

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Ломоносов“
наименование олимпиады

по Химии
профиль олимпиады

Хисаметдиновой Алия Ильдаровна
Фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
« 2 » марта 2025 года

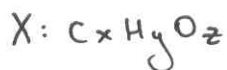
Подпись участника
Алия

59-42-11-64
(45.11)

Задание 1.4

Чистовик

92



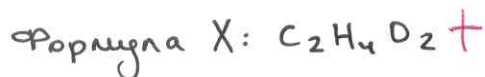
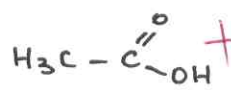
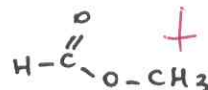
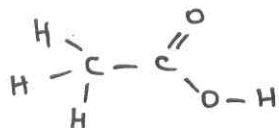
$$\begin{cases} 6x + y + 8z = 32 \\ 6x + 8z = 28 \end{cases}$$

$$y = 32 - 28 = 4$$

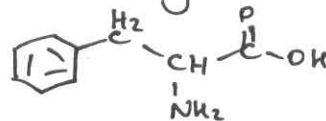
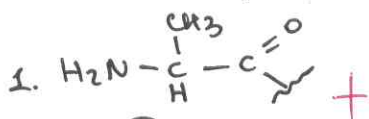
$$6x + 8z = 28$$

$$z = 1 \Rightarrow x = 3,33$$

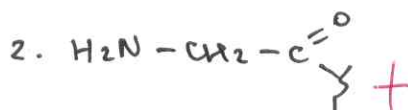
$$z = 2 \Rightarrow x = 2$$

Возможная
структурная X:
формулауксусная
кислота
(этановая кислота)метилформиат
(метилэтер
муравьиной
кислоты)~~Вещество:~~16 e⁻ участвуют в образовании
хим. связей

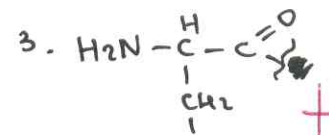
Задание 3.3

По условию обработки карбоксипептидазой
узнаём, что на C-конце -Восстановим аминокислоты из
с N-конца

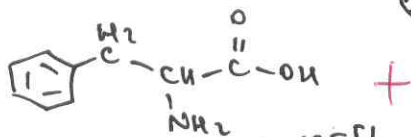
$$M = 72 \text{ г/моль} - 1 = 71$$



$$M = 58 \text{ г/моль} - 1 = 57$$



$$M = 130 \text{ г/моль} - 1 = 129$$



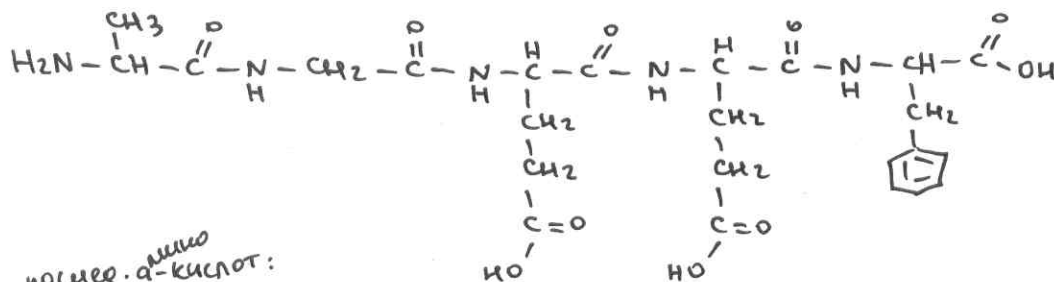
$$M = 165 \text{ г/моль} - 1 = 164$$

$$M(A) = 551$$

$$\text{Найдём остаток: } 551 - 72 - 57 - 129 - 164 = 129 \text{ г/моль}$$

 $\Rightarrow$ было 2 аминокислоты (3.)

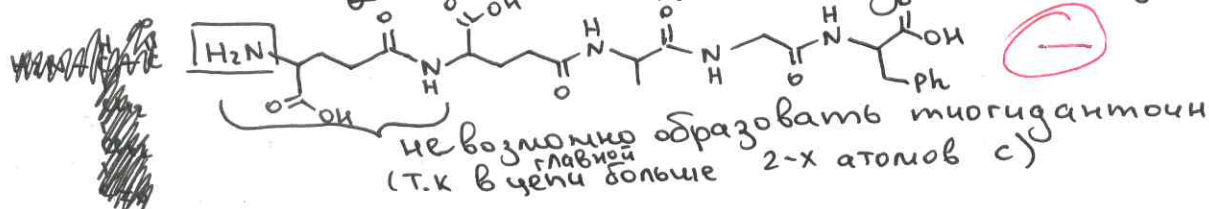
Последовательность пептида А:



