



67-41-13-94

(45.8)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Ломоносов“
наименование олимпиады

по Химии
профиль олимпиады

Латынина Даниил Станиславович
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

« 2 » марта 2025 года

Подпись участника

67-41-13-94

(45.8)

1 2 3 4 5 6 7 8 9
6 6 3 3 10 14 18 18 17 92

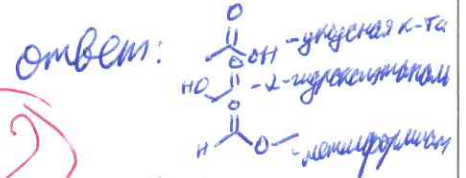
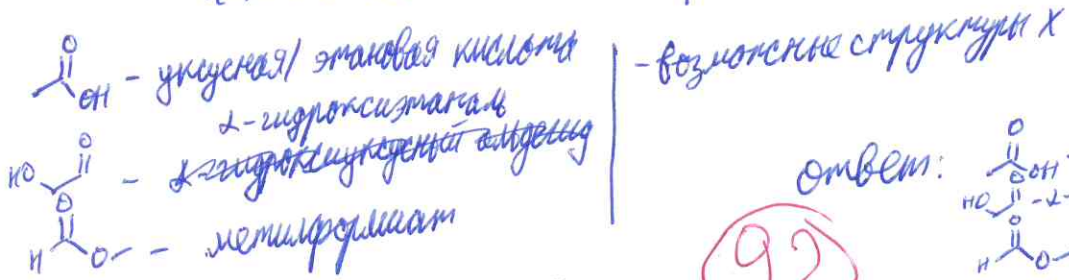
№ 4.

$$\begin{array}{l} \text{C} - 8e; 6n \\ \text{O} - 8e; 8n \\ \text{H} - 1e; 0n \end{array} \Rightarrow n(\text{H}) = n(e) - n(n) = 32 - 28 = 4 \Rightarrow 4 \text{ H}' \text{ в молекуле}$$

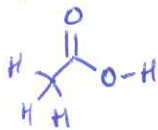
$$n(\text{C}) \cdot 6 + n(\text{O}) \cdot 8 = 28 - \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 - \text{X}$$

$$n(e) = 2 \cdot 6 + 2 \cdot 8 + 4 = 12 + 16 + 4 = 32 \Rightarrow \text{X} - \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$$

$$n(n) = 2 \cdot 6 + 2 \cdot 8 = 28$$



по образованию 1 связи идёт 2 e⁻ =>



нов. = 8 => n(e⁻) = 2 · 8 = 16 e⁻

n(e⁻) = 16

+

№ 3.

- 1- хлороформ, т.к. он начал быстро испаряться, тем самым понижая температуру смеси (+ он летучий и обладает низкой температурой кипения)
- 2 - концентрированная H₃PO₄ (т.к. она является сильным водоотнимающим агентом, но по широкоточности уступает oleum)
- 3 - oleum, т.к. вода из воздуха начинает интенсивно испаряться, помогая растворять oleum, которая со временем превращается в серную кислоту по реакции SO₃ + H₂O → H₂SO₄

ответ: 1- CHCl₃ (хлороформ)
 2- H₃PO₄ конц. (фосфорная кислота)
 3- H₂SO₄ · xSO₃ (oleum)

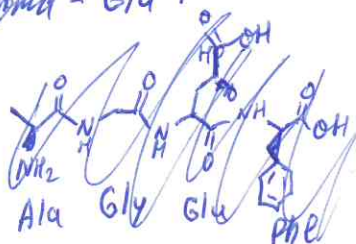
② дополнительное получение воды концентрировало испарение, что позволило добиться + повысить

№ 3.3.

1- реакция с карбоксипептидазой даёт Phe => это C-конец

2- 1 аминокислота - Ala
 2 аминокислота - Gly
 3 аминокислота - Glu

=> пептид - Ala-Gly-Glu-Phe



M (Ala-Gly-Glu-Phe) = 394

ΔM = 551 - 394 = 157 ч.м.в.

