



28-82-26-81
(44.2)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

*Выход 12⁵¹ - 12⁵⁵
ШШШШ*

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по ХИМИИ
профиль олимпиады

Мухаммадиевой Гузели Мавлетовны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
« 2 » МАРТА 2025 года

Подпись участника
ШШШШ

28-82-26-81
(44.2)

Чистовик

N1.	n	\bar{e}
C	6	6
O	8	8
H	0	1

x - количество атомов углерода
y - количество атомов кислорода
z - количество атомов водорода

$C_x O_y H_z$

$$\begin{cases} 6x + 8y + 1z = 40 \\ 6x + 8y + z \cdot 0 = 34 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 6x + 8y = 34 \\ z = 40 - 34 \end{cases} \begin{cases} 6x + 8y = 34 \\ z = 6 \end{cases}$$

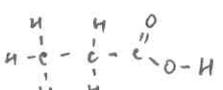
Если $x=1$: $y = \frac{34-6}{8} = 3,5$ - не подходит, т.к. не целое
 $x=2$: $y = \frac{34-6 \cdot 2}{8} = 2,75$ - не подходит, т.к. не целое
 $x=3$: $y = \frac{34-6 \cdot 3}{8} = 2$ - подходит
 $x=4$: $y = \frac{34-6 \cdot 4}{8} = 1,25$ - не подходит, т.к. не целое
 $x=5$: $y = \frac{34-6 \cdot 5}{8} = 0,5$ - не подходит, т.к. не целое

99

При дальнейшем переборе $y < 0$

Формула X: ~~$C_3 H_2$~~ $C_3 H_6 O_2$; $H_3-C-H_2-\overset{O}{\parallel}C-OH$ - возможная структурная формула

Название: ~~пропановая кислота~~ пропановая кислота

 Каждая связь образована двумя электронами. Значит, количество электронов в два раза больше количества связей.

$N_e = N_{св} \cdot 2 = 11 \cdot 2 = 22$ (электронов)

Ответ: $C_3 H_6 O_2$; $H_3-C-H_2-\overset{O}{\parallel}C-OH$; пропановая кислота; 22 электрона.

N2. 1 - бензол. Является летучим, испаряется. Испаряясь, отводит тепло от мушкетера, поэтому температура мушкетера падает. Когда весь бензол испарится, температура вернется к исходной. 2 - базальтовое масло. Не испаряется и не реагирует с водой из воздуха, поэтому температура не изменится. 3 - концентрированная серная кислота, так как она поглощает воду из воздуха. Растворение в серной кислоте в воде (связывание с водой) - экзотермическая реакция, т.е. происходит с выделением тепла, мушкетер нагревается.

1 - бензол. Является летучим веществом, испаряется. Испаряясь, отводит тепло от мушкетера, поэтому температура мушкетера падает. Когда весь бензол испарится, температура вернется к комнатной за счет установившегося теплового равновесия.

1 2 3 4 5 6 7 8 2
6 6 10 10 14 18 17 18 99

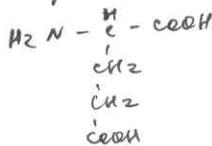
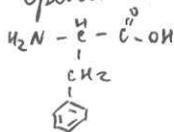
Корректор

А. А. А. А. А.

листовой N3. обработка ^{карбоксильными} групп приводит к образованию серина => с-концевой аминокислотой является серин: H_2N-CH_2-COOH

По методу Эдмана:

Первой с N-конца является фенилаланин, второй - шутаминовая кислота



Третьей - аланин: $H_2N-CH(CH_3)-COOH$

Каждая из 4 приведённых аминокислот содержит по одному атому азота, ^{NO} молярная масса пептида - нечётная. Значит, в составе А как минимум 5 аминокислотных остатков. +

$$M_A = M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 - 18 \cdot 4$$

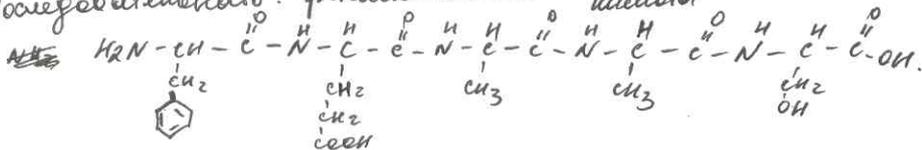
$$523 = 165 + 147 + 89 + M_4 + 105 - 72$$

$$M_4 = 89 \text{ (г/моль)}. \text{ соответствует аланину. } +$$

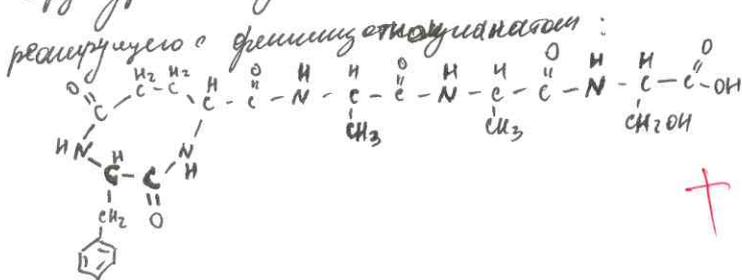
Если аминокислотных остатков больше 5, то их молярные массы меньше 89 г/моль. Этого не может быть, т.к. минимальная молярная масса

аминокислоты: 75 г/моль (глицин H_2N-CH_2-COOH). $75 \cdot 2 = 150 > 89$

Последовательность: фенилаланин - шутаминовая - аланин - аланин - серин



Структура пептида с такой же аминокислотной составной, но не реагирует с фенилизотиоцианатом:



не реагирует с фенилизотиоцианатом, т.к. нет свободного N-конца, способного образовывать тиоимидатин. +



$$\omega_{(FeSO_4)} = \frac{\nu_{(CuSO_4)} \cdot M_{p.p.a} - \nu_{CuSO_4} \cdot 160}{M_{p.p.a} - \nu_{Cu} \cdot 64 + \nu_{Fe} \cdot 56}$$

$$0,069 = \frac{0,2 \cdot 280 - x \cdot 160}{280 - 64x + 56x} ; 0,069 = \frac{56 - 160x}{280 - 8x}$$

$$0,069 \cdot 280 - 8x \cdot 0,069 = 56 - 160x$$

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

$$x \approx 0,23 \text{ (моль)} +$$

Изменение масс ^{возраст}: $\Delta m = 0,23(64 - 56) = 1,84 \text{ (г)}$ +

$$m = m_0 + \Delta m = 20 + 1,84 = 21,84 \text{ г} \text{ Ответ: } 21,84 \text{ г}; Fe + CuSO_4 \rightarrow Cu + FeSO_4$$

Задача

N5. $pV = \nu RT$

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

$\rho = \frac{pM}{RT}$; $M = \frac{\rho RT}{p}$

$M_1 = \frac{1,536 \cdot 8,314 \cdot 303,15}{101,325} \approx 38,2 \text{ г/моль}$

$M_2 = \frac{1,609 \cdot 8,314 \cdot 303,15}{101,325} \approx 40 \text{ г/моль}$

M_2 соответствует молярной массе одного из газов А и Б.

40 г/моль: C_3H_4 и Ar. Оба не имеют запаха \Rightarrow это газ Б. т.к. смесь используется для создания инертной атмосферы, то

Б - Ar +

$M_1 = \chi_A \cdot M_A + \chi_B \cdot M_B$; $\chi_A = \chi_A$; $\chi_B = 1 - \chi_A$

непопулярный состав имеет газ - Ar $\Rightarrow \chi_B = 100\% - 20\% = 80\%$

$38,2 = 0,2 \cdot M_A + 0,8 \cdot 40$

$M_A = \frac{38,2 - 0,8 \cdot 40}{0,2} = 31 \text{ (г/моль)}$ - соответствует молярной массе метилamina: + NH_2-CH_3