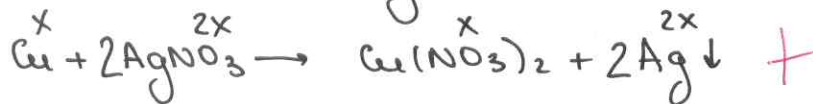
послед. α-кислот:

аланин - глицин - глутаминовая - глутаминовая - фенилаланин

Пептид, не реагирует с фенилизотиоцианатом, не должен содержать на N-конце свободной -NH₂ группы



Задание 4.1



Пусть $n(\text{Cu})_{\text{реак}} = x$ моль

$$m(\text{p-ра}) = 255 + 63,55x - 107,87 \cdot 2x = (255 - 152,19x) \text{ г}$$

$$m(\text{AgNO}_3)_{\text{ост}} = 255 \cdot 0,2 - 2x \cdot 169,87 = (51 - 339,74x) \text{ г}$$

$$\omega(\text{AgNO}_3) = \frac{51 - 339,74x}{255 - 152,19x} = 0,071$$

$$x = 0,1 \text{ моль}$$

$$\Delta m(\text{провода}) = -63,55x + 2x \cdot 107,87 = 152,19x$$

$$\Delta m(\text{провода}) = +152,19 \cdot 0,1 = 15,219 \text{ г}$$

$$m(\text{провода})_{\text{после реакции}} = 100 \text{ г} + 15,219 \text{ г} = 115,219 \text{ г}$$

Ответ: $m(\text{провода})_{\text{после р-ии}} = 115,219 \text{ г}$

Задача 5.3

С соляной кислотой должен реагировать газ, обладающий основными свойствами.

Можно предположить, что один из газов - NH_3

$$pV = nRT$$

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

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

$$M(\text{смеси}) = \frac{\rho RT}{p} = \frac{1,656 \text{ г/л} \cdot 8,314 \cdot 298}{101,325 \text{ кПа}} = 40,492 \text{ г/моль}$$

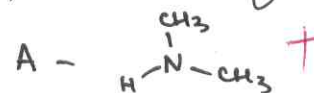
По объёму один из газов занимал 10% (A)

$$M(\text{мол}) = \frac{1,634 \cdot 8,314 \cdot 298}{101,325} = 39,954 \text{ г/моль} +$$

$\Rightarrow$ это молярная масса одного из газов

$39,954 = M(\text{Ar}) \Rightarrow$ аргон, инертный газ

Б - Ar (аргон)



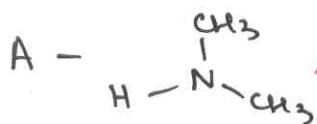
$$0,9 \cdot M(\text{Ar}) + 0,1 \cdot M(\text{A}) = 40,492$$

$$0,9 \cdot 39,95 + 0,1 \cdot M(\text{A}) = 40,492$$

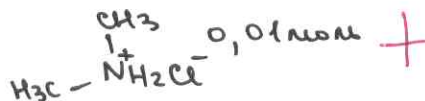
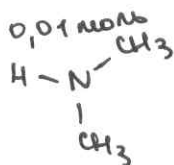
Б - Ar +

$$M(\text{A}) = \frac{40,492 - 35,955}{0,1} = 45,37 +$$

Можно предположить, что А является амином, производным аммиака



$$M(\text{ост}) = 45,37 - 14 = 31,37 \approx 2 \text{ CH}_3 \text{ и H}$$



$$pV = nRT$$

$$n(\text{смеси}) = \frac{pV}{RT} = \frac{101,325 \cdot 2,445 \text{ л}}{8,314 \cdot 298} = 0,1 \text{ моль} +$$

$$n(\text{A}) = 0,1 \text{ моль} \cdot 0,1 = 0,01 \text{ моль}$$

$$n(\text{HCl})_{\text{исх}} = 0,2 \text{ л} \cdot 0,15 \frac{\text{моль}}{\text{л}} = 0,03 \text{ моль} + - \text{в избытке}$$

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

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

~~конечный продукт~~

продолжение
на след стр.

$$V(\text{p-ра}) = 200 \text{ мл} + 2,445 \text{ л} \cdot 1000 \cdot 0,1 = 444,5 \text{ мл} = 0,4445 \text{ л} -$$

$\varphi(A)$

$$c(\text{HCl}) = \frac{0,02 \text{ моль}}{0,4445 \text{ л}} = 0,0449 \approx 0,045 \text{ М} -$$

