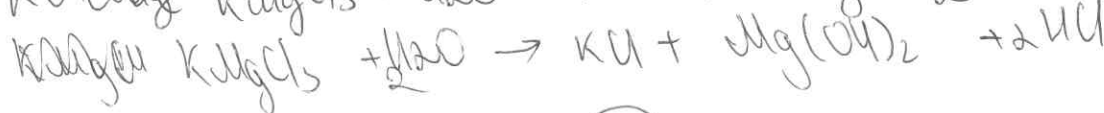
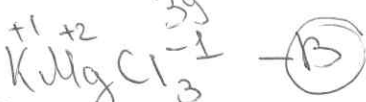
$$M(Mg) = 24$$

Пусть Mg было 1 моль

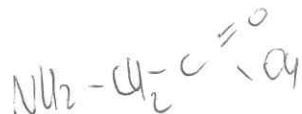
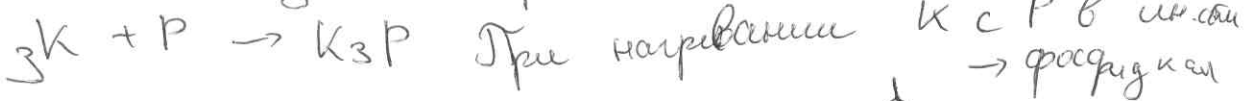
$$\frac{m(K)}{M(K)} = 1,625$$

$$\frac{24}{m(K)} = 39$$

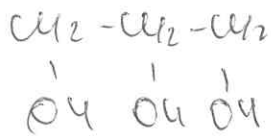
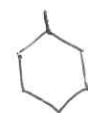
$$J(K) = \frac{39}{39} = 1 \text{ моль} \Rightarrow 1 \text{ моль}$$



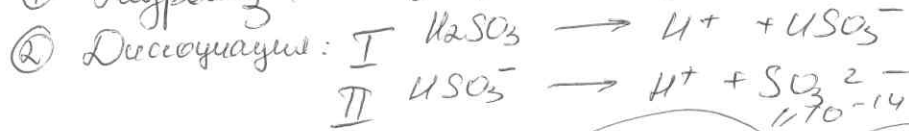
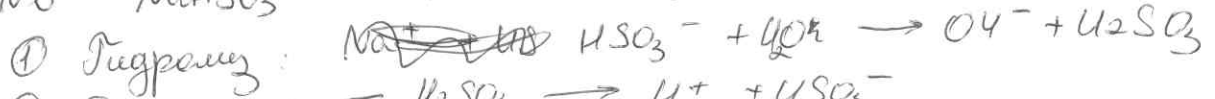
было получено простое в-во - K



43



(Черновик)



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

$$= \frac{10^{-14}}{4,14 \cdot 10^{-13} \cdot 10^{-4} \cdot \frac{1}{K_{II}}} =$$

бч $6,2 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-2} = 6,2 \cdot 10^{-4}$
K_{II} $\rightarrow$ K_I $\Rightarrow$ среда щелочная pH $\approx$ 7,4
среда кислая pH $\leq$ 7



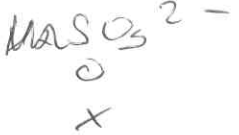
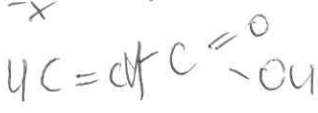
$\gamma(\text{NaHSO}_3) = \frac{2,02}{104} = 0,02$ моль