А - метиламин (NH_2-CH_3); Б - аргон (Ar)

$\nu_{\text{смеси}} = \frac{pV}{RT} = \frac{101,325 \cdot 1,243}{8,314 \cdot 303,15} \approx 0,05 \text{ моль}$

Ar не реагирует с азотной кислотой; $NH_2CH_3 + HNO_3 \rightarrow NH_3CH_2NO_2$

$\nu_{NH_2CH_3} = 0,2 \cdot \nu_{\text{смеси}} = 0,2 \cdot 0,05 = 0,01 \text{ (моль)}$

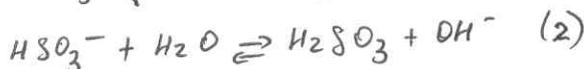
$\nu_{HNO_3} = \nu_{\text{HNO}_3} = 0,12 \cdot 0,25 = 0,03 \text{ (моль)}$

После реакции: $\nu_{NH_3CH_2NO_2} = 0,01 \text{ моль}$ $\nu_{HNO_3} = 0,03 - 0,01 = 0,02 \text{ моль}$
Будем считать, что объем раствора после взаимодействия метилamina не изменился:

$c_{NH_3CH_2NO_2} = \frac{0,01}{0,25} = 0,04 \text{ (M)}$; $c_{HNO_3} = \frac{0,02}{0,25} = 0,08 \text{ (M)}$ +

Ответ: А - NH_2-CH_3 ; Б - Ar; $c_{NH_3CH_2NO_2} = 0,04 \text{ M}$; $c_{HNO_3} = 0,08 \text{ M}$.

N6. $HSO_3^- \rightleftharpoons H^+ + SO_3^{2-}$ (1)



Процесс (1) характеризуется $K_{\text{дисс}}(HSO_3^-) = 6,2 \cdot 10^{-8}$ +

Процесс (2) характеризуется константой гидролиза: $K_{\Gamma} = \frac{[H_2SO_3][OH^-]}{[HSO_3^-]}$ +

$K_{\text{дисс}}(H_2SO_3) = \frac{[H^+][HSO_3^-]}{[H_2SO_3]}$; $K_{\text{дисс}}(H_2SO_3) = \frac{[H^+][OH^-][H_2SO_3]}{[H_2SO_3][OH^-]}$ +

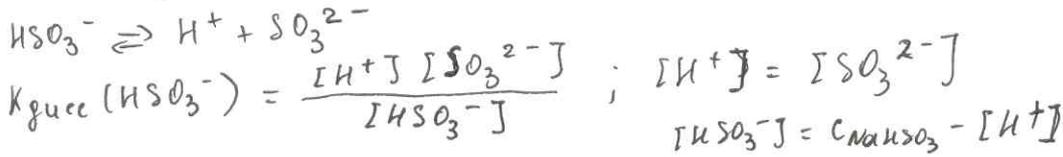
$K_{\text{дисс}}(H_2SO_3) = \frac{K_w [H_2SO_3]}{[H_2SO_3][OH^-]}$; $\frac{K_w}{K_{\text{дисс}}(H_2SO_3)} = K_{\Gamma} = \frac{[H_2SO_3][OH^-]}{[HSO_3^-]}$

$K_{\Gamma} = \frac{10^{-14}}{1,4 \cdot 10^{-2}} \approx 7,14 \cdot 10^{-13}$; $K_{\Gamma} \ll K_{\text{дисс}}(HSO_3^-)$. Значит, преобладает процесс диссоциации по второй ступени. То есть среда раствора кислая +

Исходник

N5 (продолжение)

Пренебрежём гидролизом (т.е. процессом (2)), т.к. его константа мала по сравнению с $K_{дисс}(\text{HSO}_3^-)$.