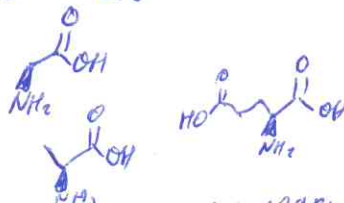
№3.3 Т.к. $\Delta M \neq 0 \Rightarrow$ присутствуют другие аминокислотные остатки

тех же аминокислот

$$M(\text{Gly}) = 61 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{Glu}) = 147 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{Ala}) = 75 \text{ г/моль}$$



(продолжение)

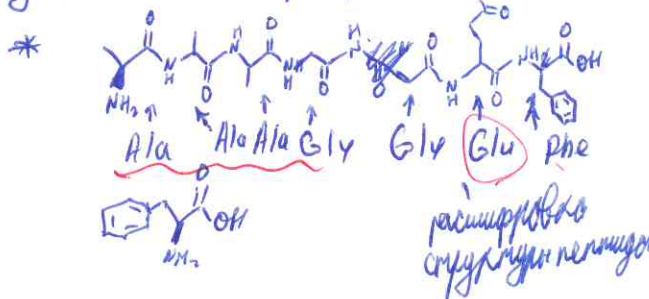
Phe не может быть, т.к. его нет в продуктах реакции с фенилдигомоцианатом
В пептидной последовательности у аминокислот образуется амидная связь, уходит $\text{H}_2\text{O} \Rightarrow$

$$M(\text{Gly}_{\text{ост.}}) = 61 - 18 = 43 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{Glu}_{\text{ост.}}) = 129 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{Ala}_{\text{ост.}}) = 57 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{Phe}_{\text{ост.}}) = 147 \text{ г/моль}$$



$$M_{\text{пепт.}} = x \cdot M(\text{Gly}_{\text{ост.}}) + y \cdot M(\text{Glu}_{\text{ост.}}) + z \cdot M(\text{Ala}_{\text{ост.}}) + a \cdot M(\text{Phe}_{\text{ост.}}) + M(\text{H}_2\text{O}) = 551 \text{ г/моль}$$

Если $x=2$, то $\Delta M = 551 - 523 = 28 \text{ г/моль}$ - аминокислота $\Rightarrow y=1$ тогда

$$x=2$$

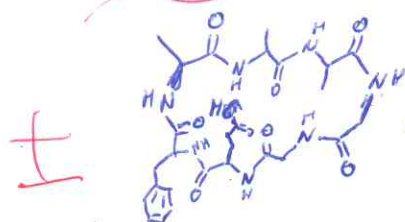
$$y=1$$

$$z=3$$

$$a=1$$

— Ala-Ala-Ala-Gly-Glu-Phe - исходный пептид*

— набор чисел, удовлетворяющий $M_{\text{пептида}} = 551 \text{ г/моль}$? арифметика



- пептид, не реагирующий с фенилдигомоцианатом
ввиду отсутствия $-\text{NH}_2$ фрагментов

Ala-Ala-Ala-Gly (за цепь)
Phe-Glu-Gly

№4.1.



(т.к. Cu^+ склонен к диспропорционированию)

$$n(\text{AgNO}_3) = \frac{255 \cdot 0,2}{M(\text{AgNO}_3)} = \frac{51}{108+14+48} = 0,3 \text{ моль} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ столько всего в растворе

$$m_{\text{проб.}} = 100 - m(\text{Cu}) + m(\text{Ag})$$

Если из раствора ушло x моль Ag, то осталось $\frac{x}{2}$ моль Cu

$$m_{\text{р-ра}} = m_{\text{H}_2\text{O}} + m(\text{AgNO}_3) + m(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 255 \cdot 0,8 + (0,3-x) \cdot M(\text{AgNO}_3) +$$

$$+ \frac{x}{2} \cdot M(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = 204 + 0,51 - 170x + 94x = 255 - 76x \text{ г}$$

$$\omega(\text{AgNO}_3) = \frac{m(\text{AgNO}_3)}{m_{\text{р-ра}}} \Rightarrow 0,041 = \frac{(0,3-x) \cdot 170}{255 - 76x} \Rightarrow x = 0,2 \text{ моль} (0,1998) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m_{\text{проб.}} = 100 - m(\text{Cu}) + m(\text{Ag}) = 100 - 0,1 \cdot 64 + 0,2 \cdot 108 = 115,2 \text{ г. Ответ: } 115,2 \text{ г.}$$

