



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант I

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов" по химии
наименование олимпиады

по Химии
профиль олимпиады

Икурова Кирилла Витальевича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«02» марта 2025 года

Подпись участника

91-86-29-28
(44.1)

Чистовик

№1.5С-6р 6п; О-8р; 8п; Н-1р

всего - 40е → 4ор и 34п. ⇒ в Н нет п, поэтому для расчёта С и О используем число п.

$$H = 40 - 34 = 6H$$

Пусть О=1, тогда $C = \frac{34-8}{6} = 4,3$ не может быть дробным

Пусть О=2, тогда $C = \frac{34-16}{6} = 3 = 3C2O$

Формула соединения - $C_3H_6O_2$

H_3C-CH_2-COOH — пропановая кислота

$H_2C-CH_2-C(=O)-H$ — пропаналь-3-ол
НО

Число е, участвующих в образовании связей - 22е (число связей · 2 =

= число электронов, одна связь образована 2-мя электронами)

№2.4 1. — бензол, органическое вещество испарилось, понизив температуру шупа, температура вернулась к комнатной за счёт энергии среды

2. — вазелиновое масло — температура не меняется, потому что не происходит испарения и поглощения.

3. — концентрированная серная кислота — температура повышается за счёт поглощения воды из воздуха

№3.2 М = 523 г/моль — пептида

Последовательность (от N-конца)

1. Фенилаланин
2. Глутаминовая кислота
3. Алаанин

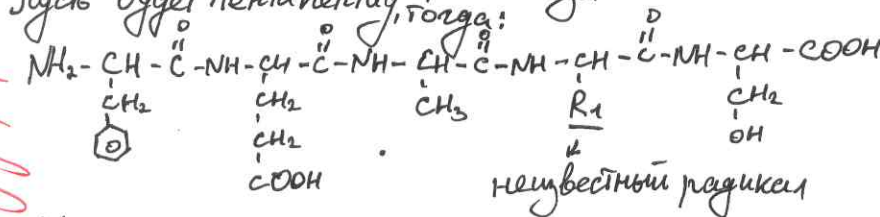
последний — серин

Пусть у нас тетрапептид. Тогда:

$$M_{4-п} = 74 \cdot 4 - 18 \cdot 3 + 91 + 73 + 15 + 31 = 452 \text{ г/моль} - \text{не соответствует условию}$$

М аминокислот без R — число уходящей воды при образовании пептидной связи

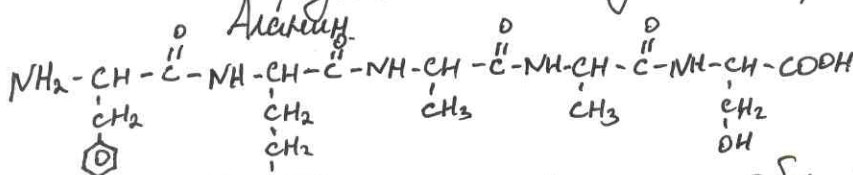
Пусть будет пентапептид, тогда:



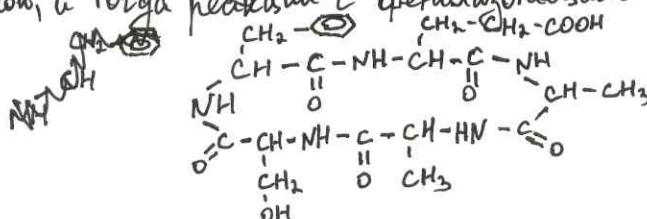
$$M_{5-п} = 74 \cdot 5 - 18 \cdot 4 + 91 + 73 + 15 + R_1 + 31 = 523$$

$$R_1 + 508 = 523$$

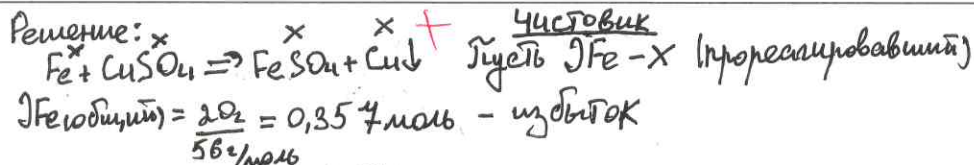
$R_1 = 15$ — М радикала соответствует — CH_3 , 4-я аминокислота — Алаанин.