$$c_{\text{NaHSO}_3} = \frac{V_{\text{NaHSO}_3}}{V} ; V_{\text{NaHSO}_3} = \frac{3,12}{104} = 0,03 \text{ (моль)}$$

$$c_{\text{NaHSO}_3} = \frac{0,03}{1} = 0,03 \text{ (M)}$$

$$K_{дисс}(\text{HSO}_3^-) = 6,2 \cdot 10^{-8} = \frac{[\text{H}^+]^2}{0,03 - [\text{H}^+]}$$

$$[\text{H}^+]^2 = 0,03 \cdot 6,2 \cdot 10^{-8} - 6,2 \cdot 10^{-8} [\text{H}^+]$$

$$[\text{H}^+]^2 + 6,2 \cdot 10^{-8} [\text{H}^+] - 1,86 \cdot 10^{-9} = 0$$

$$D = (6,2 \cdot 10^{-8})^2 + 4 \cdot 1,86 \cdot 10^{-9} \approx 7,44 \cdot 10^{-9}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{-6,2 \cdot 10^{-8} \pm \sqrt{7,44 \cdot 10^{-9}}}{2}$$

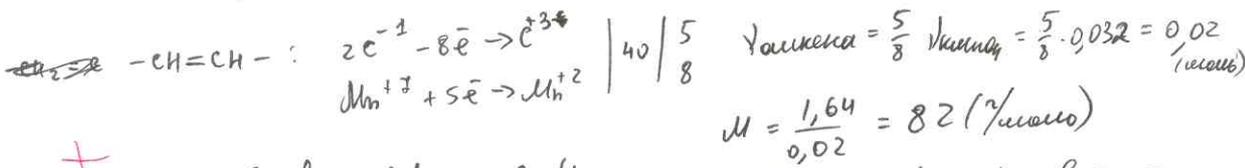
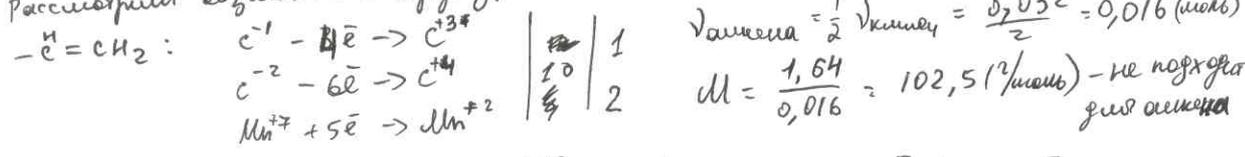
По смыслу задачи $[\text{H}^+] > 0$, поэтому $[\text{H}^+] \approx 4,31 \cdot 10^{-5} \text{ (M)}$

$$\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+] = -\log_{10} (4,31 \cdot 10^{-5}) \approx 4,37$$

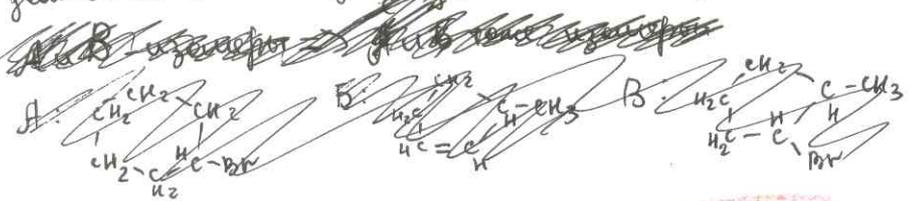
Ответ: среда раствора кислая; pH = 4,37

N7 $V_{\text{кислота}} = 0,2 \cdot 0,16 = 0,032 \text{ (моль)}$

Рассмотрим возможные структуры алкенов: $C_n H_{2n}$



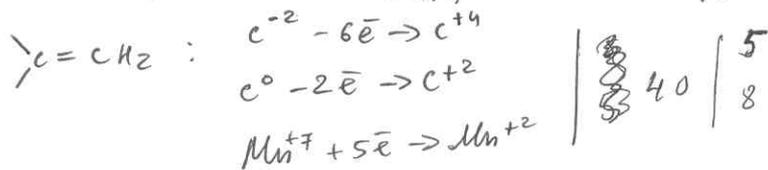
82 г/моль соответствует формуле $C_6 H_{10}$. Т.к. А и В - монобромпроизводные, то двойная связь в А и В одна. тогда подходит В циклический алкен.