$c(\text{NaHSO}_3) = \frac{0,02}{0,2} = 0,1$ моль/л

$[\text{NaHSO}_3] = [\text{HSO}_3^-]$

	HSO_3^-	H^+
Исх	0,1	0
Прог	x	x
Ср	0,1-x	x

$$\frac{x^2}{0,1-x} = 6,2 \cdot 10^{-8}$$

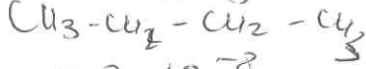


$C_n H_{2n+3} = 43$

$14n + 3 = 43$

$14n = 40$

$n = 2,85$



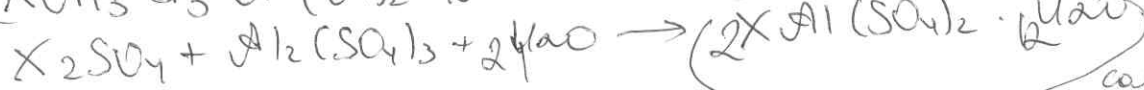
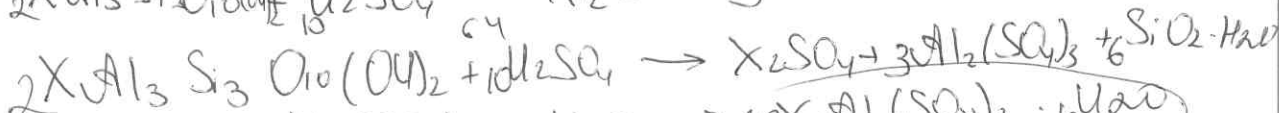
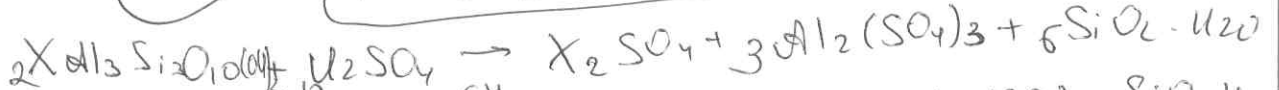
$$\frac{x^2}{0,1-x} = 6,2 \cdot 10^{-8}$$

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

$x = 3,94 \cdot 10^{-5}$

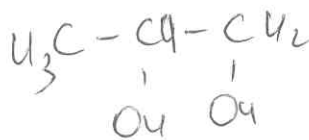
$x = [\text{H}^+] = 3,94 \cdot 10^{-5}$

$\text{pH} = -\lg(3,94 \cdot 10^{-5}) = -\lg(0,0000394) = 4,4$



(Черновик)

$$C(HCl) = \frac{0,02}{0,2} = 0,1 \text{ моль/л}$$



$$\nu(\text{этиланилин}) = \nu(\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{NH}_3^+ \text{Cl}^-)$$

$$C(\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{NH}_3^+ \text{Cl}^-) = \frac{0,01}{0,2} = 0,05 \text{ моль/л}$$

Ответ: газ А - $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{NH}_2$

газ Б - А

$$C(HCl) = 0,1 \text{ моль/л}$$

$$C(\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{NH}_3^+ \text{Cl}^-) = 0,05 \text{ моль/л}$$



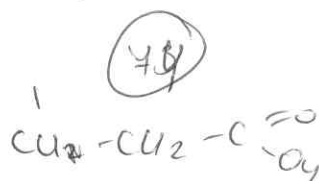
$$N^4 \quad \nu(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,4 \cdot 0,1 = 0,04 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{алкенов}) : \nu(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 1:1 \text{ (этилен)}$$

$$\textcircled{1} \text{ в } 1:2 \Rightarrow \nu(\text{алкена}) = \frac{0,04 \cdot 1}{2} = 0,02 \text{ моль}$$

$$M_{\text{алкена}} = \frac{2,46}{0,02} = 123,2 \text{ г/моль}$$

$$\textcircled{2} \text{ в } 3:2 \Rightarrow \nu(\text{алкена}) = \frac{0,04 \cdot 3}{2} = 0,06 \text{ моль}$$



$$M_{\text{алкена}} = \frac{2,46}{0,06} = 41 \text{ г/моль} - \text{не бывает такого алкена}$$