Для того, чтобы пептид не реагировал, нужно, чтобы $-NH_2$ группа не была свободной, и тогда реакция с сернистым ангидридом:



$n_{Fe} = 20$
 $m_{Fe} = 280$
 $n_{CuSO_4} = 280$
 $n_{CuSO_4} = 0,069$



$m_{CuSO_4} = 280 \cdot 0,2 = 56$ $n_{CuSO_4} = \frac{56}{160 \text{ г/моль}} = 0,35 \text{ моль}$

После реакции осталось $n_{CuSO_4} = 0,069$, найдём n прореагировавшего $CuSO_4 - x$

$n = 0,069 = \frac{(0,35 \text{ моль} - x) \cdot 160 \text{ г/моль}}{280 + 56 \cdot x - 64 \cdot x}$

$19,32 + (-0,552x) = 56 - 160x$

$159,448x = 36,68$

$x = \frac{36,68}{159,448} = 0,23 \text{ моль}$

m взвеса после реакции = $280 - 56 \cdot 0,23 \text{ моль} + 64 \cdot 0,23 \text{ моль} = 21,842$

Ответ: m взвеса = $21,84 \text{ г}$

5.1 А — элемент Б — газ инертный (инертные газы без запаха)

Пусть n смеси = 1 моль, тогда найдём объём:

$pV = nRT$ (для вычисления в н.у.)

$V = \frac{nRT}{p} = \frac{1 \text{ моль} \cdot 8,314 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К} \cdot (30 + 273) \text{ К}}{1 \cdot 101,325 \text{ кПа}} = 24,862 \text{ л}$

$V_m = \frac{24,862 \text{ л}}{1 \text{ моль}} = 24,862 \text{ л/моль}$

Смесь пропустили через HCl , т.е. А прореагировало (объём — 0,2 — общей смеси),
 осталось только газ Б

$M_B = 1,609 \text{ г/л} \cdot 24,862 \text{ л/моль} = 40 \text{ г/моль} - \text{А} - \text{газ Б}$

Найдём А через М смеси:

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

Так как у нас газы соотношение V и n для газов смеси одинаково

$M_{\text{смеси}} = 38,188 \text{ г/моль} = \frac{M(A) \cdot 0,2 + M_B \cdot (1 - 0,2)}{1 \text{ моль}} = M(A) \cdot 0,2 + 32$

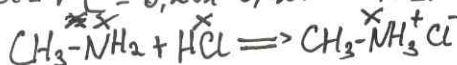
$M(A) = \frac{38,188 - 32}{0,2} = 20,94 \text{ г/моль}$

Исходя из условия (неприятный запах) и M_A можно предположить структуру — CH_3NH_2

II $V = 1,243 \text{ л}$ $V(HCl) = 250 \text{ мл} = 0,25 \text{ л}$

$n_{CH_3NH_2} = \frac{V}{V_m} \cdot 0,2 = \frac{1,243 \text{ л}}{24,862 \text{ л/моль}} \cdot 0,2 = 1 \cdot 10^{-2} \text{ моль} = 0,01 \text{ моль}$

$n_{HCl} = V \cdot C = 0,25 \text{ л} \cdot 0,12 \text{ моль/л} = 0,03 \text{ моль}$



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

$n_{CH_3NH_3^+Cl^-} = n_{CH_3NH_2} = 0,01 \text{ моль}$

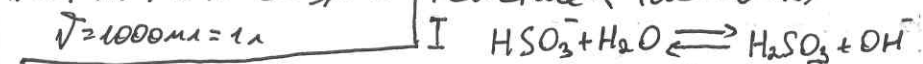
Так как $n_{CH_3NH_3^+Cl^-}$ образованного прибавлением CH_3NH_2 мало, объём раствора не изменился.

