



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант I

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Белаява Мария Сергеевна
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«02» марта 2025 года

Подпись участника

чистовик

N1.5

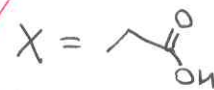
т.к. кол-во нейтронов < кол-во электронов на 6

$\Rightarrow$ эти 6 - H $\Rightarrow$ 6 X 6 атомов H

$\Rightarrow$ 3 атома ^{12}C 2 атома ^{16}O (другие варианты не подходят)

$\Rightarrow X = \text{C}_3\text{O}_2\text{H}_6$

т.к. вещества много изомеров, возможен



X = пропановая кислота

количество электронов, участв. в образовании дзв: 26

(т.к. невозможно установить точную структур. формулу это может быть метиловый эфир уксусной кислоты, этиловый эфир метановой кислоты и т.д.)

N2.4

склянка N1 - вазелиновое масло

склянка N2 - бензол

склянка N3 - концентрированная серная кислота

1) при помещении термометра в бензол и извлечении его ничего не покажется, т.к. бензол - инертная жидкость относительно остановившихся в системе

2) при извлечении из склянки с конц. серной кислотой температура начнет постепенно подниматься за счет реакции с веществом из воздуха, испуская NH_3 (т.к. при реакц. констр. выделяется тепло)

3) вазелиновое масло из-за повышенной плотности, а значит способности к термостатич. д-ву

N5.1

A = CH_3NH_2

~~B = A~~ B = Ar

т.к. молярная масса конечной смеси:

$$M = \frac{p \cdot T \cdot R}{p} = 38.188 \text{ г/моль}$$

молярная масса после поглощения:

$$\mu = \frac{p \cdot T \cdot R}{p} = 40 \text{ г/моль}$$

$\Rightarrow$ поглотился газ A, остался только инертный газ B - Ar

Продолж. см. на след. стр

Анализ
бензола

$$\begin{array}{r} 2 \\ 42 \overline{) 84} \\ \underline{84} \\ 0 \end{array}$$

87.

№5.1 - продолжение

чистовик

т.к. газ А занимает 0.2 объема

$$\Rightarrow M(A) \cdot 0.2 + M(B) \cdot 0.8 = 38.188 \text{ г/моль}$$

$$\Rightarrow M(A) = 31 \text{ г/моль} \Rightarrow A = \text{CH}_3\text{NH}_2$$



$$pV = \nu RT$$

р-давление
V - объем
ν - кол-во вещества
T - темп

$$\nu = \frac{pV}{RT} = \frac{101.325 \cdot 1.243}{8.314 \cdot (273 + 20)} = 0.05 \text{ моль}$$

по ходу задания мы знаем, что $A = 0.2 \Rightarrow$

$$\nu_A = 0.2 = 0.01 \text{ моль}$$

т.к. раствор $C = 0.12 \text{ н}$, $V = 0.25 \text{ н}$

$$\Rightarrow \nu(\text{HCl}) = C \cdot V = 0.12 \cdot 0.25 = 0.03 \text{ моль}$$

т.к. по реакции (1) вещества реагируют 1:1

 $\Rightarrow$ реакция идет по недостатку А (CH_3NH_2) $\Rightarrow$ образуется 0.01 моль $\text{CH}_3-\text{NH}_3^+\text{Cl}^-$ и расходуетсявесь CH_3-NH_2 и 0.01 моль HCl $\Rightarrow$ в растворе остается 0.01 моль $\text{CH}_3-\text{NH}_3^+\text{Cl}^-$
0.02 моль HCl объем системы считаем неизм. $\Rightarrow C(\text{CH}_3-\text{NH}_3^+\text{Cl}^-) = \frac{0.01}{0.25} = 0.04 \text{ М}$

$$C(\text{HCl}) = \frac{0.02}{0.25} = 0.08 \text{ М}$$

 $\Rightarrow$ Ответ: молярная концентрация $\text{HCl} : 0.08 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$
 $\text{CH}_3-\text{NH}_3^+\text{Cl}^- = 0.04 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$