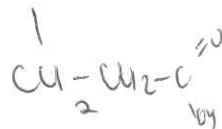
$$\textcircled{3} \text{ в } 3:5 \Rightarrow \nu(\text{алкена}) = \frac{0,04 \cdot 3}{5} = 0,024 \text{ моль}$$

$$M = \frac{2,46}{0,024} = 102,5 \text{ г/моль}$$

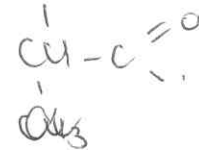


$$\textcircled{4} \text{ в } 5:4 \Rightarrow \nu(\text{алкена}) = \frac{0,04 \cdot 5}{4} = 0,05 \text{ моль}$$

$$M = \frac{2,46}{0,05} = 49,2 \text{ г/моль}$$



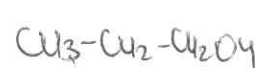
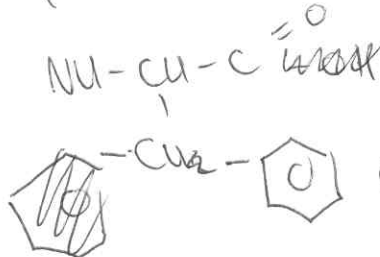
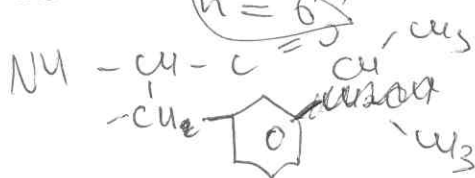
154



C_nH_{2n}

$$14n = 82$$

$$n = 6$$



N5 (Черновик)



B - инертный газ

$$M(A+B) = \frac{1,656 \cdot 8,314 \cdot 298}{101,325} = 40,52 \text{ моль}$$

$$M(B) = \frac{1,634 \cdot 8,314 \cdot 298}{101,325} = 40 \text{ г/моль} \Rightarrow$$

⇒ инертный газ B - Ar

П.к. Углов уменьшился на 10%, то газа А было 10%, тогда B было 90%.

Пусть А - х г/моль

$$M(A+Ar) = \frac{1 \cdot x + 9 \cdot 40}{10} = 40,5$$

$$\frac{x + 360}{10} = 40,5$$

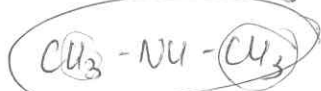
$$405 = 360 + x$$

$$x = 45 \text{ г/моль}$$



$45 - 36 = 9$

не подходит ⇒ не (УВ)

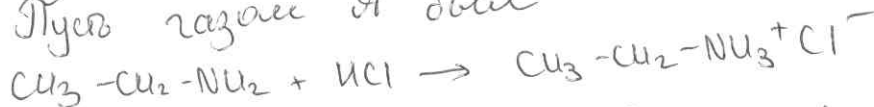


$$12 \cdot 2 + 14 + 4 = 45 \text{ г/моль}$$



газ А - диметиламин или этиламин

Пусть газом А был этиламин



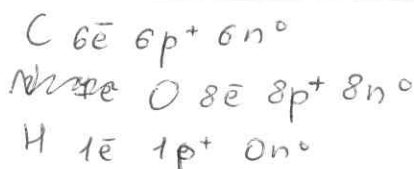
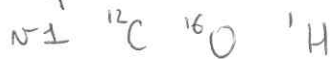
$$V_{\text{газ. см}} = \frac{pV}{RT} = \frac{2,445 \cdot 101,325}{8,314 \cdot 298} = 0,1 \text{ моль}$$

$$V(\text{этиламина}) = 0,1 \cdot 0,1 = 0,01 \text{ моль}$$

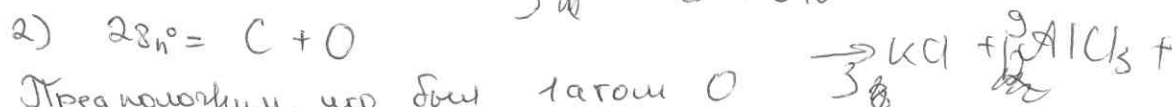
$$V(HCl) = 0,2 \cdot 0,15 = 0,03 \text{ моль}$$

