



19-25-44-68
(45.9)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов"
наименование олимпиады

по Химии
профиль олимпиады

Дорогина Арсения Марковича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«2» марта 2025 года

Подпись участника

19-25-44-68

(45,9)

чистовик

п 7.4

если в соединении X содержится n атомов C,
то атомов O будет $\frac{2d-6n}{8}$, так как в
углероде 6 нейтронов, в кислороде 8 нейтронов и в
атоме водорода их нет.

проверим различные n:

n	атомов O	количество
1	2,75	
2	2	- единственно подходит.
3	1,25	
4	0,5	

тогда атомов водорода будет $\frac{32-2}{1}$

$$\frac{\text{число } \bar{e} \text{ общее} - \bar{e}(\text{в C}) - \bar{e}(\text{в O})}{\bar{e} \text{ в 1 атоме H}} = \frac{32 - 2 \cdot 6 - 2 \cdot 8}{1} = 4$$

значит формула X - $C_2O_2H_4$ +

подходит уксусная кислота



всего 7 σ -связей и 1 π -связь, т.к. в
связи участвует пара электронов, то ~~связи~~
участвуют в образовании связей $(7+1) \cdot 2 =$
 $= 16$ электронов. +

часть
н 2.3

в склянках:

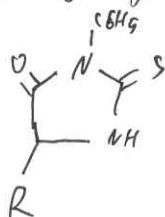
- 1 — хлороформ — происходит не только испарение летучего вещества, что является эндотермическим процессом, темо затрчивается на испарение и от этого температура понижается пока не испарится весь хлороформ, потом смесь просто нагревается до комнатной температуры обратно от воздуха, когда высохнет. +
- 2 — концентрированная сероводородная кислота — она не летуча, и поэтому процессов влияющих на температуру не происходит. +
- 3 — олеум, так как он способен ~~хот~~ помогать воде из воздуха, в том числе по реакции: $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$ сопровождается большим выделением тепла. +
(олеум — раствор SO_3 в H_2SO_4)
сама концентрированная ^{серная} кислота так же помогает воде.

19-25-44-68
(45.9)

чистовик

и 3.3

но приведенной реакции видно,
что в продукте с тирозидом



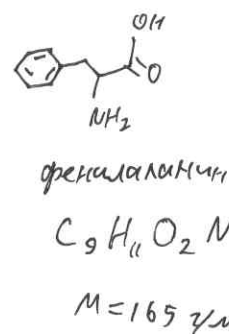
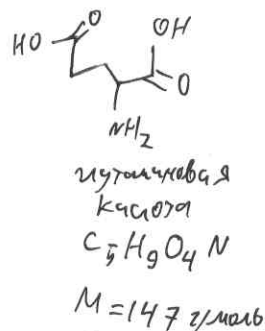
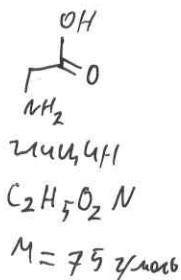
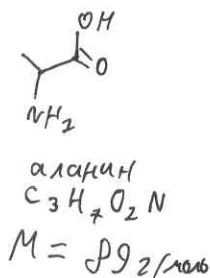
R — соответствует радикалу из
аминокислот,

поэтому в продуктах видно, что последние
3 аминокислоты с N-конца это

аланин, глицин и глутаминовая кислота.

С C-конца отщепится фенилаланин, так что он
тоже будет в пептиде.

~~М пептида из упомянутых аминокислот~~



$$M \text{ пептида из этих аминокислот} = (89 + 75 + 147 + 165 - 18 \cdot 3) \text{ г/моль} =$$

$= 422 \text{ г/моль}$ (выделяется 3 молекулы воды для
образования пептидных связей) $< 557 \text{ г/моль}$, значит,
аминокислот больше. проверим, если не хватает одной:

$$M \text{ недостающей АК} = (557 - 422 + 18) \text{ г/моль} = 147 \text{ г/моль}$$

$$M_R = 147 \text{ г/моль} - (14 + 12 \cdot 2 + 16 \cdot 2 + 4) \text{ г/моль} = 73 \text{ г/моль}$$

но уже знаем, что M глутаминовой к-ты тоже 147,
так что в пептиде 2 глутаминовой кислоты.