N5.3

$$D_1 = 1,656 \text{ г/л} \Rightarrow M_{\text{см.}} = 40,5 \text{ г/моль} \quad +$$

$$101325 \cdot 10^{-3} = \frac{1,656}{M} \cdot 8,314 \cdot 298,15$$

$$D_2 = 40 \text{ г/моль}$$

Жога смесь пропускали через все органические газы поглотителя $\Rightarrow$

$\Rightarrow D_2 = M(B) \Rightarrow B = \text{Ar}$ (Б.т.к. Аргон не поглощается, а Ar не поглощается (поглощает) + Ar создает инертную среду)

$$D_1 = \frac{9}{10} \cdot M(\text{Ar}) + \frac{1}{10} \cdot M(A) = 40,5 \text{ г/моль} \Rightarrow M(A) = 45 \text{ г/моль} -$$

$$\uparrow \text{т.к. } V \downarrow \text{ на } 10\% \Rightarrow V_{\text{Ar}} : V_A = 9 : 1$$

- соответствует диметиламину



В 2,445 л смеси - 0,2445 м - N

$$\rho(\text{C}_2\text{H}_5\text{N}) = 0,01 \text{ моль} \quad (9,99 \cdot 10^{-3} \text{ моль})$$

$$\rho(\text{HCl}) = C \cdot V = 0,15 \cdot \frac{200}{1000} = 0,03 \text{ моль} \Rightarrow$$

$\Rightarrow \rho(\text{HCl})$ в избытке

$$\rho(\text{HCl}_{\text{покр.}}) = 0,03 - \rho(\text{C}_2\text{H}_5\text{N}) = 0,03 - 0,01 = 0,02 \text{ моль}$$

$$\rho(\text{N}_2\text{H}_5^+) = \rho(\text{C}_2\text{H}_5\text{N}) = 0,01 \text{ моль}$$

$$C_{\text{HCl}} = \frac{\rho_{\text{HCl}}}{V} = \frac{0,02}{0,2} = 0,1 \text{ М}$$

$$C_{\text{N}_2\text{H}_5^+} = \frac{\rho_{\text{N}_2\text{H}_5^+}}{V} = \frac{0,01}{0,2} = 0,05 \text{ М}$$

ответ: А - N - диметиламин

Б - Ar - аргон

$$C(\text{HCl}_{\text{покр.}}) = 0,1 \text{ М}$$

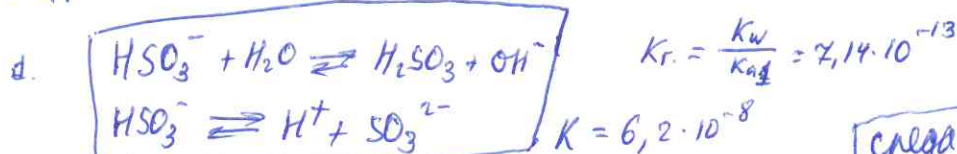
$$C(\text{N}_2\text{H}_5^+) = 0,05 \text{ М}$$

по 3-му уравнению Клапейрона

$$pV = \rho RT$$

$$101325 \cdot 0,2445 \cdot 10^{-3} = \rho_{\text{C}_2\text{H}_5\text{N}} \cdot 298,15 \cdot 8,314$$

N 6.1



среда кислая
т.к. гидроксилов меньше
даем кислую среду

$C(\text{NaHSO}_3) = \frac{2,08}{M(\text{NaHSO}_3)} = \frac{2,08}{23+1+32+48} = \frac{13}{750} \text{ моль}$

$C(\text{NaHSO}_3) = \frac{V(\text{NaHSO}_3)}{V(\text{NaHSO}_3)} = \frac{13}{750} = \frac{13}{600} \text{ М} = C(\text{HSO}_3^-)$