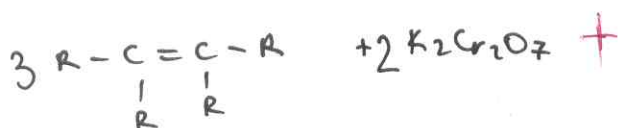
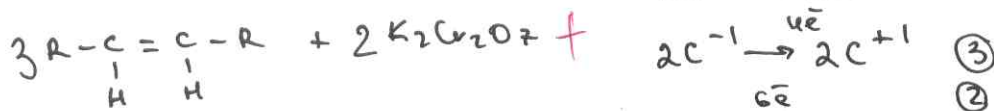
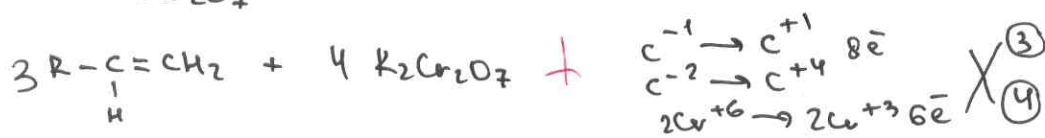
$$c((\text{CH}_3)_2\text{NH}_2\text{Cl}) = \frac{0,01 \text{ моль}}{0,4445 \text{ л}} = 0,0225 \text{ М} -$$

Ответ: $c(\text{HCl}) = 0,045 \frac{\text{моль}}{\text{л}} -$

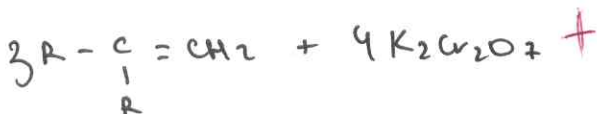
$c((\text{CH}_3)_2\text{NH}_2\text{Cl}) = 0,0225 \frac{\text{моль}}{\text{л}} -$

Задание 7.4

Рассмотрим разные варианты реакции алкенов с $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$



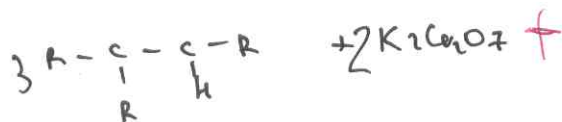
Разные варианты соотношений:



3:2

4

3:4



Проверим эти варианты

$$n(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,4 \cdot 0,1 \frac{\text{моль}}{\text{л}} = 0,04 \text{ моль}$$

$$M(\text{алкена}) = \frac{m}{n} = \frac{2,46 \text{ г}}{\frac{0,04}{n} \cdot 3} = \frac{2,46 \cdot n}{0,12}, n = 2 \text{ или } 4$$

$n=2$

$$M(\text{алкена}) = \frac{2,46 \cdot 2}{0,12} = 41 \text{ г/моль}$$

не может быть $\text{C}_n\text{H}_{2n} \Rightarrow n$ четная

$n=4$

$$M(\text{алкена}) = \frac{2,46 \cdot 4}{0,12} = 82 \text{ г/моль}$$

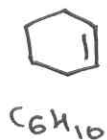
может быть

$$\frac{82}{12} = 6,832 \approx \text{C}_6 \quad \text{H}: 82 - 12 \cdot 6 = 10 +$$

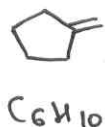
прогоним на след. стр.

Получили формулу C_6H_{10}

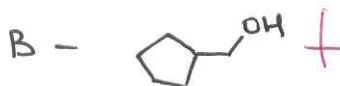
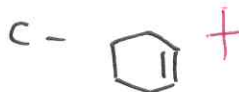
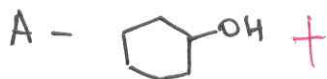
$$M = 12 \cdot 6 + 10 = 82 \text{ г/моль}$$



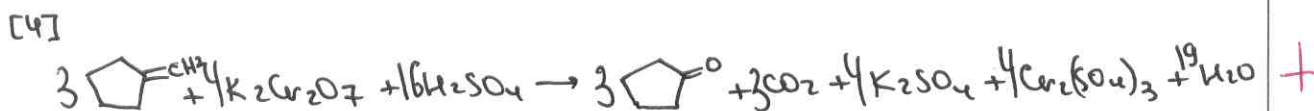
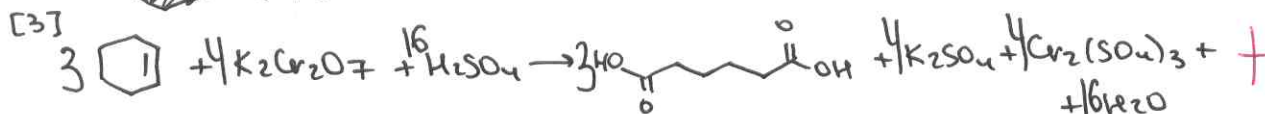
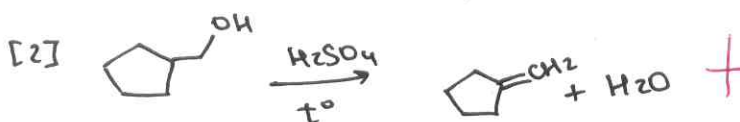
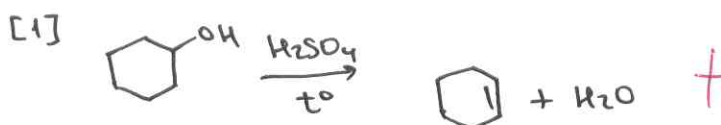
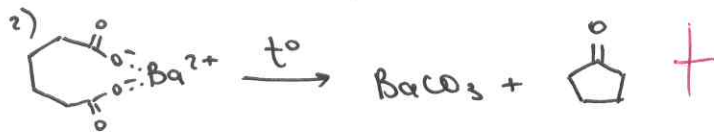
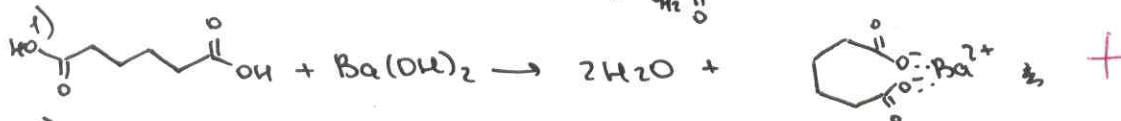
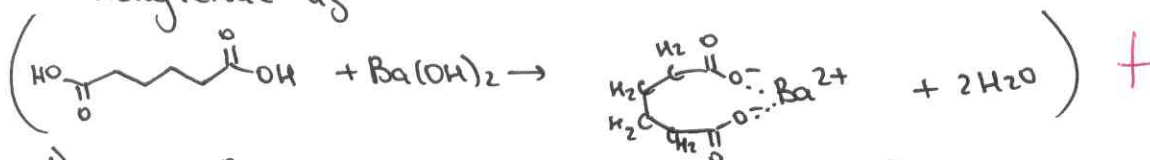
и