исучается последовательность аминокислот (от N до C конца)
(H_2N-)аланин — глицин — глутаминовая кислота — глутаминовая кислота —
— фенилаланин ($-COOH$)

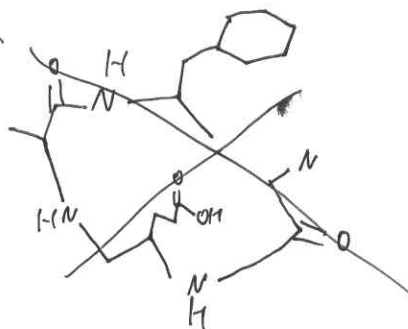
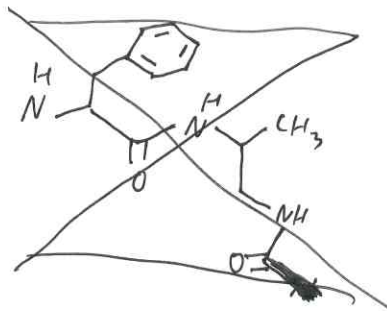
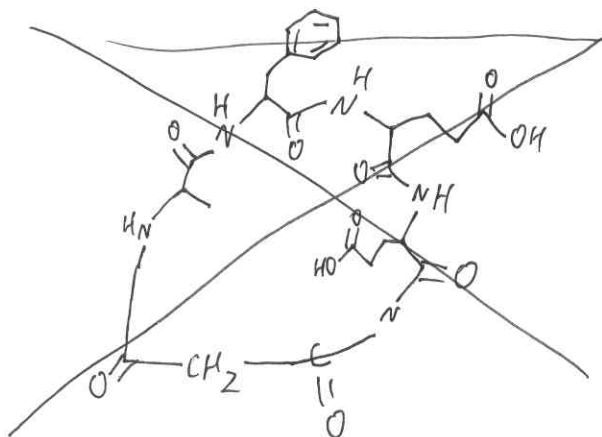
продолжение на стр 4

★ страница 3

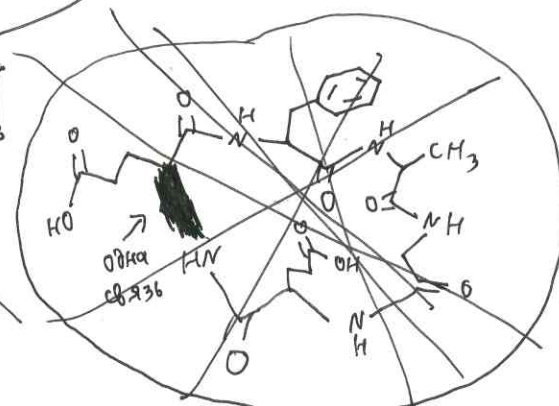
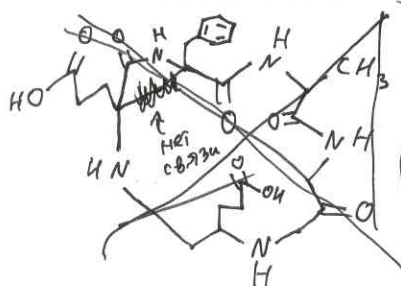
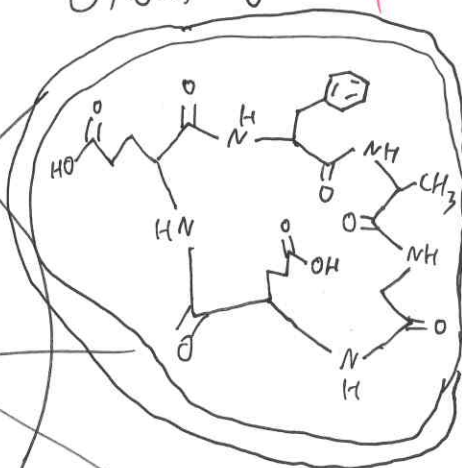
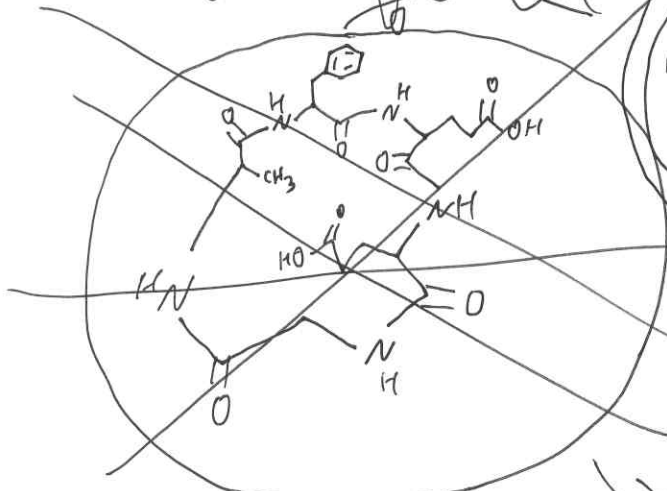
Условик