$C(CH_3NH_3^+Cl^-) = \frac{0,01 \text{ моль}}{0,25 \text{ л}} = 0,04 \text{ М}$

$C(HCl_{ост}) = \frac{0,02 \text{ моль}}{0,25 \text{ л}} = 0,08 \text{ М}$

№6.4 m NaHSO₃ = 3,12г | Решение (Чистовик)

$$V = 1000 \text{ мл} = 1 \text{ л}$$



Определим константа для определения преобладающей реакции

$$K_2 = \frac{[\text{H}_2\text{SO}_3][\text{OH}^-]}{[\text{HSO}_3^-]} = \frac{[\text{H}_2\text{SO}_3][\text{OH}^-][\text{H}^+]}{[\text{HSO}_3^-][\text{H}^+]} = \frac{10^{-14}}{K_{\text{дисс}}(\text{H}_2\text{SO}_3)} = \frac{10^{-14}}{1,4 \cdot 10^{-2}} = 7,143 \cdot 10^{-13}$$

$$K_2 = 7,143 \cdot 10^{-13} \quad K_{\text{дисс}}(\text{HSO}_3^-) = 6,2 \cdot 10^{-8}$$

$K_{\text{дисс}}(\text{HSO}_3^-) > K_2 \Rightarrow$ среда определяется диссоциацией (HSO_3^-) +

~~образуются свободные H^+ ионы~~ образуются свободные H^+ ионы, поэтому $\text{pH} < 7$ +

II Вычислим pH

$$n \text{ HSO}_3^- = n \text{ NaHSO}_3 = \frac{3,12}{104} = 0,03 \text{ моль.}$$

объём не изменился (условие)

$$C \text{ HSO}_3^- = \frac{0,03 \text{ моль}}{1 \text{ л}} = 0,03 \text{ М}$$

найдем $[\text{H}^+]$ через равновесие $K_{\text{дисс}}$

$$K_{\text{дисс}}(\text{HSO}_3^-) = \frac{[\text{H}^+]}{C - [\text{H}^+]}$$

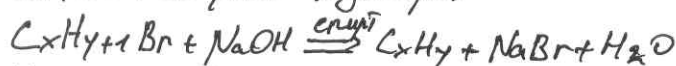
так как $K_{\text{диссоциации}} < 10^{-3}$, можем решать по упрощенной формуле:

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

$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_{\text{дисс}}(\text{HSO}_3^-) \cdot C} = \sqrt{6,2 \cdot 10^{-8} \cdot 0,03 \text{ М}} = 4,313 \cdot 10^{-5}$$

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

№7.3 I A и B $\rightarrow C_xH_y + Br$ (изомеры)



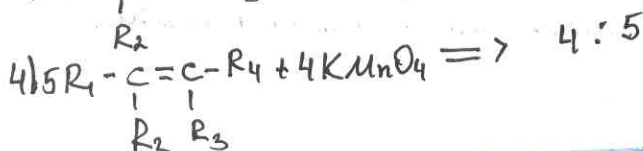
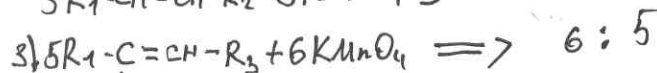
$C_xH_y \rightarrow C$ и D (т.е. -ены), 1 двойная связь

$$m C_xH_y = 1,64$$

$$n K Mn O_4 = 0,21 \quad \left. \begin{array}{l} \\ C K Mn O_4 = 0,16 \text{ М} \end{array} \right\} n K Mn O_4 = V \cdot C = 0,21 \cdot 0,16 \text{ М} = 0,032 \text{ моль} \quad +$$

Так как соотношение $n C_xH_y$ и $n K Mn O_4$ может быть разным, рассмотрим все варианты (кроме $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$, так как изомеров нет), приведем только C_xH_y и $K Mn O_4$, чтобы сосчитать.

