



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 1

Место проведения г. Москва
город

дешифр

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников „Ломоносов“
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Вороженикова Руслана Руслановича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Время: 13.44 18
Примеч.: 13.49 18

Дата

«2» марта 2025 года

Подпись участника

[Подпись]

Задание 1.5.

Числовик

Органическое вещество X - $C_nH_mO_z$

$40 \text{ e}^- 34 \text{ n}^\circ \Rightarrow 6 \text{ H} (m=6)$

$C_nH_6O_z$

$34 = 6n + 8z$

$n=3; z=2$

$C_3H_6O_2$ +

$CH_3-CH_2-C(=O)OH$ пропановая кислота
(трихлорпропановая кислота) ✓

Число электронов, участвующих в образовании химической связи:

	1 связь (к.е.)	общее (к.е.)
1) $C-C$	2	4
2) $C-H$	2	10
3) $C=O$	4	4
4) $C-O$	2	2
5) $O-H$	2	2

97

Общее число электронов (по к.е.)

По к.е. $= 4 + 10 + 4 + 2 + 2 = 22$ ✓

Задание 2.4.

сильная	$NaSO_4$ конц.	Бензол	вазелиновое масло
номер	3	1	2

1- Бензол, так как бензол - летучее соединение, испаряющееся, поэтому при вынимании из воды температура падает, так как при испарении вещество забирает энергию, следовательно, вода охлаждается
2 - вазелиновое масло (т.к. ~~мас~~ с маслом при комнатной температуре ничего не происходит)

Верещин
Ир-Лавренко

12 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

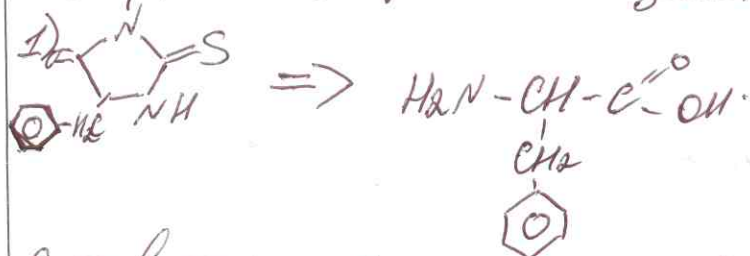
3. - H_2SO_4 коню, потому что H_2SO_4 способна поглощать ^{чистовый} воду, а поглощение малой воды - экзотермический процесс

Задание 3.2.

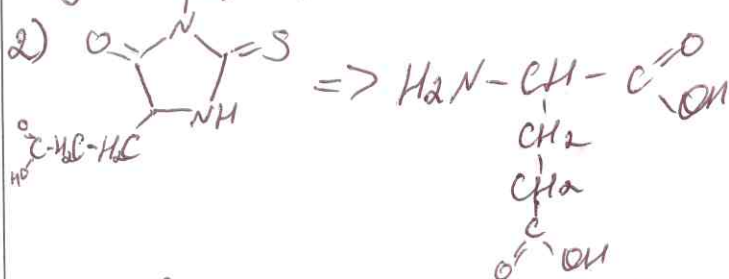
$$M(A) = 523 \text{ г/моль}$$



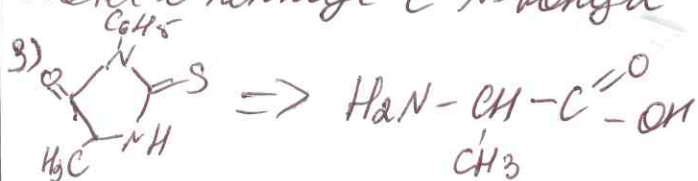
Следовательно, серин - С-концевая аминокислота.