н 3.3 (продолжение)

нечто, не реагирующей с динитрофторидом,
может быть циклическим. тогда структура:



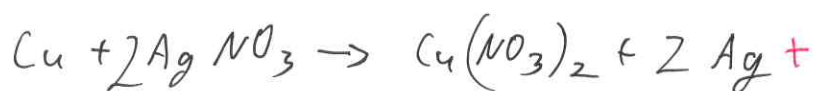
Ответ √ +



Страница 4

чистовик

н 4.1



$$n_{\text{Cu}} = \frac{100\text{г}}{64\text{г/моль}} = 1,5625\text{ моль}$$

$$n_{\text{AgNO}_3} = m \cdot \omega = 255\text{г} \cdot 20\% = 51\text{г}$$

$$n_{\text{AgNO}_3} = \frac{51\text{г}}{(108 + 14 + 16 \cdot 3)\text{г/моль}} = \frac{51\text{г}}{170\text{г/моль}} = 0,3\text{ моль}^+$$

пусть прореагировало x моль AgNO_3 с медью.

тогда, масса раствора ^{уменьшится} ~~увеличится~~ при замене x моль Ag^+ на $\frac{x}{2}$ моль Cu^{2+} на $108x - \frac{64x}{2} =$

$$= 76x\text{ грамм.}$$

$$\text{тогда, } m_{\text{после}} \text{ будет } (255 - 76x)\text{г.}$$

~~мр~~

так же, останется $(0,3 - x)$ моль AgNO_3 в р-ре,
и этот остаток будет весить $170\text{г/моль} \cdot (0,3 - x)\text{ моль}$
тогда, $\omega_{\text{AgNO}_3} = \frac{m_{\text{AgNO}_3}}{m_{\text{р}}}$, подставив значения
преобразуется в

$$7,7\% = \frac{170 \cdot (0,3 - x)}{255 - 76x}$$

$$18,105 - 5,396x = 57 - 170x$$

$$164,604x = 38,895$$

$$x = 0,2\text{ моль.}$$

$$\text{тогда, } m_{\text{пробы}} \text{ будет } = 100\text{г} - \frac{0,2\text{ моль} \cdot M_{\text{Cu}}}{2} + 0,2\text{ моль} \cdot M_{\text{Ag}} =$$

$$= 100\text{г} - 6,4\text{г} + 21,6\text{г} = 115,2\text{г.}^+$$

чистовик

п 5.3

$$PV = nRT$$

$$\text{средняя } M \text{ смеси газов} = 1,696 \text{ г/л} : \frac{PV}{RT} =$$

$$= 1,696 \text{ г/л} : \frac{101329 \text{ Па} \cdot 1 \cdot 0,27^3}{8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot (273,15 + 25) \text{ К}} = 1,696 \text{ г/л} : (0,04089 \text{ моль}) =$$

$$= 40,5 \text{ г/моль}$$

средняя M после пропускания через HCl =

$$= 1,634 \text{ г} : 0,04089 \text{ моль} = 40 \text{ г/моль}$$

если после пропускания через HCl получился 743 г газсмеси, то ~~хидо~~ и их молярное соотношение

9:1, так как объём уменьшился на 10%

значит и один газ составляет 10% смеси.