Только из окисл. продукта с
можно получить D $\Rightarrow$ с-циклогексен

Восстановим остальные соединения



Уравнение реакции:

Получение из C $\rightarrow$ D:

Задание 8.2

Чистовик

Предположим, что в соли X мольное соотношение $X : Mg = 1:1$
 $M(X) = 1,625 \cdot M(Mg) = 1,625 \cdot 24 = 39 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{калий} +$

Можно предположить, что в осадок A выпадает $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$, скорее всего квасцов $+$

$$M(A) = \frac{39}{0,0822} = 474,45 \text{ г/моль} - (39 + 27 + 96 \cdot 2) \text{ г/моль} = 216,45 \text{ г/моль}$$

$$\frac{216,45}{18} = 12 \text{ молекул} \Rightarrow 12 \text{ воды}$$

$X - K$ $+$ Также подсказкой явл. степени окисл. X в алюмосиликате:

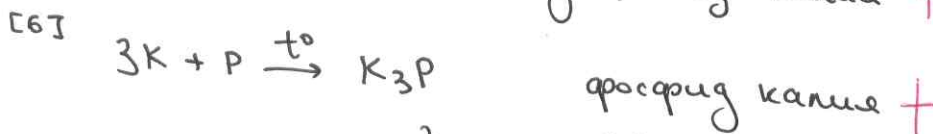
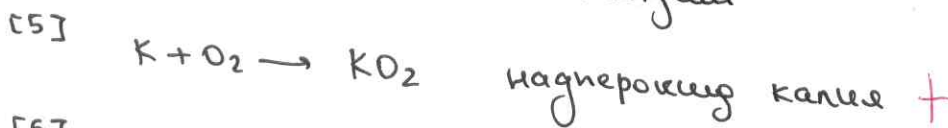
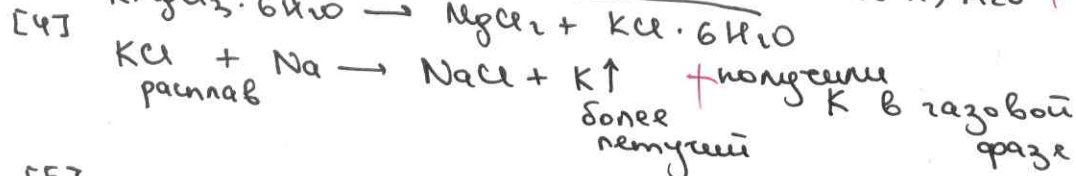
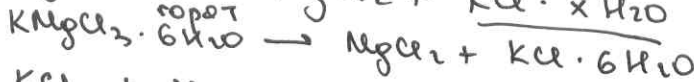
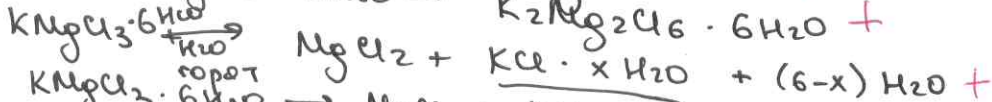
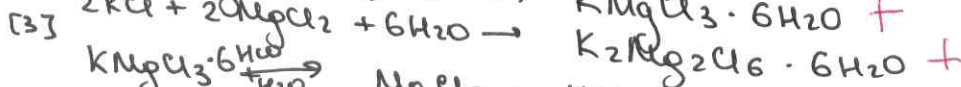
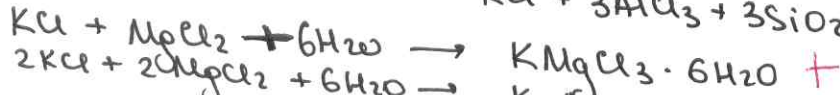
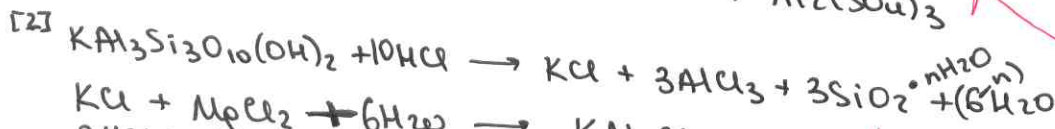
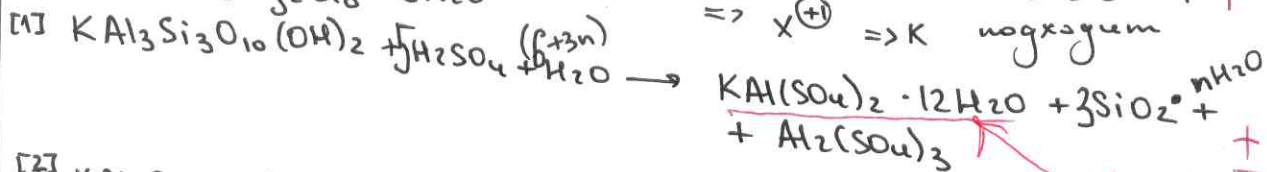
$A - KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ $+$