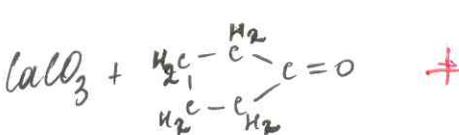
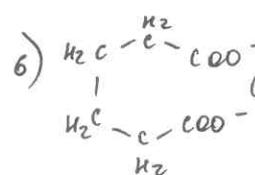
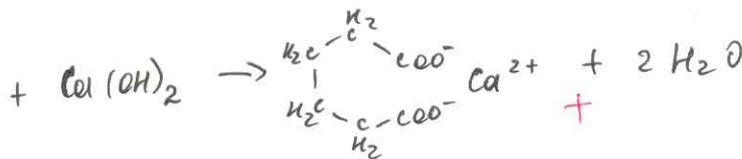
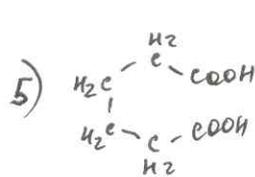
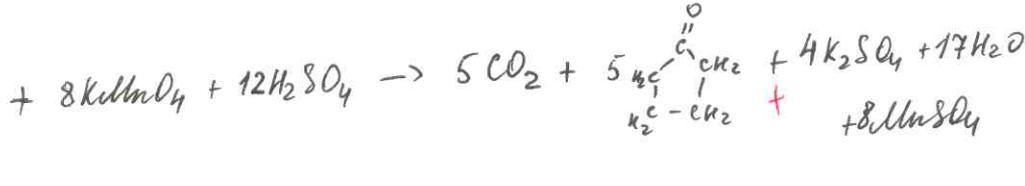
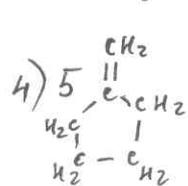
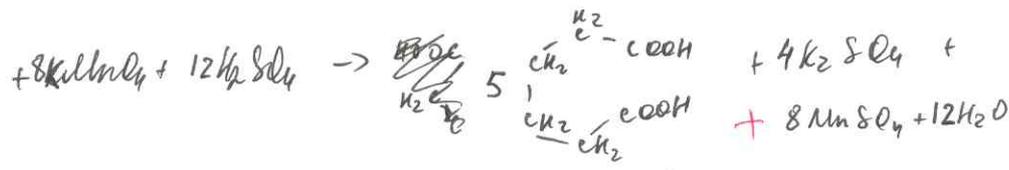
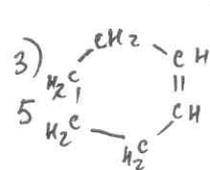
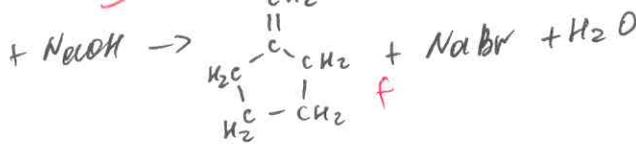
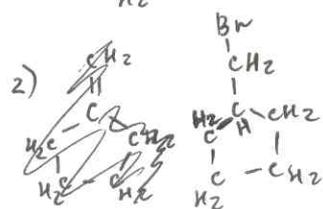
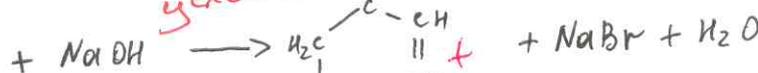
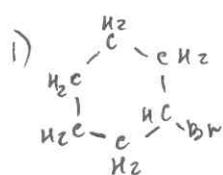
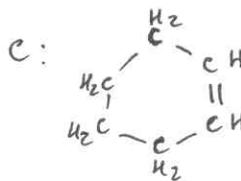
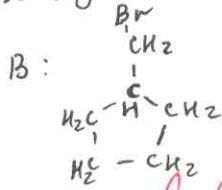
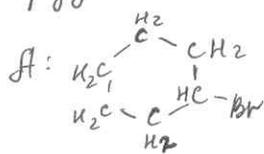
Условие

n7 (продолжение)

Теоретическое отношение $V_{\text{метан}}$ к $V_{\text{окислителя}}$ будет равно $\frac{8}{5}$ при



В таком случае из продукта окисления с метаном будет получено продукт окисления 2 в 8 раз сильнее.