значит, M одного газа 40 г/моль, а второго

$$\text{хидо по реакт уравнению} \quad 0,1x + 0,9 \cdot 40 = 40,5 \text{ г/моль}$$

$$\text{равно} \quad \frac{40,5 \text{ г/моль} - 0,9 \cdot 40 \text{ г/моль}}{0,1} = 45 \text{ г/моль, хидо}$$

$$\text{но} \quad 0,9x + 0,1 \cdot 40 \text{ г/моль} = 40,5 \text{ г/моль}$$

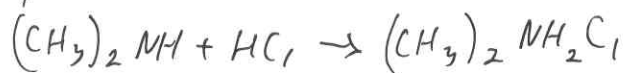
$$\frac{40,5 - 0,1 \cdot 40 \text{ г/моль}}{0,9} = 40,5 \text{ г/моль} - \text{нерациональное}$$

значение, значит молярные массы у нас

$$45 \left(\frac{\text{г}}{\text{моль}} \right) \quad 40 \left(\frac{\text{г}}{\text{моль}} \right).$$

нод 45 г/моль подходит ~~FCN , HCS , PN~~ $(\text{CH}_3)_2\text{NH}$ а нод 40 г/моль - ~~H_2F_2~~ Ar - подходит как инертная добавка

тогда,



продолжение на стр. 7

страница 6

чистовик

п. 3 (продолжение)

в газовой смеси 2,445 л

$$n(\text{CH}_3)_2\text{NH} = n_{\text{общее}} \cdot 0,7 = \frac{PV}{RT} \cdot 0,7 = \frac{101329 \cdot 2,445 \cdot 0,7^3}{8,314 \cdot (273,15 + 29)\text{K}} \cdot 0,7 =$$

$$= 0,007 \text{ моль} -$$

$$n\text{HCl} = 200 \text{ мл} \cdot 0,15 \frac{\text{моль}}{\text{л}} = 0,2 \text{ л} \cdot 0,15 \text{ М} = 0,03 \text{ HCl} - \text{избыток} +$$

значит, если HCl изменился, значит,
и $n(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2\text{Cl} = n(\text{CH}_3)_2\text{NH}$

$$n\text{HCl} = 0,03 \text{ моль} - 0,007 \text{ моль} = 0,029 \text{ моль} +$$

$$C(\text{CH}_3)_2\text{NH}_2\text{Cl} = \frac{0,007 \text{ моль}}{0,2 \text{ л}} = 0,0035 \text{ М} +$$

$$C\text{HCl} = 0,029 \text{ моль} : 0,2 \text{ л} = 0,145 \text{ М} +$$

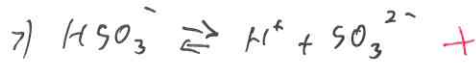


числовик

№ 6.7



влияет на среду характер среды:



гидролиз по аниону,
значит среда - щелочная.



$$n \text{ NaHSO}_3 = \frac{m}{M} = \frac{2,082}{(23 + 1 + 32 + 16 \cdot 3) \text{ г/моль}} = \frac{2,082}{104 \text{ г/моль}} = 0,02 \text{ моль}$$

$$C \text{ NaHSO}_3 = \frac{n}{V} = \frac{0,02 \text{ моль}}{0,1 \text{ л}} = \frac{0,02 \text{ моль}}{0,1} = 0,2 \text{ М.}$$

$$K_f(\text{реакции 2}) = \frac{[\text{H}_2\text{SO}_3][\text{OH}^-]}{[\text{HSO}_3^-]}$$

$$[\text{OH}^-][\text{H}^+] = 10^{-14}, \text{ значит } [\text{OH}^-] = \frac{10^{-14}}{[\text{H}^+]}$$

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

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

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

$$K_{\text{дисс}}(\text{H}_2\text{SO}_3 \text{ по 1 ступени}) = \frac{[\text{H}^+][\text{HSO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{SO}_3]} =$$

$$= \frac{[\text{H}^+]^2[\text{SO}_3^{2-}]}{[\text{H}^+][\text{H}_2\text{SO}_3][\text{SO}_3^{2-}]} = \frac{[\text{H}^+][\text{HSO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{SO}_3]} = K_{\text{дисс}}(\text{H}_2\text{SO}_3) : K_{\text{дисс}}(\text{HSO}_3^-) =$$

$$= (1,4 \cdot 10^{-2}) : (6,2 \cdot 10^{-8}) = 2,25 \cdot 10^5, \text{ что достаточно много.}$$

