



Выход 12⁴³ - 12⁴⁸
Александр

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Авербух Александр Львович
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

« 02 » марта 2025 года

Подпись участника

Александр

ЧИСТОВИК

Ш1.5.

соединение X - $C_xH_yO_z$

По таблице Менделеева определить, что C углерод содержит 6e и 6W, H водород - 1e и 0W, O кислород - 8e и 8W. Следовательно, кол-во атомов H равно: $y = 40 - 34 = 6$. +

Тогда C и O вместе содержат следующее кол-во e: $40 - 6 = 34e$.

$$6x + 8z = 34$$

x	y
?	1
?	2

$$\rightarrow x = \frac{34 - 8 \cdot 1}{6} = 4,3 \text{ - не подходит}$$

$$\rightarrow x = \frac{34 - 8 \cdot 2}{6} = 3 \rightarrow \text{формула соединения - } C_3H_6O_2$$

$CH_3-CH_2-C(=O)OH$ - пропионовая кислота +

Исвежен. 2e = 22e - участвует в образовании химических связей. +

Отмет: $CH_3-CH_2-C(=O)OH$ - пропионовая кислота; 22e.

Ш2.4.

1) бензол - легкоиспаряющаяся жидкость, а испарение - эндотермический процесс. Следовательно, t быстро упала, и после испарения + бензола вернулась к комнатной.

2) вазелиновое масло - из-за высокой концентрации ~~вещества~~ в растворе жидкость не может ни испариться, ни поглотить воду. В связи с этим t не изменяется.

3) H_2SO_4 / конц. - высококипящая жидкость, а поглощение воды сопровождается выделением энергии. Как следствие, t повышается. +

Ш3.2.

Исходя из условия можно предположить, что дан тетрапептид.

Тогда M скелета без R = $74 \text{ г/моль} \cdot 4 - 18 \text{ г/моль} \cdot 3 = 242 \text{ г/моль}$

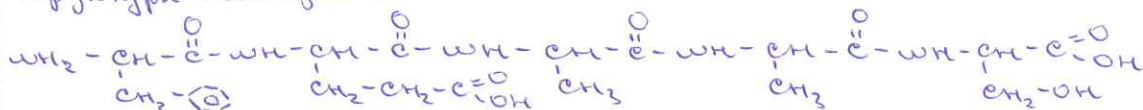
M пептида = $242 + 91 + 43 + 15 + 31 = 452 \text{ г/моль}$

По условию M пептида = $523 \text{ г/моль} \rightarrow$ дан пентапептид. Найду

недостающую АМК: $452 + 74 - 18 = 508 \text{ г/моль}$

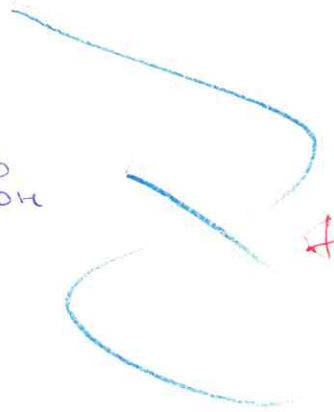
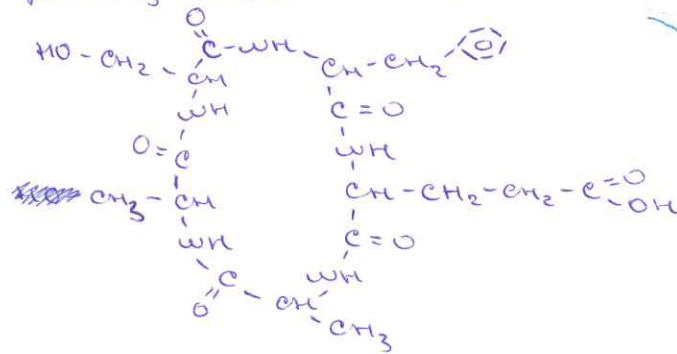
$523 - 508 = 15 \text{ г/моль} \rightarrow$ недостающая АМК - аланин. +

Структура пептида А:

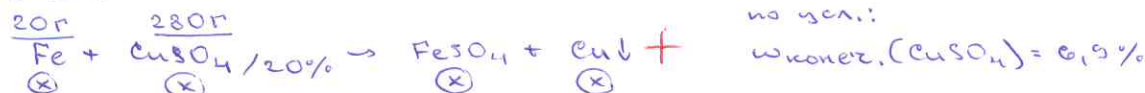


Первые 3 радикала с N-конца пептида располагаются в том же порядке, что и в пептидах при реакции с пептидом дитерминационно-указана пептидантоном. Серин находится первым с C-конца. Аланин - второй по счёту от C-конца.