Соотношение $K Mn O_4$ и C_xH_y



Найдём ~~мол~~ $M_{C_xH_y}$ Числовик
 $C_xH_y = 0,032 \text{ моль} \cdot \frac{5}{2}$ } соотношение $\frac{C_xH_y}{\text{моль}}$

$$M_1 C_xH_y = \frac{1,642 \cdot 10}{0,032 \text{ моль} \cdot 5} = 102,52 / \text{моль} \text{ } \neq \text{ не может быть гробным}$$

$$M_2 C_xH_y = \frac{1,642 \cdot 8}{0,032 \text{ моль} \cdot 5} = 82 \text{ г/моль} - \text{подходит} +$$

$$M_3 C_xH_y = \frac{1,642 \cdot 6}{0,032 \text{ моль} \cdot 5} = 61,52 / \text{моль} \text{ } \neq \text{ не может быть гробным}$$

$$M_4 C_xH_y = \frac{1,642 \cdot 4}{0,032 \text{ моль} \cdot 5} = 41 \text{ г/моль} \text{ } \neq \text{ не может быть лёгким для алкенов}$$

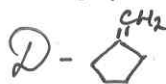
Пусть это алкен, тогда: $C_xH_y = C_nH_{2n}$

$$C_nH_{2n} = 82 \quad 14n = 82 \quad n = 5,857 \text{ } \neq \text{ число C и H (n) не может быть гробным}$$

Пусть это циклоалкен, тогда $C_xH_y = C_nH_{2n-2}$

$$C_nH_{2n-2} = 82 \quad 14n - 2 = 82 \quad 14n = 84 \quad n = 6 - C_6H_{10} +$$

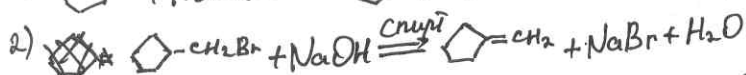
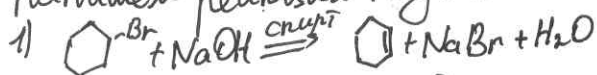
II Формулы C и D - C_6H_{10}



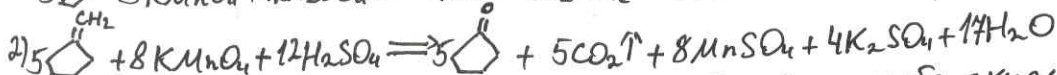
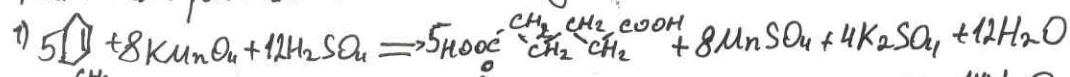
Соответственно формулы A и B - $C_6H_{11}Br$



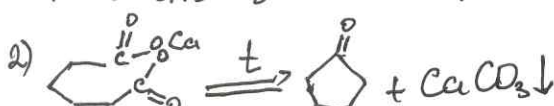
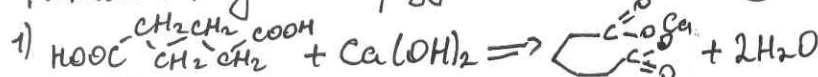
Напишем реакции получения алкенов:



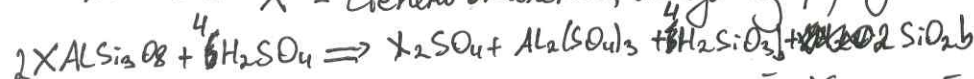
Напишем реакции окисления подкисленным Перманганатом Калия



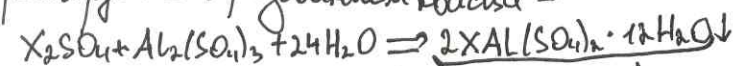
Напишем получение продукта окисления D из C - продукта окисления



~ 8.5 I XALSi₃O₈ X⁺ - степень окисления, исходя из формулы



так как у нас не образуется осадка, содержащий X, значит продукты реагируют с образованием кисла -



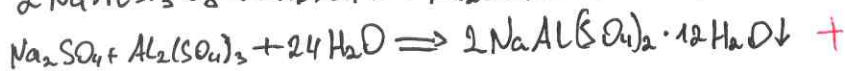
пусть у нас 1) в-ва и Y - M(X), тогда: $\rightarrow$ соль A