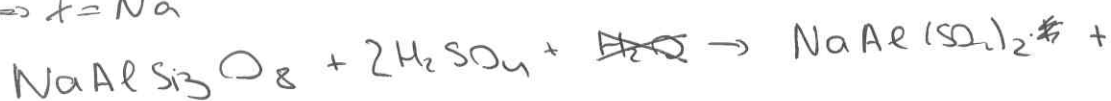
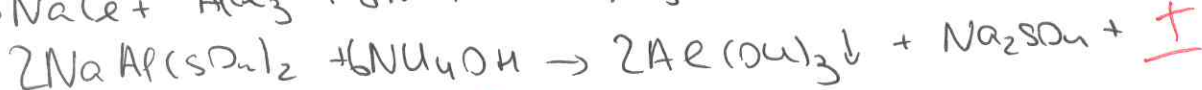
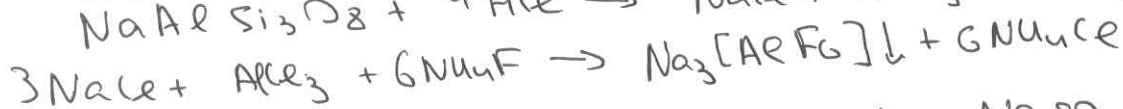
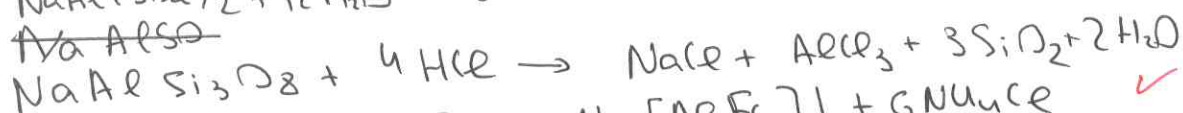
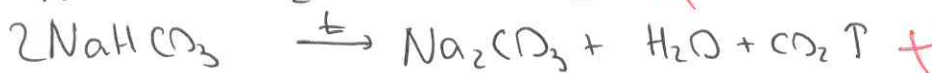
№8.5

шстовик

 $X = Na$ $A = NaAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ + $B = Na_3AlF_6$ +

по степеням окисления глн дацнго в условиях атмосферы
-кетя можно предположить, что степень окисл. $X: +1$
 $x \Rightarrow$ это ценный металл с относительно небольшой
молярной массой.

Литий не подходит, т.к. глн достигнута стили
массовых гонет в В 7.55. необходимо, чтобы в
мнекуне В было 10 атомов лития и затем
анализи, что мемберитно

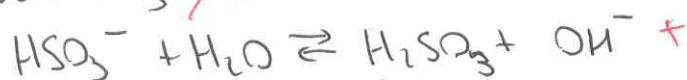
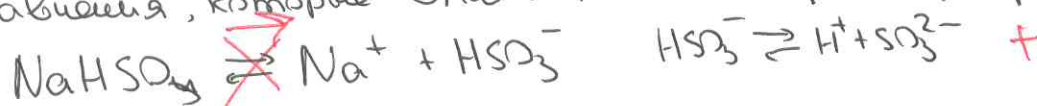
 $\Rightarrow X = Na$ ~~NaAlSO~~ $3(NH_4)_2SO_4$ 

продукт нагрева выделяется, одрез. пропускается
 CO_2

исходник

№6.4

уравнения, которые влияют на характер среды



т.к. выделяются H^+ , H^+ $\Rightarrow$ среда раствора ^{нейтральная} ~~щелочная~~
 изначальное кон-во NaHSO_3 : $\nu = \frac{m}{M} = \frac{3.12}{23+1+32+16 \cdot 3} =$

$$= 0.03 \text{ моль}$$

т.к. объем системы 1000 мл $\Rightarrow c(\text{NaHSO}_3) = 0.03 \text{ М} = c$
 выпишем все уравнения для процессов, протекающих

$$\begin{cases} K_1 = \frac{[\text{HSO}_3^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{H}_2\text{SO}_3]} \quad + \\ K_2 = \frac{[\text{SO}_3^{2-}] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{HSO}_3^-]} \quad + \end{cases}$$

$$[\text{Na}^+] + [\text{H}^+] = 2 \cdot [\text{SO}_3^{2-}] + [\text{HSO}_3^-] + [\text{OH}^-] \quad (3)$$

$$[\text{Na}^+] = c$$

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

$$[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = 10^{-14}$$

решаем систему:

$$[\text{HSO}_3^-] = \frac{K_1 [\text{H}_2\text{SO}_3]}{[\text{H}^+]} = \frac{[\text{SO}_3^{2-}] [\text{H}^+]}{K_2}$$

$$[\text{H}_2\text{SO}_3] = \frac{[\text{SO}_3^{2-}] \cdot [\text{H}^+]^2}{K_1 K_2}$$

$$\Rightarrow [\text{SO}_3^{2-}] + \frac{[\text{SO}_3^{2-}] \cdot [\text{H}^+]}{K_2} + \frac{[\text{SO}_3^{2-}] \cdot [\text{H}^+]^2}{K_1 K_2} = c$$

$$[\text{SO}_3^{2-}] = \frac{c}{1 + \frac{[\text{H}^+]}{K_2} + \frac{[\text{H}^+]^2}{K_1 K_2}}$$

$$\Rightarrow [\text{H}_2\text{SO}_3] = \frac{c}{1 + \frac{[\text{H}^+]}{K_2} + \frac{[\text{H}^+]^2}{K_1 K_2}} \cdot \frac{[\text{H}^+]^2}{K_1 K_2}$$

$$[\text{HSO}_3^-] = \frac{c}{1 + \frac{[\text{H}^+]}{K_2} + \frac{[\text{H}^+]^2}{K_1 K_2}} \cdot \frac{[\text{H}^+]}{K_2}$$

подставляем все в (3) формулу

продолжение см. на след. стр.