Следовательно, фенилаланин - N-концевая аминокислота

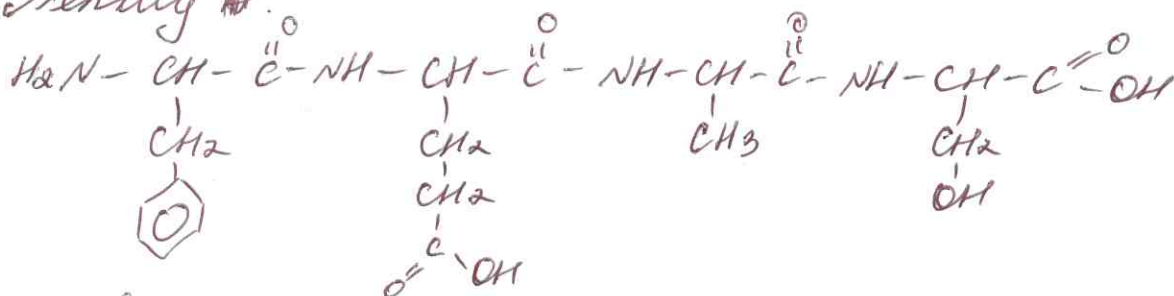


Следовательно, глутаминовая кислота - 2-ая аминокислота в пептиде с N-конца



Следовательно, аланин - 3-ая аминокислота в пептиде с N-конца

Пептид:



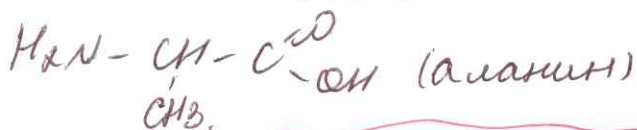
Проверим молярную массу

$$M_A = 4 \cdot 4 - 18 \cdot 3 + 91 + 73 + 15 + 31 = 452 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{есть еще}$$

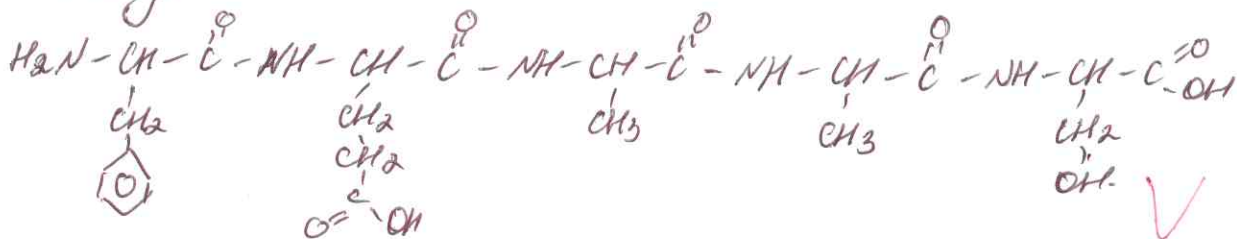
1 аминокислота в пептиде (2-ая с C-конца)

$$M(C) = M(A) - M_A + 18 = 523 - 452 + 18 = 89 \text{ г/моль}$$

Аминокислота С:



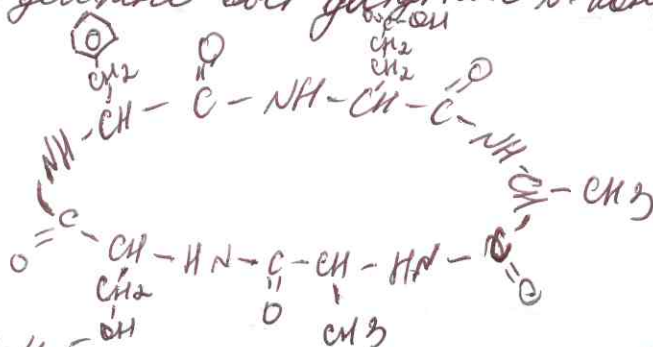
Пептид А:



Проверим молярную массу.

$$M = 74.5 - 18.4 + 91 + 73 + 15.2 + 31 = 523 \text{ г/моль} - \text{верно.}$$

Чтобы пептид не реагировал с фенолизоотиоцианатом, у него не должно быть доступного N-конца



Задание 4.5.

Дано:

$$m(\text{Fe}) = 20 \text{ г.}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{CuSO}_4) = 280 \text{ г.}$$

$$w_1 = 20\%$$

$$w_2 = 6,9\%$$

$$m_{\text{возд}} = ?$$

Решение.