$B - KMgCl_3 \cdot 6H_2O$ или $K_2Mg_2Cl_6 \cdot 6H_2O$ $+$

$X Al_3Si_3O_{10}(OH)_2$

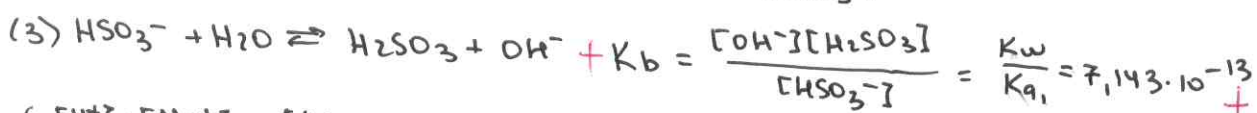
$$-2 \cdot 10 - 2 + 4 \cdot 3 + 3 \cdot 3 = -1 \quad +$$

$\Rightarrow X^{(+)} \Rightarrow K$ подходит $+$



Задание 6.1

$$c(NaHSO_3)_{исх} = \frac{2,08}{104 \cdot 0,8} = 0,025 \text{ М} = c \quad +$$



$$\begin{cases} [H^+] + [Na^+] = [HSO_3^-] + 2[SO_3^{2-}] + [OH^-] \\ c = [Na^+] \\ c = [HSO_3^-] + [SO_3^{2-}] + [H_2SO_3] \\ Ka_2 = \frac{[H^+][SO_3^{2-}]}{[HSO_3^-]} + Kb = \frac{[OH^-][H_2SO_3]}{[HSO_3^-]} \end{cases}$$

За счёт того, что мы пренебрегаем (3) стадией (т.к. $Kb \ll Ka_2$), в р-ре преобладают ионы $[H^+] \Rightarrow$ получаем кислую среду $+$

Чистовик

Т.к. $K_b \ll K_{a2}$, можем пренебречь существованием формы $[K_2SO_3]$

$$\begin{cases} [H^+] + c = [HSO_3^-] + 2[SO_3^{2-}] + [OH^-] \\ c = [HSO_3^-] + [SO_3^{2-}] + \cancel{[H_2SO_3]} \end{cases}$$

$\frac{K_w}{[H^+]}$

$$[SO_3^{2-}] = \frac{K_{a2} \cdot [HSO_3^-]}{[H^+]}$$

$$c = [HSO_3^-] + \frac{K_{a2} [HSO_3^-]}{[H^+]} = [HSO_3^-] \left(1 + \frac{K_{a2}}{[H^+]} \right)$$

$$[HSO_3^-] = \frac{c}{1 + \frac{K_{a2}}{[H^+]}} \quad [SO_3^{2-}] = \frac{K_{a2} \cdot c}{\left(1 + \frac{K_{a2}}{[H^+]} \right) \cdot [H^+]} = \frac{K_{a2} \cdot c}{[H^+] + K_{a2}}$$