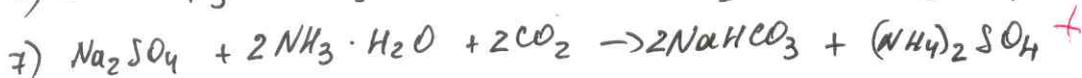
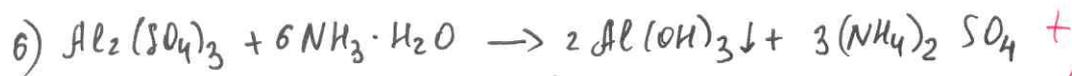
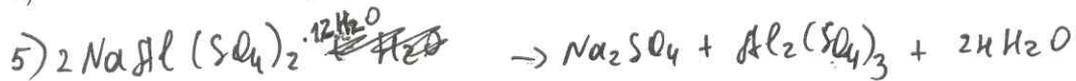
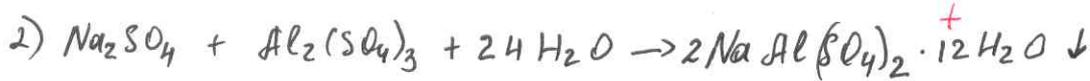


Условие

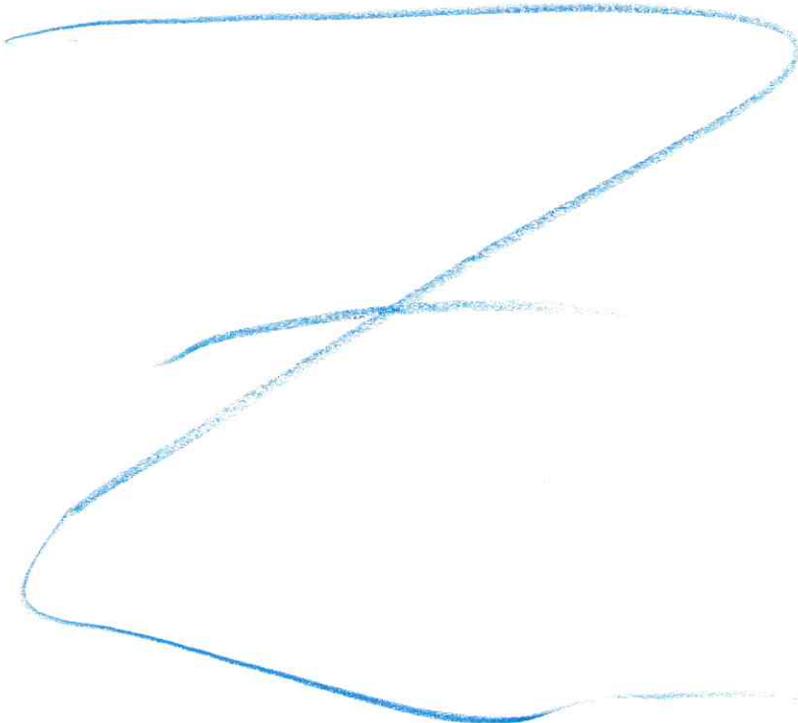
№. X - Na; B - $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$; A - $\text{NaAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

$$\frac{\omega_{\text{Na}}}{\omega_{\text{Al}}} = \frac{3 \cdot 23}{27} \approx 2,555 \quad \text{- в соединении B} \quad +$$

$$\omega_{\text{Na}} = \frac{23}{23+27+32 \cdot 2+16 \cdot 4 \cdot 2+18 \cdot 12} \approx 0,0502 \quad (5,02\%) \quad \text{- в соединении A} \quad +$$

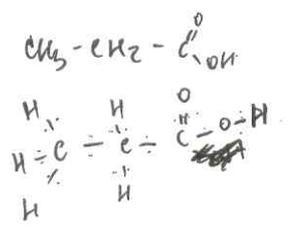


Получается гидрокарбонат натрия: NaHCO_3 ; при его нагревании до 100°C получается карбонат: Na_2CO_3 .