Лептид е такъв же аминокислотен състав, но не реагирува с фенилтиоцианатом:



УЧ.5.



$$n(\text{CuSO}_4) = \frac{m_{\text{в-ва}}}{M} = \frac{0,2 \cdot 280 \text{ г}}{160 \text{ г/моль}} = 0,35 \text{ моль}$$

$$n(\text{Fe}) = \frac{m}{M} = \frac{20 \text{ г}}{56 \text{ г/моль}} = 0,357 \text{ моль}$$

Получа $n(\text{Fe}) = n(\text{CuSO}_4) = n(\text{FeSO}_4) = n(\text{Cu}) = \text{X}$ (по УХР).

$$m_{\text{конст. в-ва}}(\text{CuSO}_4) = 160(0,35 - x)$$

$$m_{\text{конст. р-ра}} = 280 + 56x - 64x$$

$$\omega(\text{CuSO}_4) = \frac{m_{\text{в-ва}}}{m_{\text{р-ра}}} \rightarrow 0,069 = \frac{160(0,35 - x)}{280 - 8x} \rightarrow 19,32 - 0,552x = 56 - 160x$$

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

$$x = 0,23 \text{ (моль)}$$

$$m_{\text{конст. р-ра}} = 20 \text{ г} - 56 \text{ г/моль} \cdot 0,23 \text{ моль} + 64 \text{ г/моль} \cdot 0,23 \text{ моль} = 21,84 \text{ г}$$

Ответ: 21,84 г.

УЧ.1.

$$V_{\text{м смеси}} = \frac{nRT}{p} = \frac{1 \text{ моль} \cdot 8,314 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} \cdot 303 \text{ К}}{101,325 \text{ кПа}} = 24,862 \text{ л}$$

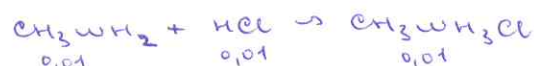
$$M_B = pV = 1,609 \text{ г/л} \cdot 24,862 \text{ л} = 40 \text{ г/моль} \rightarrow \text{инертный газ B} - \text{Ar}$$

Т.к. Ar в смеси газов 20%, то A:B = 4:1.

$$M_{\text{смеси}} = pV = 1,536 \text{ г/л} \cdot 24,862 \text{ л} = 38,188 \text{ г/моль}$$

$$M_{\text{смеси}} = \frac{1M_A + 4M_B}{1+4} \rightarrow 38,188 = \frac{M_A + 4 \cdot 40}{5}$$

$$M_A = 5(38,188 - 32) = 31 \text{ г/моль} \rightarrow \text{газ A с неприятным запахом - органическое соединение, т.к. M_A имеет нечётное значение. A - CH}_3\text{NH}_2$$



$$n_{\text{смеси}} = \frac{pV}{RT} = \frac{101,325 \text{ кПа} \cdot 1,243 \text{ л}}{8,314 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} \cdot 303 \text{ К}} = 0,05 \text{ моль}$$

$$n_{\text{общ.}}(\text{HCl}) = cV = 0,12 \text{ М} \cdot 0,25 \text{ л} = 0,03 \text{ моль}$$

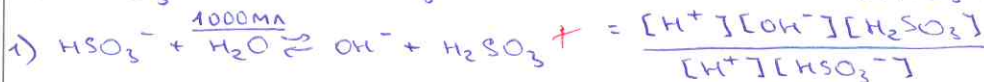
$$n_{\text{прореаг.}}(\text{HCl}) = 0,01 \text{ моль} \rightarrow n_{\text{ост.}}(\text{HCl}) = 0,03 - 0,01 = 0,02 \text{ моль}$$

$$c_{\text{конст.}}(\text{HCl}) = \frac{n}{V} = \frac{0,02 \text{ моль}}{0,25 \text{ л}} = 0,08 \text{ М}$$

$$\text{По УХР } n(\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}) = n(\text{HCl}) = 0,01 \text{ моль} \rightarrow c(\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}) = \frac{n}{V} = \frac{0,01 \text{ моль}}{0,25 \text{ л}} = 0,04 \text{ М}$$

$$\text{Ответ: } c(\text{HCl}) = 0,08 \text{ М}; c(\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}) = 0,04 \text{ М}.$$

д.в.ч.