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

$K_{a1} = \frac{[\text{H}^+][\text{HSO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{SO}_3]}$ $\Rightarrow \frac{K_w}{K_{a1}} = K_r = \frac{[\text{H}_2\text{SO}_3]}{[\text{OH}^-][\text{HSO}_3^-]}$

$K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-]$ $K_r = \frac{10^{-14}}{1,4 \cdot 10^{-2}} = 7,14 \cdot 10^{-13}$

$[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}^+]}$

$C(\text{Na}^+) = C(\text{HSO}_3^-) = C(\text{NaHSO}_3) = \frac{13}{600} \text{ М}$

т.к. электролит сильный

второй:

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

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

$C(\text{HSO}_3^-) = [\text{HSO}_3^-] + [\text{SO}_3^{2-}] + [\text{H}_2\text{SO}_3] - \text{мат. баланс}$

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

$[\text{HSO}_3^-] = \frac{[\text{H}^+][\text{SO}_3^{2-}]}{K_{a2}}$ $[\text{SO}_3^{2-}] = \frac{K_{a2} \cdot [\text{HSO}_3^-]}{[\text{H}^+]}$ 10^{-22} (можно пренебречь)
 $[\text{H}_2\text{SO}_3] = \frac{K_r \cdot K_w \cdot [\text{HSO}_3^-]}{[\text{H}^+]}$

$\frac{13}{600} = [\text{HSO}_3^-] \cdot \left(1 + \frac{K_{a2}}{[\text{H}^+]} + \frac{K_r K_w}{[\text{H}^+]}\right)$

$\frac{13}{600} [\text{H}^+] = [\text{HSO}_3^-] \cdot \left(1 + 2 \cdot \frac{K_{a2}}{[\text{H}^+]}\right)$

$[\text{HSO}_3^-] = \frac{13}{600 \cdot \left(1 + \frac{K_{a2}}{[\text{H}^+]} + \frac{K_r K_w}{[\text{H}^+]}\right)}$

$\frac{13}{600} + [\text{H}^+] = \frac{13}{600 \cdot \left(1 + \frac{K_{a2}}{[\text{H}^+]} + \frac{K_r K_w}{[\text{H}^+]}\right)} \cdot \left(1 + 2 \cdot \frac{K_{a2}}{[\text{H}^+]}\right)$

$[\text{H}^+] = 3,662 \cdot 10^{-5} \text{ М}$

$\Rightarrow$ пренебрегаем K_r , т.к. она меньше K_{a2} на 5 порядков, тогда

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

$K_{a2} = \frac{x^2}{1-x} \Rightarrow x = 1,69 \cdot 10^{-3}$

$x = [\text{H}^+] = 3,66 \cdot 10^{-5} \Rightarrow \text{pH} = 4,4365$

	H^+	SO_3^{2-}	HSO_3^-
б	0	0	1
п	х	х	-х
с	х	х	с(1-х)

$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = 4,4362$

аддитивность водн. раствора
т.к. он на 2 порядка меньше $[\text{H}^+]$

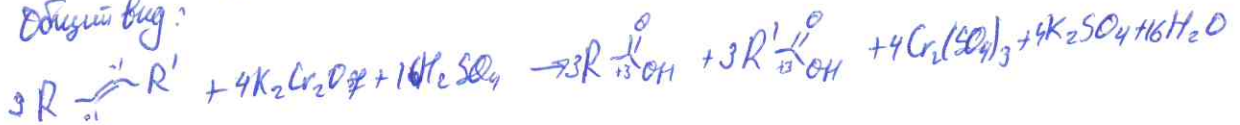
ответ: $\text{pH} = 4,4362$, среда кислая

если пренебрегаем K_r , то ответ получается такой же

N.Х.У

Т.к. в окислении участвует одинаковое кол-во $K_2Cr_2O_7$, то алкены имеют одинаковое число заместителей алкенов не различаются, т.к. в тапсисуке будет разное кол-во $K_2Cr_2O_7$