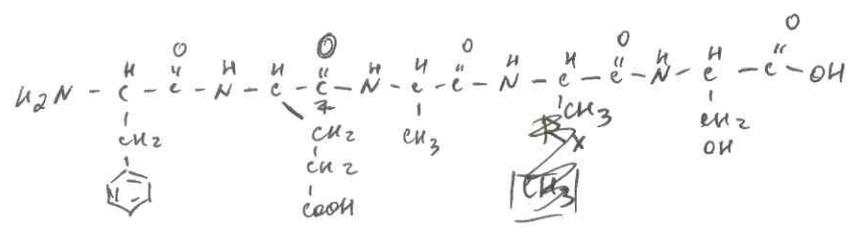
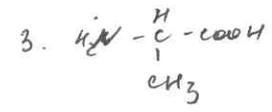
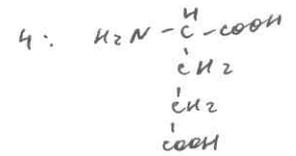
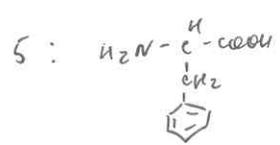
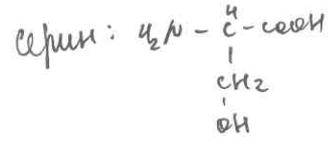


~~черновик~~

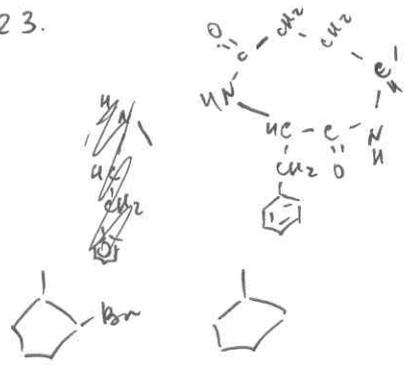
C: 6 6
O: 8 8
H: 0 1



6x + 8y =



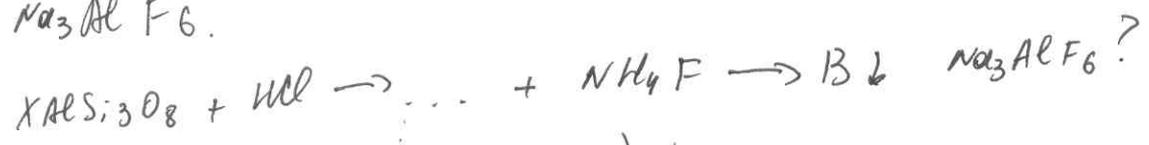
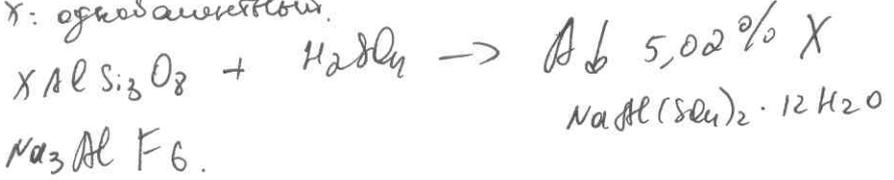
5 2 3.



$$K_{дисс}(H_2SO_3) [H_2SO_3][OH^-] = K_w [HSO_3^-]$$

$$\frac{[H_2SO_3][OH^-]}{[HSO_3^-]} = \frac{K_w}{K_{дисс}(H_2SO_3)}$$

X: ортоборатный.



A → раствор. $(NaAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O) - H$