Подставим всё в ур-е электронейтральности:

$$[H^+] + 0,025 = \frac{0,025}{1 + \frac{K_{a2}}{[H^+]}} + 2 \cdot \frac{K_{a2} \cdot 0,025}{[H^+] + K_{a2}} + \frac{K_w}{[H^+]}$$

$$K_{a2} = 6,2 \cdot 10^{-8}$$

$$[H^+] + 0,025 = \frac{0,025}{\left(1 + \frac{6,2 \cdot 10^{-8}}{[H^+]} \right)} + 2 \cdot \frac{6,2 \cdot 10^{-8} \cdot 0,025}{([H^+] + 6,2 \cdot 10^{-8})} + \frac{10^{-14}}{[H^+]}$$

$$[H^+] = 3,934 \cdot 10^{-5} \text{ М}$$

$$pH = -\log_{10}(3,934 \cdot 10^{-5}) = 4,405$$

Ответ: кислая, $pH = 4,405$

Задание 2.3

При опухании в олеум (смесь SO_3 и H_2SO_4 конц.) на конце иглы остаётся эта смесь, на воздухе конц. $SO_3 + H_2SO_4$ отнимает влагу из воздуха, происх. экзотермич. реакции: $SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$, температура повышается.

$\Rightarrow$ в 3 склянке олеум

H_2PO_4 менее концентрир. $\Rightarrow$ медл. насыщ. водой из воздуха $\Rightarrow$ длительное время нет изменений

$\Rightarrow$ в 2 склянке H_2PO_4 (85%)

CH_3COOH склонна к испарению, а процесс испарения сопровождается охлаждением $\Rightarrow$ температура иглы

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

сначала будет $+$ уменьшаться, а потом ^{Чистовик} вернётся до комнатной

$\Rightarrow$ в 1 клетке хлороформ (сниз)

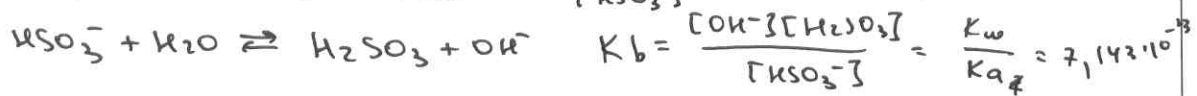
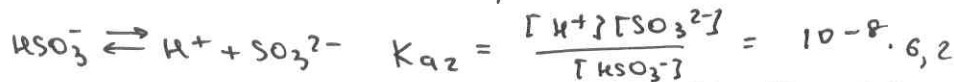
1 - хлороформ $+$

2 - фосфорная кислота (85%) $+$

3 - олеум $+$

6.1

$$c_{\text{NaHSO}_3} = c = 0,025 \text{ M}$$

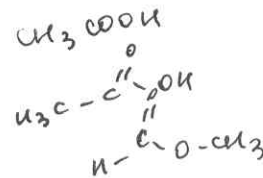


$K_b \ll K_{a2} \Rightarrow$ пренебрежём

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

$$c = [\text{HSO}_3^-] + [\text{SO}_3^{2-}] + [\text{H}_2\text{SO}_3]$$

$$[\text{HSO}_3^-] = \frac{[\text{H}^+][\text{SO}_3^{2-}]}{K_{a2}}$$



$$c = [\text{SO}_3^{2-}] \left(1 + \frac{[\text{H}^+]}{K_{a2}} \right) \quad [\text{SO}_3^{2-}] = \frac{c}{1 + \frac{[\text{H}^+]}{K_{a2}}}$$

$$[\text{H}^+] + c = \frac{[\text{H}^+] \cdot c}{K_{a2} + [\text{H}^+]} + \frac{2 \cdot c}{1 + \frac{[\text{H}^+]}{K_{a2}}} + \frac{K_w}{[\text{H}^+]} \quad [\text{HSO}_3^-] = \frac{[\text{H}^+] \cdot c}{K_{a2} \cdot \left(1 + \frac{[\text{H}^+]}{K_{a2}} \right)}$$

$$[\text{H}^+] = 3,9339 \cdot 10^{-5} = \frac{[\text{H}^+] \cdot c}{K_{a2} + [\text{H}^+]}$$

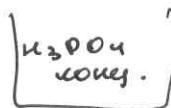
2.3



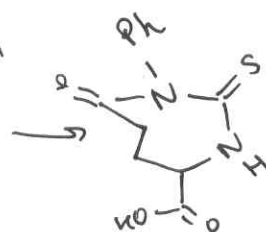
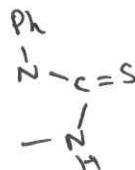
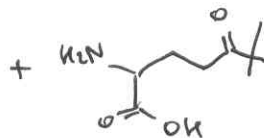
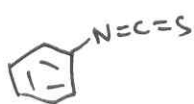
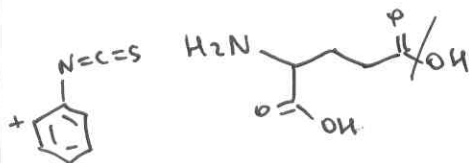
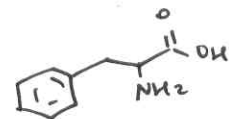
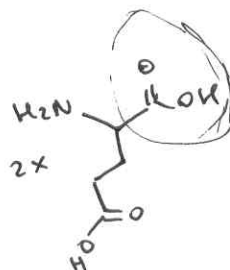
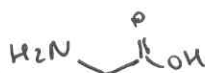
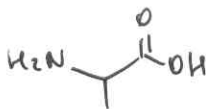
компл.т