Общий вид:



$$\frac{\Delta_{\text{алк.}}}{\Delta_{K_2Cr_2O_7}} = \frac{3}{4}$$

$$\Delta_{K_2Cr_2O_7} = C \cdot V = 0,04 \text{ моль}$$

$$\Delta_{\text{алк.}} = 0,03 \text{ моль}$$

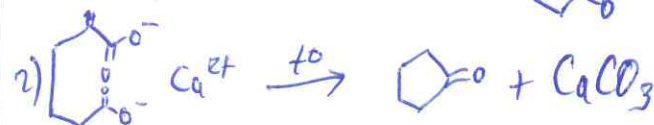
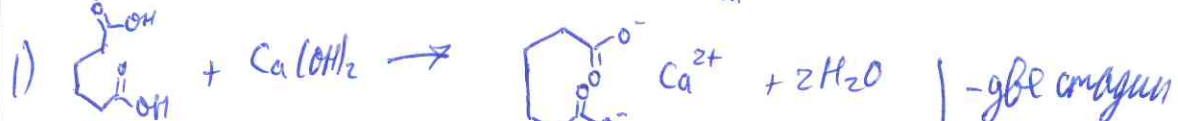
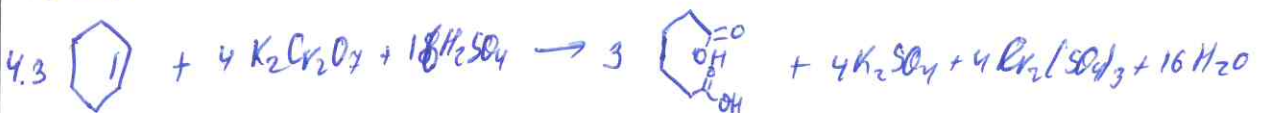
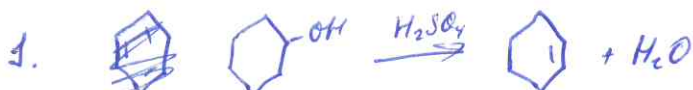
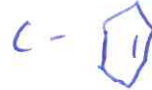
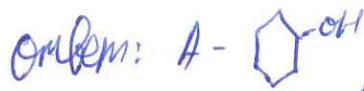
$$\text{Мол.} = \frac{\text{мол.}}{\Delta_{\text{алк.}}} = 82 \text{ з/моль} - \text{не соответствует формуле циклопентанола,}$$

однако это может быть циклоалкен



при таких формулах выполняется переход из продукта окисления

в продукт окисления в две стадии, тогда:



N 8.2

$$CO(x) = \frac{2 \cdot 10 + 2 - 3 \cdot 3 - 3 \cdot 4}{3} = 1 \Rightarrow X^+ - \text{катион в алюмосиликате} +$$

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

$$+ W(x) = 8,22\% = \frac{M(x)}{M(x) + 27 + 2 \cdot (96) + 18 \cdot 12} \Rightarrow M(x) = 38,96 \Rightarrow \underline{X-K} +$$

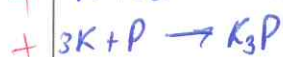
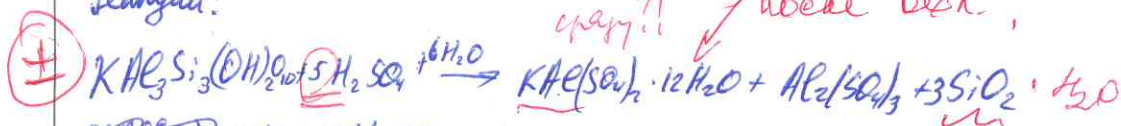
+ A - $KAe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$

$$+ B - $KMgCl_3 \cdot 6H_2O$ Т.к. $\frac{w(K)}{w(Mg)} = 1,625 \Rightarrow \frac{n \cdot M(K)}{m \cdot M(Mg)} = 1,625$
 при $n=1$ $m=1$ $\frac{39}{24} = 1,625$ верно$$

+ $KMgCl_3 \cdot 6H_2O$

Вещество - металлы, K, т.к. K более легкий, чем Mg

Реакции:



Ответ: X - K

A - $KAe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$

B - $KMgCl_3 \cdot 6H_2O$