Чистовик

$$\omega = 0,0502 = \frac{y}{y + 24 + 96 \cdot 2 + 18 \cdot 12} \cdot 100$$

$$y = 0,0502 y + 21,834$$

$$y = \frac{21,834}{1 - 0,0502} = 23 - \text{Na} \rightarrow \text{элемент X} \quad +$$

Алюмосиликат - $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ 

II воздействие соляной кислотой



найдем соотношение Na и Al в полученном после охлаждения веществе:

~~2=2~~

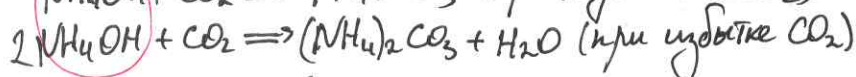
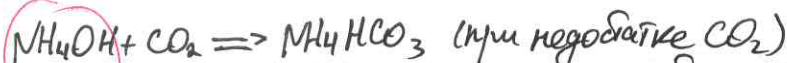
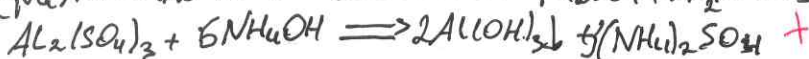
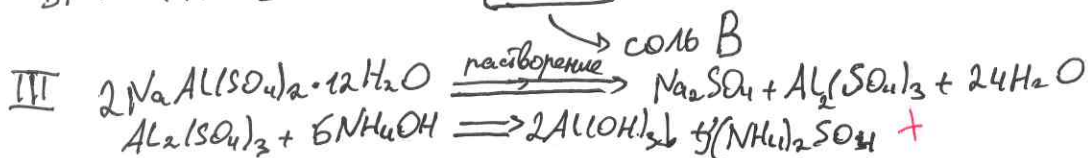
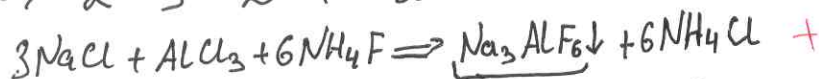
$$\frac{\text{Na} \cdot 2}{\text{Al} \cdot 2} = 2,555 = \frac{23 \cdot 2}{24 \cdot 2}$$

$$2 = \frac{24 \cdot 2,555}{23} \approx 2,555$$

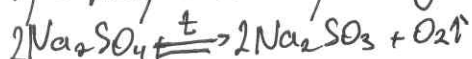
$$2 = 3,2$$

$$\frac{2}{2} = \frac{3}{1} = 7$$

$$\Rightarrow 2 - 3 \quad 2 - 1 \quad \text{или} \quad \text{Na} - 3 \quad \text{Al} - 1$$

было получено вещество - Na_2SO_4

при нагревании происходит разложение:

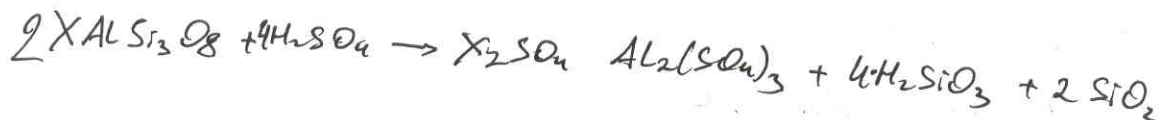


~~Черновик.~~
 ~~$\omega(x) = 0,052 = \frac{y}{y + 24 + 96 \cdot 2 + 18 \cdot 12}$~~
 ~~$y = 0,052 y + 22,62$~~
 ~~$y = \frac{22,62}{1 - 0,052} =$~~
 $\omega(x) = 0,052 = \frac{y}{y + 24 + 96 \cdot 2 + 18 \cdot 12}$
 $y = 23,86$

$\Rightarrow$ не кисел

~~$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$~~

0,0502



$$\frac{23,86}{24} = 2,555$$

$$Z = 3X$$

$$Z = 3 \quad D = 1$$