продолжение на стр 9

страница 8

числовик

п.б.1 (продолжение)

$$K_r = \frac{10^{-14}}{K_{\text{дисс}}(\text{H}_2\text{SO}_3 \text{ по 7 сульфич})} = \frac{10^{-14}}{2,23 \cdot 10^5} = 4,44 \cdot 10^{-20}$$

$$[\text{Na}^+] + [\text{H}^+] = [\text{HSO}_3^-] + [\text{SO}_3^{2-}] + 2[\text{SO}_3^{2-}] + [\text{OH}^-]$$

$$[\text{H}_2\text{SO}_3] \approx [\text{OH}^-], \text{ значчч, т.к. } [\text{H}_2\text{SO}_3] = C_{\text{NaHSO}_3} \cdot [\text{OH}^-]:$$

$$K_r = \frac{[\text{OH}^-]^2}{[\text{HSO}_3^-] \cdot [\text{OH}^-]} = C_{\text{NaHSO}_3} \cdot [\text{OH}^-]$$

имеем

$$4,44 \cdot 10^{-20} = \frac{[\text{OH}^-]^2}{0,029 \text{ M} \cdot [\text{OH}^-]}$$

Решив уравнение, получаем $[\text{OH}^-] = 3,33 \cdot 10^{-11}$

$$\text{pOH} = -\lg([\text{OH}^-]) = -\lg(3,33 \cdot 10^{-11}) = 10,477$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

$$\text{pH} = 14 - 10,477$$

если $\text{pH} = 3,523$ — маловероятно, поэтому, скорее всего, как H_2SO_3 введен ввиду по первой ступени в условии задачи (или опечатки)

$$\text{тогда } K_r = \frac{10^{-14}}{7,4 \cdot 10^{-2}} = 7,143 \cdot 10^{-13} +$$

$$7,143 \cdot 10^{-13} = \frac{[\text{OH}^-]^2}{0,029 \text{ M} \cdot [\text{OH}^-]} ; [\text{OH}^-] = 1,336 \cdot 10^{-7}$$

$$\text{pOH} = -\lg(1,336 \cdot 10^{-7}) = 6,874 ; \text{pH} = 14 - 6,874 = 7,126$$

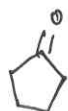
исходник

р 7.4

~~рассмотрим случай, если А и В - насыщенные нециклические~~
~~одноатомные~~ спирты. тогда, образуются при гидрировании нециклические
~~общая реакция окисления будет иметь вид:~~



продуктами окисления алкенов могут быть
 карбоновые кислоты и кетоны, именно из
 кислот в две стадии (нейтрализация Ca(OH)_2 и
 пиролиз соли) можно получить кетон, но при этом,
 чтобы было соответствие атомов углерода,
 так как при пиролизе 1 углерод теряется, при
 окислении дихроматом прекурсор кетона должен
 терять на 1 атом углерода больше, например,
 таким образом будет соответствовать:



и



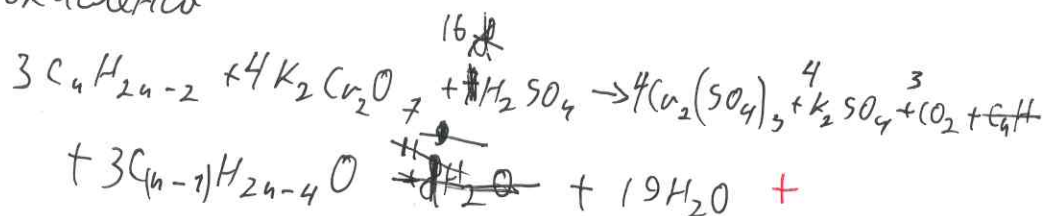
(и другие варианты с большим размером цикла)

то есть, кетон образуется из цикла с экзаметиновой
 группой, например



с

общей формулой $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ и общей реакцией
 окисления



$$n \text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 = V \cdot C = 0,41 \cdot 0,1 \text{ моль/л} = 0,04 \text{ моль}$$

$$n \text{ C}_n\text{H}_{2n-2} = n \text{ K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot \frac{3}{4} = 0,03 \text{ моль} +$$

$$M \text{ C}_n\text{H}_{2n-2} = \frac{m}{n} = \frac{2,462}{0,03 \text{ моль}} = 82 \text{ г/моль} +$$