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

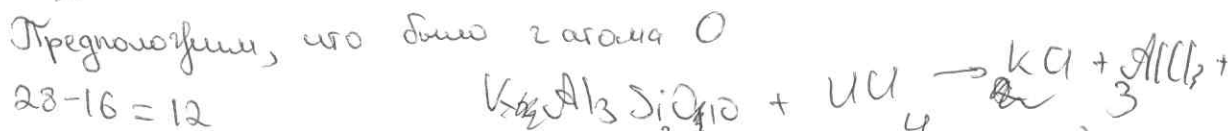
Черновик



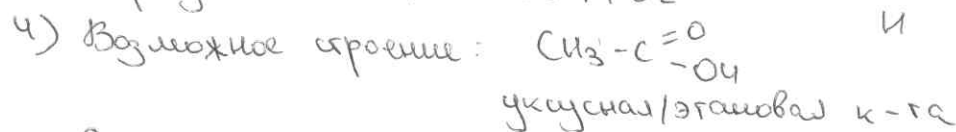
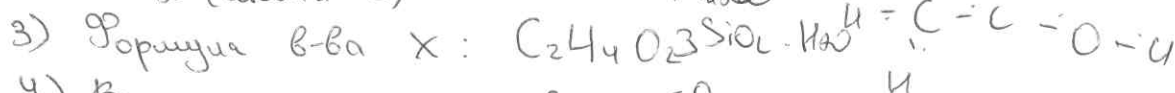
1) $32 - 28 = 4$ (ат H) $3\text{K}_2\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2 + \text{HCl} \Rightarrow$



Предположим, что был тагом O $+ 9\text{SiO}_2 \cdot 11\text{H}_2\text{O}$
 $28 - 8 = 20$
 $20 : 6 \Rightarrow \emptyset$

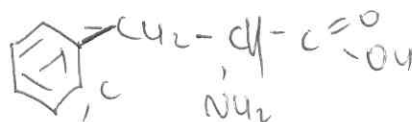
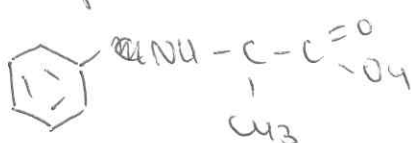


$28 - 16 = 12$
 $12 : 6 = 2$ (атомы C)



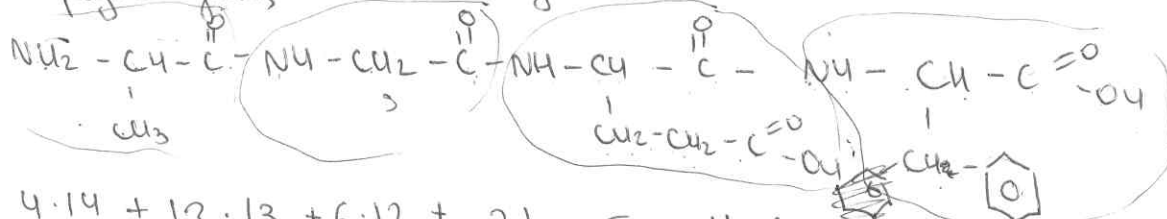
5) Всего 8 связей $\Rightarrow$ число $\bar{e} \ 8 \cdot 2 = 16 \bar{e}$

N3 фенилаланин - каучевый



$4 \cdot 14 + 12 \cdot 13 + 6 \cdot 12 + 21 + 5 + 4 \cdot 16 = 421$ (26)

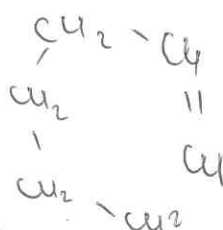
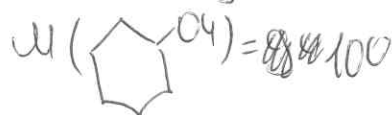
Предположим, что в пептиде было 4 аминокислоты



$4 \cdot 14 + 12 \cdot 13 + 6 \cdot 12 + 21 + 5 + 4 \cdot 16 = 56 + 156 + 72 + 21 + 5 + 112 = 422$ - не совпав $\Rightarrow$ была еще одна аминокислота

$551 + 18 \cdot 4 = 623$

$623 = 60 + 54 + 129 + X + 164$
 $R_H = 213$



(82)

CH