компл.т



компл.т



! не полимеризуется

Черновик

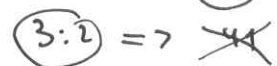
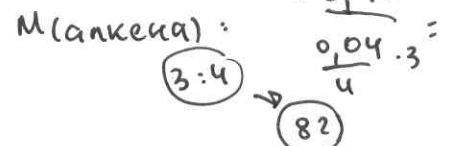
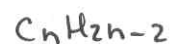
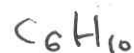
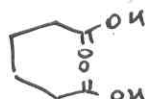
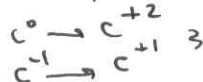
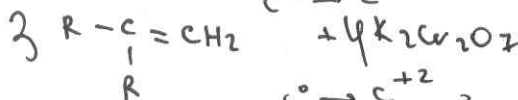
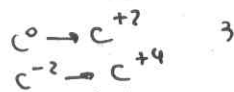
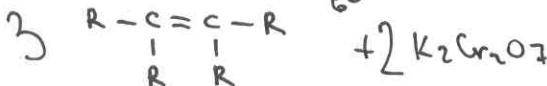
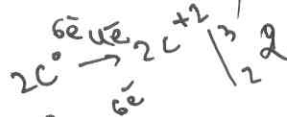
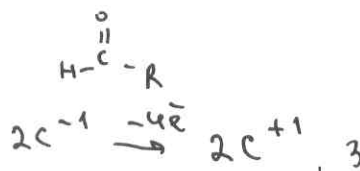
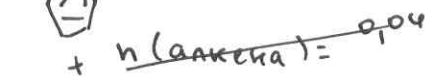
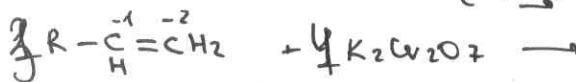
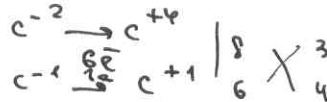
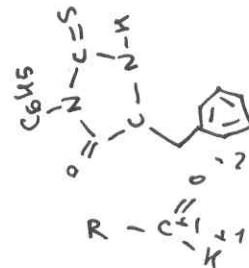
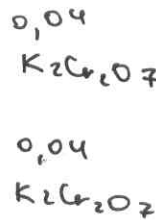
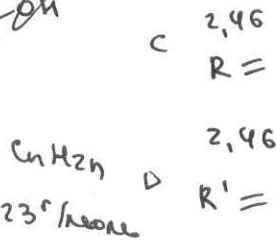
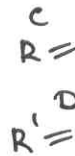
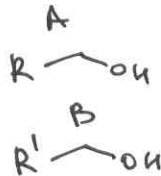
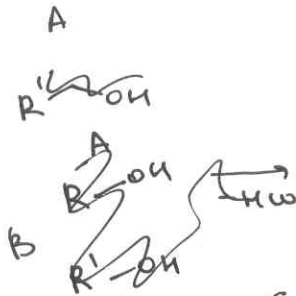
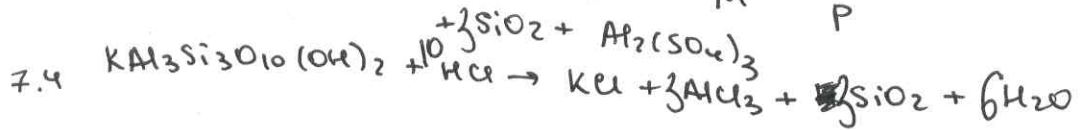
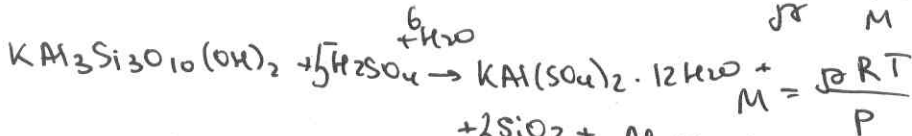
A B

$$PV = nRT$$

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

$$M(\text{меш}) = 40,492$$

$$\frac{P}{\rho} = \frac{RT}{M}$$



1.4

28 n

$$6x + y + 8z = 32$$

$$6x + 8z = 28$$

$$6x + 8z = 28$$

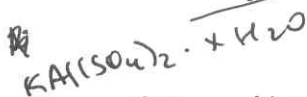
$$C_2H_4O_2$$

KK2804.