Пусть x — количество прореагировавшего железа

$$n(\text{CuSO}_4) = \frac{m_{\text{р-ра}} \cdot w_1}{M(\text{CuSO}_4)} = \frac{280 \cdot 0,2}{160} = 0,35 \text{ моль}$$

$$n_{\text{ост}}(\text{CuSO}_4) = 0,35 - x$$

$$m_{\text{ост}}(\text{CuSO}_4) = n_{\text{ост}}(\text{CuSO}_4) \cdot M(\text{CuSO}_4) = (0,35 - x) \cdot 160$$

$$m_{\text{р-ра}} = m_{\text{р-ра}}(\text{CuSO}_4) + m'(\text{Fe}) - m'(\text{Cu}) =$$

$$= 280 + 56x - 64x = 280 - 8x$$

$$w_2 = \frac{m_{\text{ост}}(\text{CuSO}_4)}{m_{\text{р-ра}}} =$$

$$0,069 = \frac{(0,35 - x) \cdot 160}{280 - 8x}$$

$$19,32 - 0,552x = 56 - 160x$$

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

$$x = 0,23 \text{ моль}$$

$$m_{\text{возд}} = m(\text{Fe}) - m'(\text{Fe}) + m'(\text{Cu}) =$$

$$= 20 - 0,23 \cdot 56 + 64 \cdot 0,23 = 21,84 \text{ г.}$$

Задача 5.1.

Штабелюк

Рассчитаем, какой газ остался после пропускания через HCl

$$\rho = 1,609 \text{ г/л}$$

$$p = 1 \text{ атм} = 101,325 \text{ кПа}$$

$$T = 30^\circ\text{C} = 303 \text{ K}$$

$$pV = \nu RT \Leftrightarrow p \frac{m}{\rho} = \nu RT$$

$$M_B = \frac{\rho RT}{p} = \frac{1,609 \cdot 8,314 \cdot 303}{101,325} = 40 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{Ам.} +$$

газ Б - Ам (т.к. не имеет резкого запаха) +

2) Рассчитаем газ А.

$$\rho = 1,536 \text{ г/л}$$

$$p = 1 \text{ атм} = 101,325 \text{ кПа}$$

$$T = 30^\circ\text{C} = 303 \text{ K}$$

$$M_{\text{см}} = \frac{\rho RT}{p} = \frac{1,536 \cdot 8,314 \cdot 303}{101,325} = 38,188 \text{ г/моль}$$

$$M_{\text{см}} = \varphi_1 M(A) + \varphi_2 M(B)$$

$$\varphi_1 = 20\% ; \varphi_2 = 100\% - \varphi_1 = 80\%$$

$$38,188 = 0,2 M(A) + 0,8 \cdot 40$$

$$M(A) = \frac{38,188 - 0,8 \cdot 40}{0,2} = 30,94 \text{ г/моль} \approx 31 \text{ г/моль} \checkmark$$

A - CF



3) Рассчитаем молярные концентрации веществ в растворе

Дано:

$$V = 1,243 \text{ л}$$

$$p = 1 \text{ атм} = 101,325 \text{ кПа}$$

$$T = 30^\circ\text{C} = 303 \text{ K}$$

$$V(\text{HCl}) = 250 \text{ мл}$$

$$C(\text{HCl}) = 0,12 \text{ M}$$

св-в-?

Решение.



$$pV = \nu RT$$

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

$$\nu(\text{CF}) = \varphi \cdot \nu = 0,2 \cdot 0,05 = 0,01 \text{ моль}$$

$$\nu(\text{HCl}) = CV = 0,25 \cdot 0,12 = 0,03 \text{ моль}$$

$$C(\text{CCl}) = \frac{0,01}{0,25} = 0,04 \text{ M}$$

$$C(\text{HF}) = \frac{0,01}{0,25} = 0,04 \text{ M}$$

$$C(\text{HCl}) = \frac{0,03 - 0,01}{0,25} = 0,08 \text{ M}$$

или

Ответ: $c(\text{HCl}) = 0,08 \text{ M}$
 $c(\text{HF}) = 0,04 \text{ M}$
 $c(\text{Cl}^-) = 0,04 \text{ M}$

Б-Ан ✓

А-СF —

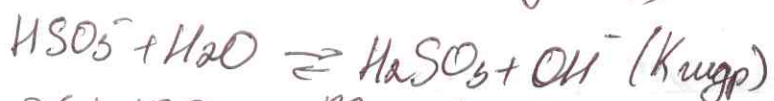
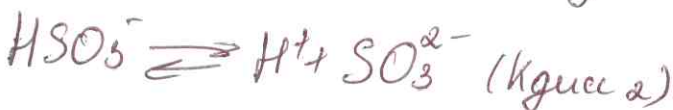
Задание 6.4.

$$m(\text{NaHSO}_3) = 3,12 \text{ г}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = 1000 \text{ мл} = 1 \text{ л}$$

$$K_{\text{дисс}}(\text{H}_2\text{SO}_3) = 1,4 \cdot 10^{-2}$$

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



влияют на
характер среды
в растворе NaHSO_3

$$\gamma(\text{NaHSO}_3) = \frac{m}{M} = \frac{3,12}{104} = 0,03 \text{ моль}$$

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

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

$K_{\text{шпр}} < K_{\text{дисс}2} \Rightarrow$ среда раствора определяется диссоциацией кислоты по второй ступени.