$$K_{\text{p1}} = \frac{[\text{OH}^-][\text{H}_2\text{SO}_3]}{[\text{HSO}_3^-]}$$

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

т.к. $[\text{H}^+][\text{OH}^-]$ - ионное произведение воды

$$\text{и } \frac{[\text{H}_2\text{SO}_3]}{[\text{H}^+][\text{HSO}_3^-]} = \frac{1}{K_{\text{A1}}}, \text{ тогда:}$$

$$K_{\text{p1}} = K_{\text{p}} = \frac{10^{-14}}{K_{\text{A1}}} = \frac{10^{-14}}{1,4 \cdot 10^{-2}} = 7,143 \cdot 10^{-13}$$

$K_{\text{A2}} - K_{\text{p}}$
 $6,2 \cdot 10^{-8} - 7,143 \cdot 10^{-13} \rightarrow K_{\text{A2}} > K_{\text{p}} \rightarrow \text{pH} < 7$, среда слабокислая
Преобладающий процесс - диссоциация

по II ступени.



было	0,03	-	-
преобразовано	x	-	-
осталось	0,03-x	x	x

$$n(\text{H}_2\text{SO}_3) = \frac{m}{M} = \frac{3,12 \text{ г}}{104 \text{ г/моль}} = 0,03 \text{ моль}$$

$$\text{По УХР } n(\text{HSO}_3^-) = n(\text{H}_2\text{SO}_3) = 0,03 \text{ моль}$$

$$c(\text{HSO}_3^-) = \frac{n}{V} = \frac{0,03 \text{ моль}}{1 \text{ л}} = 0,03 \text{ М}$$

$$K_{\text{A2}} = \frac{[\text{H}^+][\text{SO}_3^{2-}]}{[\text{HSO}_3^-]} = \frac{x^2}{0,03-x} = 6,2 \cdot 10^{-8}$$

т.к. K_{A2} имеет очень маленькое значение и $x \ll 1$, можно пренебречь x .

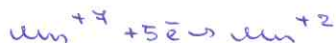
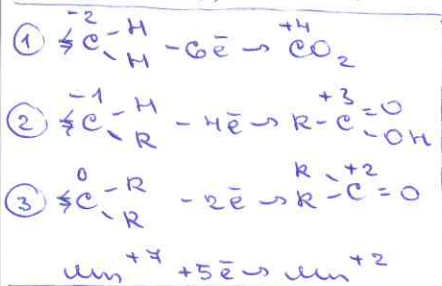
$$\frac{x^2}{0,03} = 6,2 \cdot 10^{-8} \rightarrow x^2 = 1,86 \cdot 10^{-9} \rightarrow x = 4,313 \cdot 10^{-5} = [\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg(4,313 \cdot 10^{-5}) = 4,4$$

Ответ: pH = 4,4.

д.в.ч.

$$n(\text{KMnO}_4) = cV = 0,16 \text{ М} \cdot 0,2 \text{ л} = 0,032 \text{ моль}$$



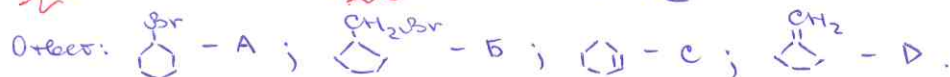
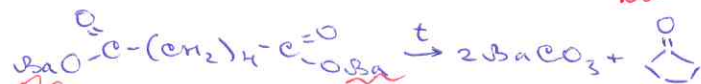
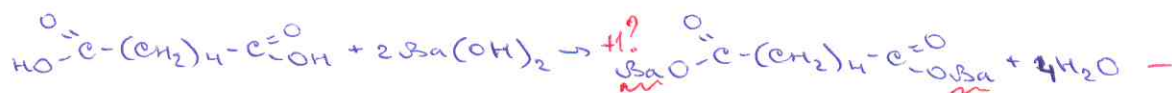
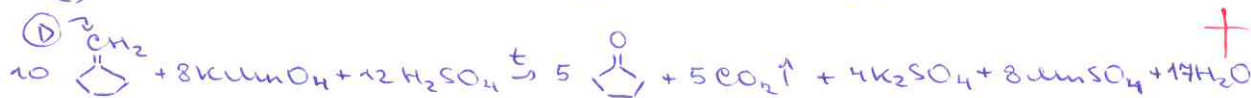
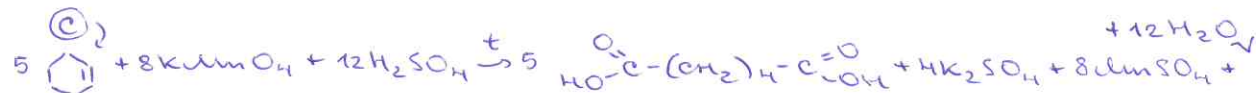
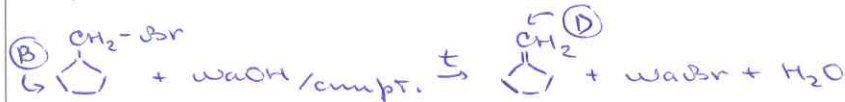
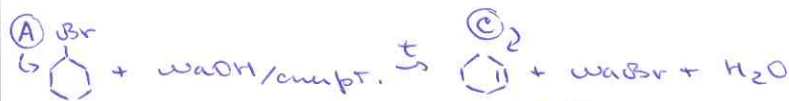
$$5\text{X}_1 + 4\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{MnX}_1 = 1,6 \text{ НГ} : 0,04 \text{ моль} = 41 \text{ г/моль} \rightarrow \boxed{\text{X}}$$