продолжение на стр 11

страница 10

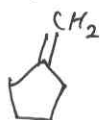
числовик

н 7. 4 (продолжение)

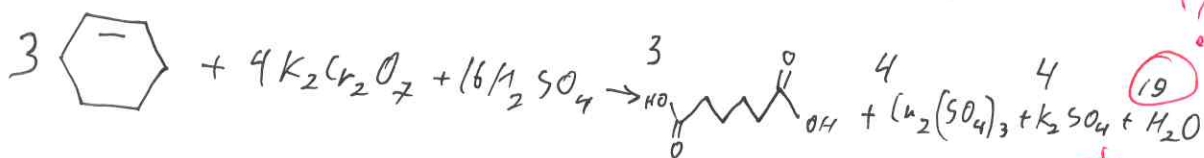
$$12n + 2n - 2 = 82$$

$$n = \frac{82+2}{14}$$

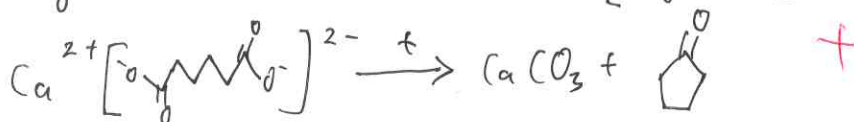
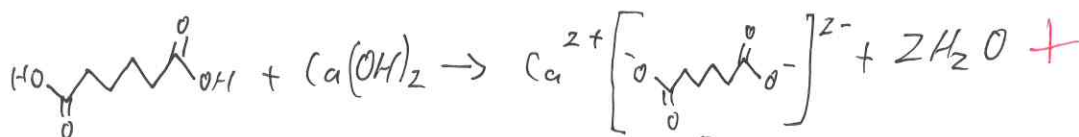
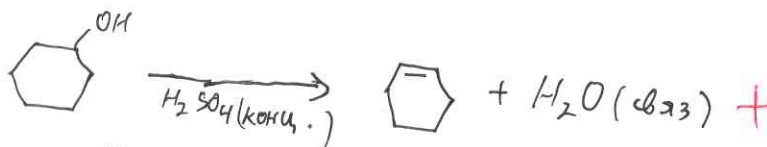
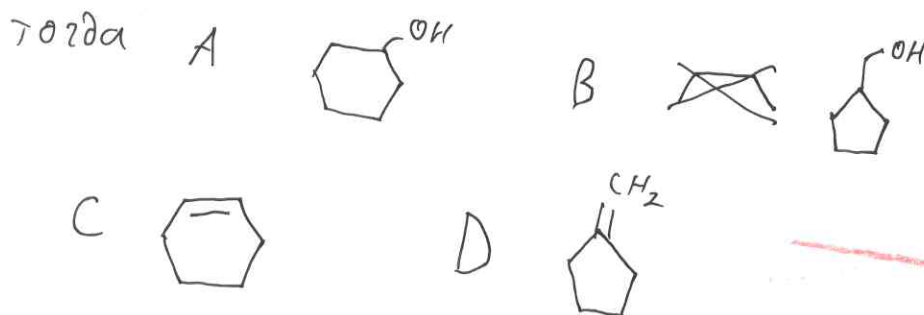
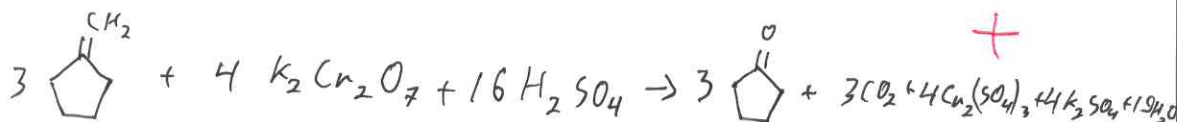
$n = 6$, т.е. C_6H_{10} с формулой действительной



проверим теперь для



C_6H_{10} — реакция аналогична, значит соответствующие условия, как и реакция:



числовик

и р. 2

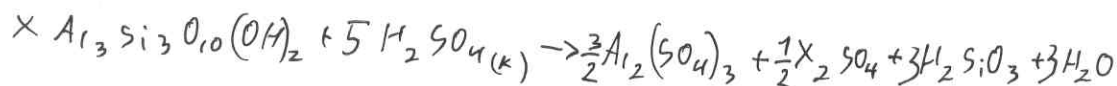
скорее в

т.к. Степени окисления Al, Si, O и H легко предположить,

CO X можно найти: $nO \cdot 2 - nAl \cdot 3 - nSi \cdot 4 - nH =$

$$= 12 \cdot 2 - 3 \cdot 3 - 3 \cdot 4 - 2 = +1.$$

скорее всего обработка ^{алюминиевой} серной кислотой ~~вызывает~~ м
вызывает кик:



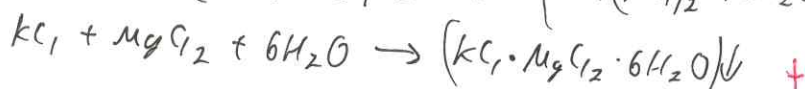
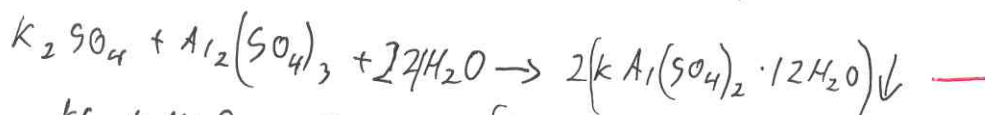
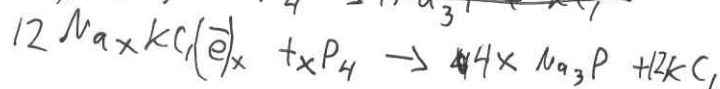
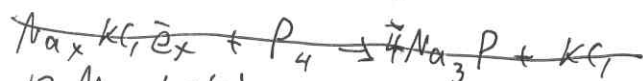
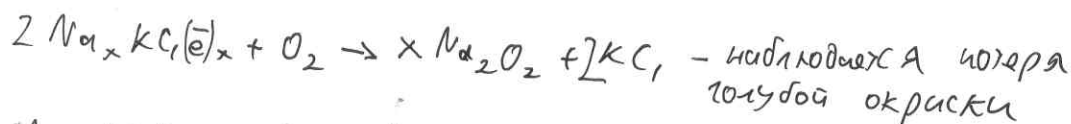
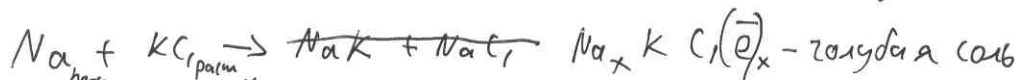
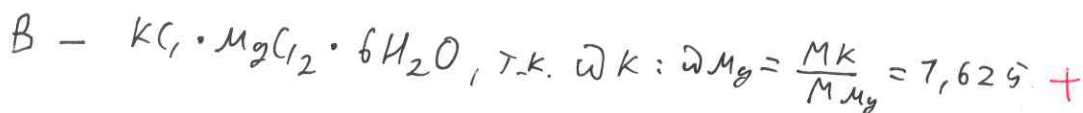
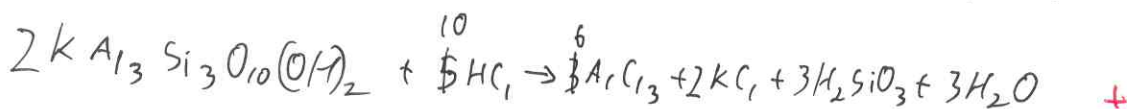
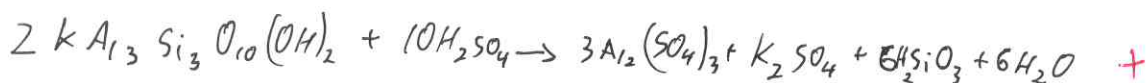
можно предположить образование квасца $KAl(SO_4)_2 \cdot 12 H_2 O$. +

тогда w x будет $\frac{M_x}{M_x + 27 + 96 \cdot 2 + 18 \cdot 12} = 8,22\%$. +

и действительно, решив уравнение получим

$M_x = 39,96$, что соответствует и подходит
под калий.

X — калий.



структура 12