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

$$[\text{HSO}_3^-] = c(\text{NaHSO}_3) = 0,03 \text{ M}$$

Пусть x - количество прореагировавшего HSO_3^-

$$6,2 \cdot 10^{-8} = \frac{x^2}{c - x}$$

$$6,2 \cdot 10^{-8} = \frac{x^2}{0,03 - x}$$

$$x = 4,3 \cdot 10^{-5} \text{ M} - \text{концентрация } [\text{H}^+]$$

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+] = -\lg (4,3 \cdot 10^{-5}) = 4,37$$

Так как $pH = 4,34$, то среда раствора $NaHSO_3$ - кислая

Ответ: среда кислая, $pH = 4,34$

Задача 7.3.

1) Рассчитаем молярные массы C_nD .

$$D(\text{Mn}) = (KMnO_4) = 0,2 \cdot 0,16 = 0,032 \text{ моль}$$

$$m(C) = m(D) = 1,642.$$

0,032



$n e^-$	$D_{\text{моль}}$	$M_{\text{г/моль}}$
2	0,08	20,5
3	0,053	31
4	0,04	41
5	0,032	51,25
6	0,0267	61,4
7	0,0229	71,6
8	0,02	82
9	0,018	91,1
10	0,016	102,5
11	0,015	109,33
12	0,0133	123,31

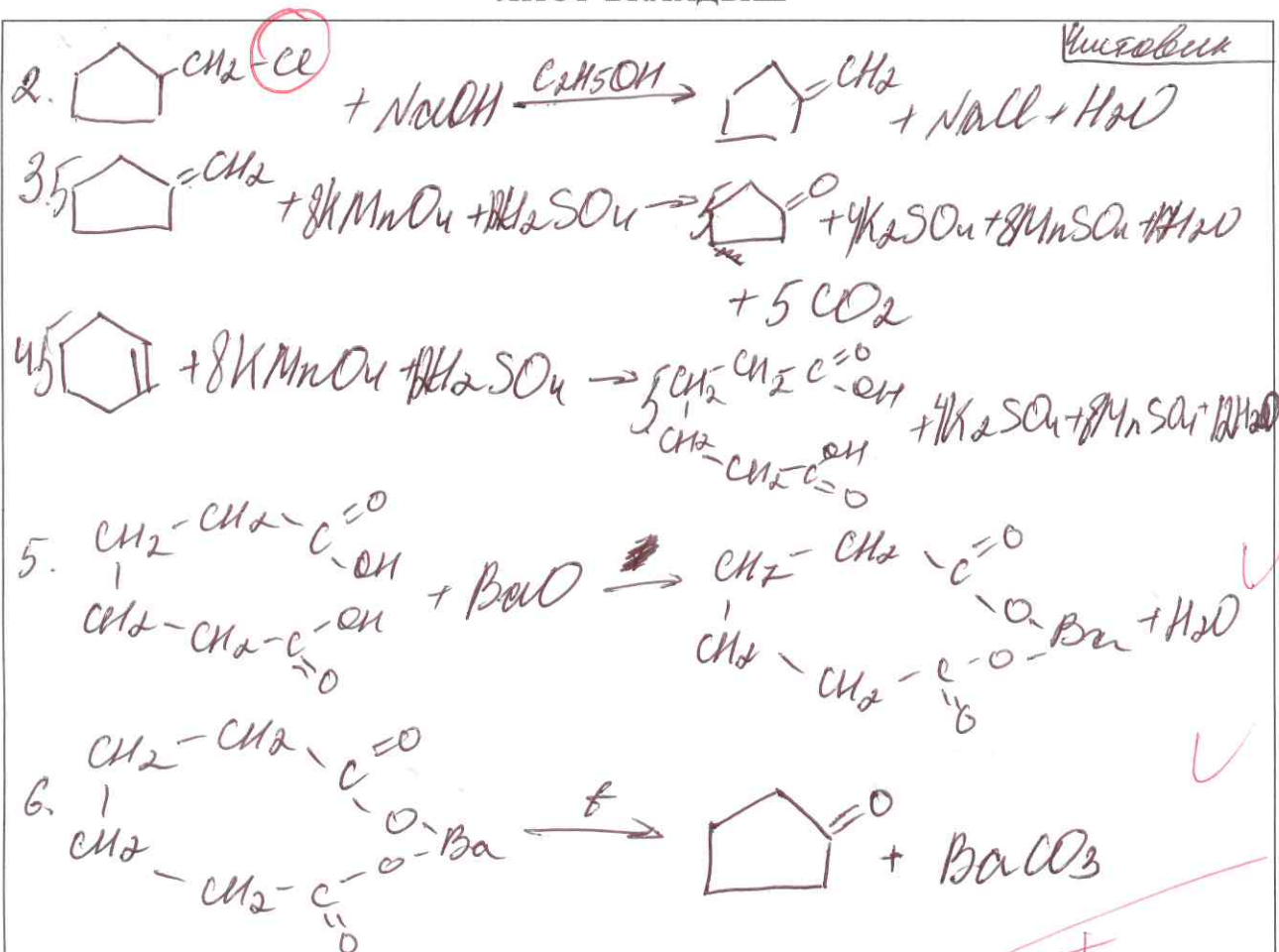
Подходит только это, так как молярная масса циклена - целое четное число