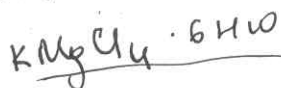
$$\frac{x}{24} = 1,625$$

2.3



41

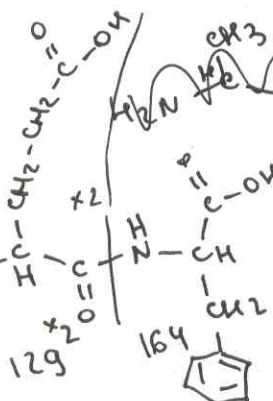
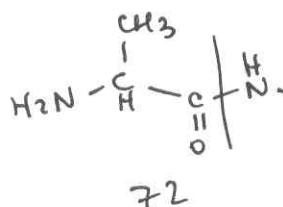
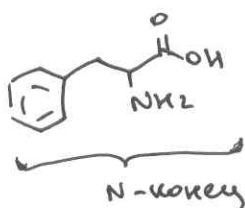
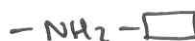
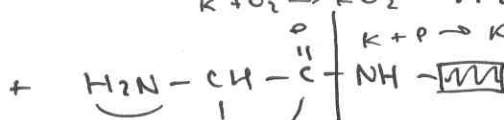
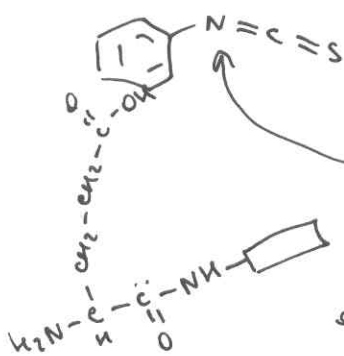
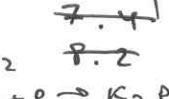
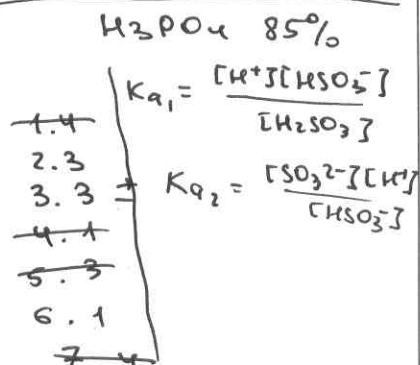
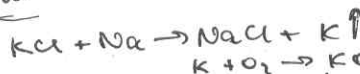
1- олеум, H_2SO_4

$$2 - \text{CHCl}_3$$
 $x - k$

X - K
A - $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$

В - КМ₂Si₂·6H₂O

3.3

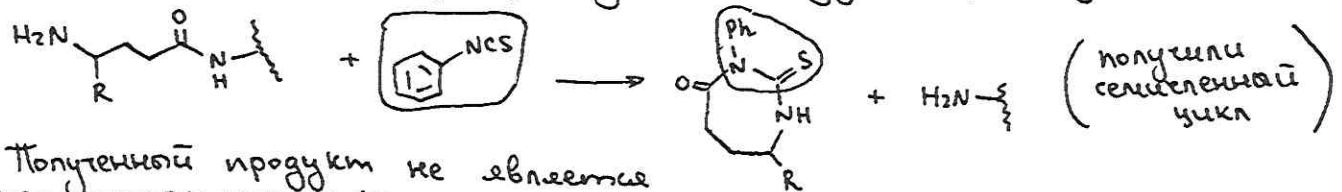


Вновь
оценки ставить.
Итоговая оценка 92 балла.

Председателю апелляционной комиссии
олимпиады школьников „Ломоносов“
Ректору МГУ имени М.В. Ломоносова
академику В.А. Садовничему
от участника заключительного этапа по
профилю „химия“
Хисаметдиновой Алина Ильдаровна

апелляция.

Прошу пересмотреть мой индивидуальный предварительный результат заключительного этапа, а именно 92 балла, поскольку считаю, что в задании 3.3 изображённая мной структура пептида, не реагирующего с фенилизотиоцианатом, подходит под условие. По механизму в предложенном мной пептиде, амидную группу N-конца и аминокгруппу N-конца разделяют более, чем 1 атом углерода, образование пятичленного цикла по реакции Эдмана не будет происходить:



Полученный продукт не является пятичленным циклом (тиогидантоином) => изображённый мной пептид не будет реагировать с реактивом Эдмана

Также прошу пересмотреть выставленный балл за задание 5.3 (пункт 2). Мной верно выполнены промежуточные расчёты по уравнению Менделеева - Клапейрона (газовой смеси), сделан вывод о том, что HCl находится в избытке и верно рассчитано количества веществ оставшиеся HCl и соли $\left(\text{H}_3\text{C}-\text{NH}_2^+ \right)$, допущена ошибка лишь в последних вычислениях.

Подтверждаю, что я ознакомлена с Положением об апелляциях на результаты олимпиады школьников „Ломоносов“ и осознаю, что мой индивидуальный предварительный результат может быть изменён, в том числе в сторону уменьшения количества баллов.

20 марта 2025 года

(Хисаметдинова А.И.)