$$5\text{X}_2 + 6\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{MnX}_2 = 1,6 \text{ НГ} : 0,024 \text{ моль} = 66,7 \text{ г/моль} \rightarrow \boxed{\text{X}} \text{ алкен}$$

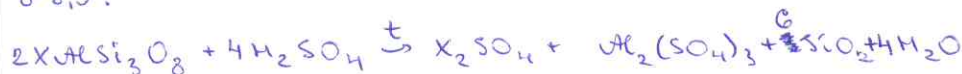
$$5\text{X}_3 + 8\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{MnX}_3 = 1,6 \text{ НГ} : 0,02 \text{ моль} = 82 \text{ г/моль} \rightarrow \boxed{\text{C}_6\text{H}_{10}}$$

$$5\text{X}_4 + 10\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{MnX}_4 = 1,6 \text{ НГ} : 0,016 \text{ моль} = 102,5 \text{ г/моль} \rightarrow \boxed{\text{X}}$$

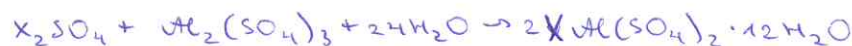
Следовательно, каждый из двух изомерных алкенов отдаёт по 8e.



§ 8,5.

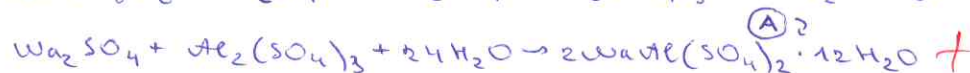
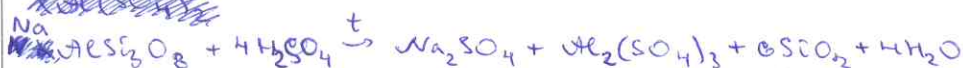


(X - щелочной металл, валентность I)

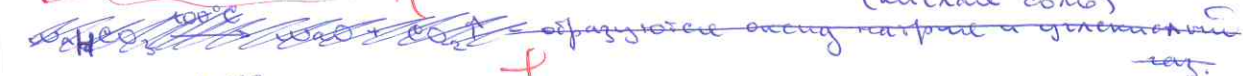
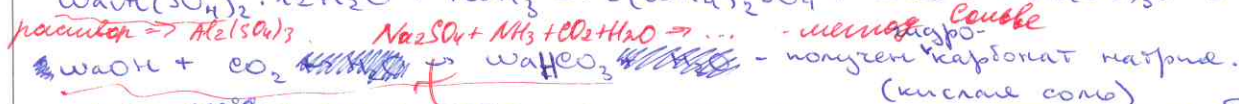


$\omega(\text{X}) = \frac{M(\text{X})}{M(\text{XAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O})} \rightarrow 0,0502 = \frac{M(\text{X})}{M(\text{X}) + 435}$ Пусть $M(\text{X}) = x$

$0,0502x + 21,834 = x \rightarrow 0,9498x = 21,834 \rightarrow x = 23 (\text{г/моль}) \rightarrow \text{X} - \text{Na} .$



$\frac{\omega(\text{Na})}{\omega(\text{Al})} = \frac{2,555}{n} \rightarrow n = \frac{24 \cdot 2,555}{23} = 3 \rightarrow \text{Na} : \text{Al} = 3 : 1 \rightarrow \text{В} - \text{Na}_3[\text{AlF}_6]$



Ответ: А - $\text{NaAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$; В - $\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$; элемент X - Na.

ЧЕРНОВИК