$$M = 82 \text{ г/моль} \Rightarrow C_6H_{10}$$



2) Напишем ур-ия всех протекающих р-ций:





Задача 8.5.

1) Рассчитаем элемент X



w(X) = 5,02%

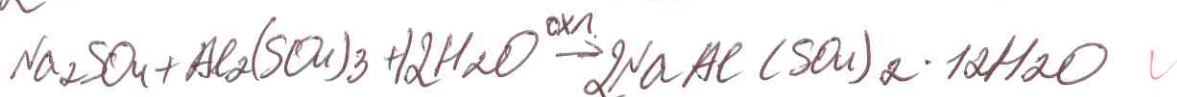
w(X) = $\frac{M(X)}{M(X) + M_{ox}}$

0,0502 = $\frac{M(X)}{M(X) + 455}$

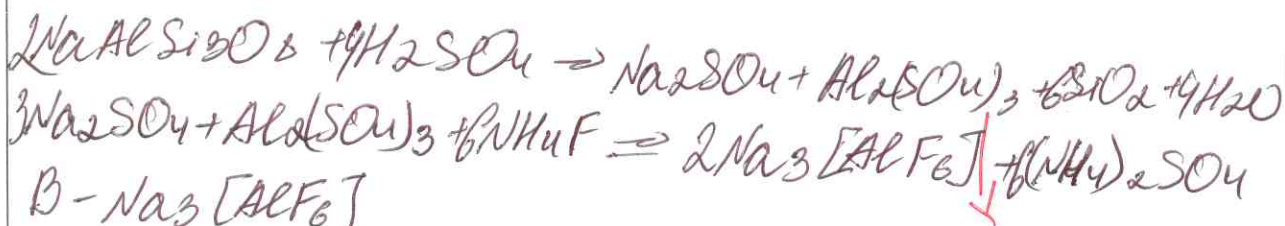
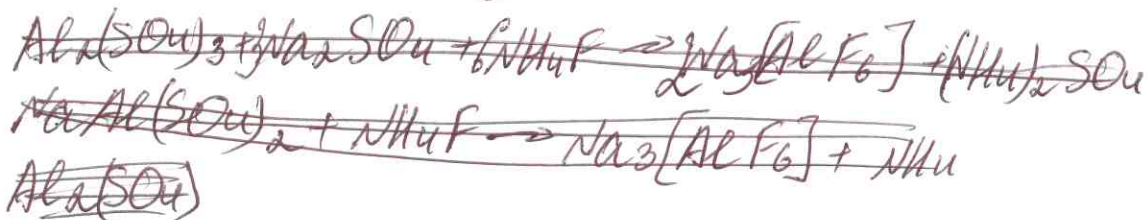
M(X) = 23 г/моль ⇒ X - Na



1.1) Напишем протекающие р-ции



2) Рассчитаем вещество В:



Проверка:

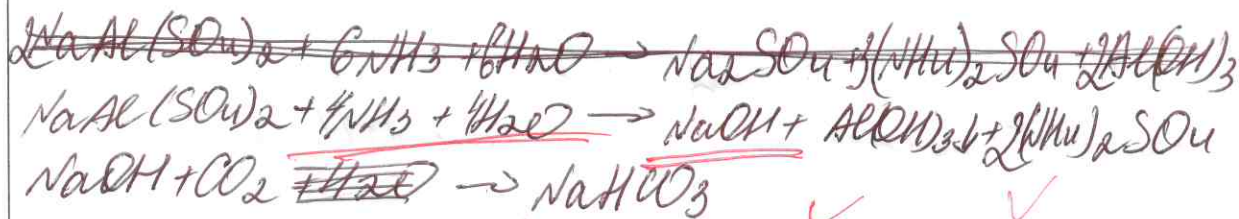
$$w(Na) = \frac{23 \cdot 3}{23 \cdot 3 + 27 + 19 \cdot 6} \cdot 100\% = 32,85\% \quad \checkmark$$

$$w(Al) = \frac{27}{23 \cdot 3 + 27 + 19 \cdot 6} \cdot 100\% = 12,85\% \quad \checkmark$$

$$\frac{w(Na)}{w(Al)} = \frac{32,85\%}{12,85\%} = 2,555 - \text{верно}$$

Следовательно, В - $Na_3[AlF_6]$ ✓

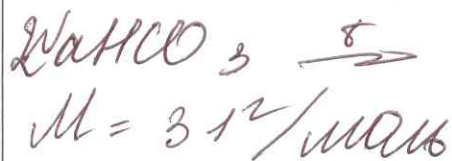
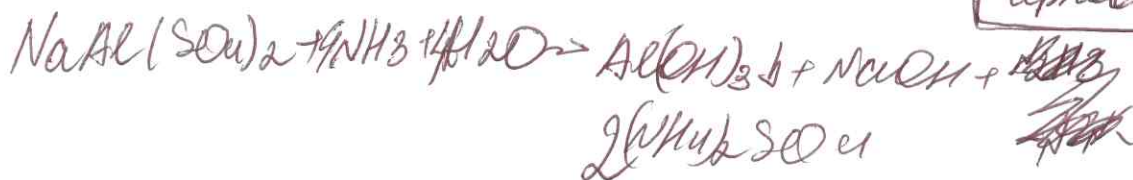
3) Реакции с веществом А



вещество содержащее
элемент К (Na) ✓



Черновик



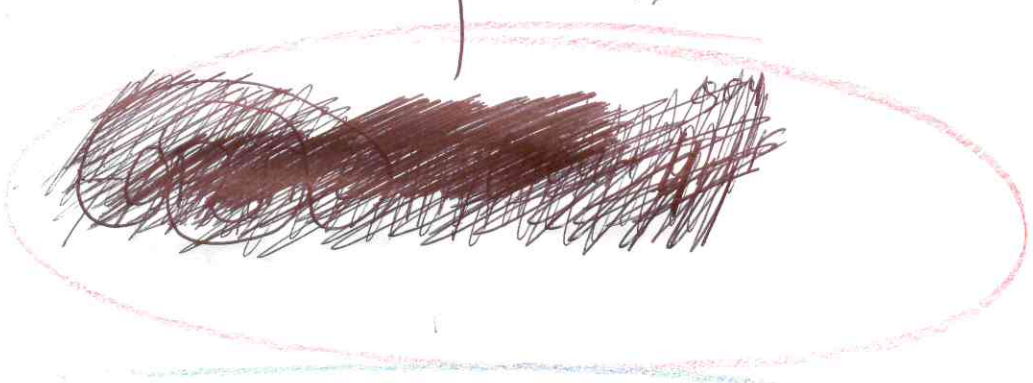
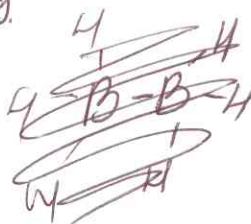
CF

не сущ.

в газ.

~~NOH~~ ~~HNO~~ ~~NOH~~

Взг.



Задача 1.5.



Задача 5.1

$A+B \quad \rho = 1,536 \text{ г/л}$

$p = 1013 \text{ мм. рт.ст.} = 101,325 \text{ кПа}$

$t = 30^\circ C = 303 \text{ K}$

$pV = \nu RT$

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

$M = \frac{\rho RT}{p} = 38,188 \text{ г/моль}$

$M' = \frac{\rho RT}{p} = 40 \text{ г/моль} \quad (A)$

$M = \varphi_1 A + \varphi_2 A$

$38,188 = 0,8 \cdot 40 + 0,2 \cdot A$

$6,188 = 0,2A$

$A = 31 \text{ г/моль}$

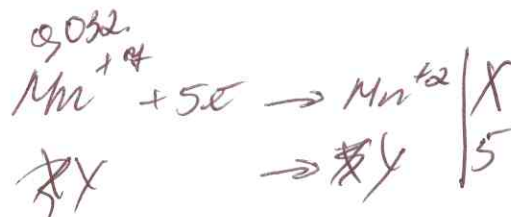
~~31,188~~

38,94 CF?

Задача 9,3

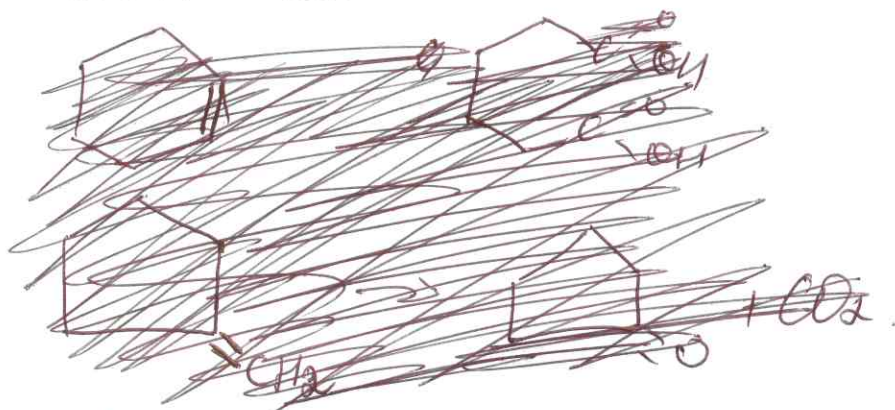
$\nu(\text{КМпм}) = 9032 \text{ см}^{-1}$

n	ν	M
2	906	28,5
3	903	31
4	904	41
5	9032	51,25
6	9064	61,4
7	9229	71,6
8	902	82 CnH_{2n}
9	9018	91,11
10	9016	102,5
11	944	109,33
12	9033	123,31

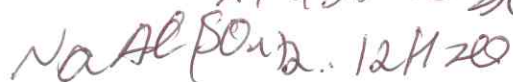


82 СпНзп ~~СпНзп~~

Черновик



$$CO_2 = \frac{X}{X + 435} \approx 0.3$$



$$\frac{w(X)}{w(B)} = 2.555 \quad w(X) = 2.555 w(B)$$



~~$$w(X) = 32.86\%$$~~

~~$$w(Al) = 42.86$$~~



В повешении
ссылки отказать,
Итоговая оценка
91 балл.



Председателю апелляционной комиссии
олимпиады школьников "Ломоносов"
Ректору МГУ имени М.В. Ломоносова
академику В.А. Садовничему
с участником заключительного этапа
по профилю "Химия"
Воробейникова Руслана Руслановича

Аппеляция.

Прошу пересмотреть мой индивидуальный предварительный
результат заключительного этапа, а именно:

1. Задача 5.1. Получено 6 баллов. Прошу поднять оценку, так
как мной был рассчитан газ А и рассчитана молярная масса газа
Б. Считаю, что приведенное мной решение и его пояснение соответствует
более высокому баллу.

2. Задача 8.5. Получено 14 баллов. Прошу поднять оценку, так как уравне-
ния химических реакций, приведенных в начале решения являются
показательными и приведены для большей наглядности расчетов неизве-
стного элемента Х. Данный аргумент подтверждается тем, что после нахожде-
ния неизвестного элемента Х, написаны уравнения химических реакций, где
Х заменен на найденное вещество (Na), с коэффициентами перед всеми веществами.
Считаю, что решение данного задания достойно максимального балла.

Подтверждаю, что я ознакомлен с Положением об апелляции
по результатам олимпиады школьников "Ломоносов" и осознаю, что
мой индивидуальный предварительный результат может быть изменен,
в том числе в сторону уменьшения количества баллов.

Дата: 21.03.2025.


(подпись)