NG.4 - прохождение

$$C + [H^+] = \frac{C}{\left(1 + \frac{[H^+]}{K_2} + \frac{[H^+]^2}{K_1 \cdot K_2}\right)} + \frac{\left(\frac{C}{1 + \frac{[H^+]}{K_2} + \frac{[H^+]^2}{K_1 \cdot K_2}}\right) \cdot [H^+]}{K_2} +$$

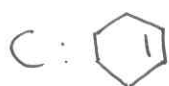
$$+ \frac{\left(\frac{C}{1 + \frac{[H^+]}{K_2} + \frac{[H^+]^2}{K_1 \cdot K_2}}\right) \cdot [H^+]^2}{K_1 \cdot K_2} + \frac{10^{-14}}{[H^+]}$$

$\Rightarrow$ решаем уравнение: $[H^+] = 4.3 \cdot 10^{-5} \text{ м.М}$

$\Rightarrow \text{pH} = -\lg[H^+] = 4.367$ +

N 7.3

цистовик

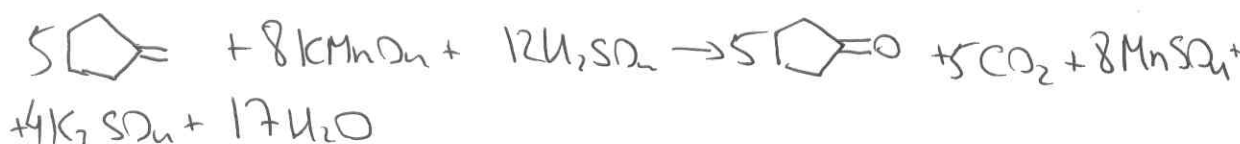
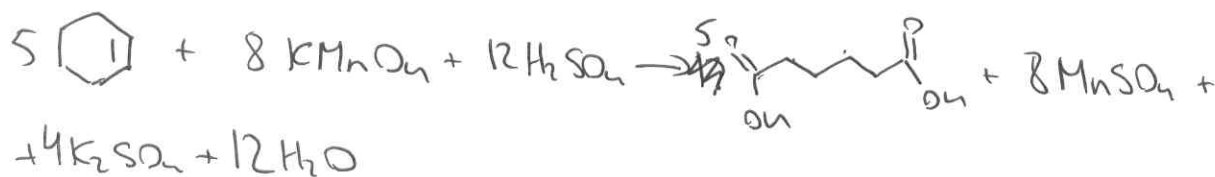


Т.к. при окислении алкенов KMnO_4/H^+ содержится алкен « KMnO_4 » дано 5:8 $\Rightarrow$ можно записать уравнение для отыскания количества алкена « KMnO_4 »

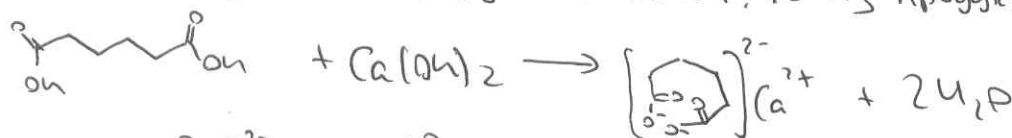
$$\frac{5}{8} = \frac{1,64 : x}{0,2 : 0,16} \quad , \text{ где } x - \text{масса алкена}$$

$$\Rightarrow x = 82,2 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{алкен: } \text{C}_6\text{H}_{10}$$

$\Rightarrow$ т.к. газится без огня, то содержит улич.



получение продукта окисл. D из продукта C



№ 4.5

исходник

кол-во сульфата меди Δm :

$$\frac{280 \cdot 0.2}{64 + 32 + 16 \cdot 4} = 0.35 \text{ моль} \quad \checkmark$$

кол-во сульфата меди в р-ре стало:

$$\frac{280 \cdot 0.069}{64 + 32 + 16 \cdot 4} = 0.121 \text{ моль}$$

реакция в системе:

сульфата меди прореагировало: $\Delta \nu = 0.35 - 0.121 = 0.229 \text{ моль}$ $\Rightarrow$ в раствор перешло 0.229 моль Fe т.к. реакция протекает 1:1 $\Rightarrow$ ~~масса~~ масса р-ств. Fe: $\Delta \nu \cdot M(\text{Fe}) = 0.229 \cdot 56 = 12.824 \text{ г}$ $\Rightarrow$ масса звезда уменьшилась на $12.824 \text{ г} = 20 - 12.824 = 7.176$ $\Rightarrow$ масса звезда стала 7.176 г $\downarrow$

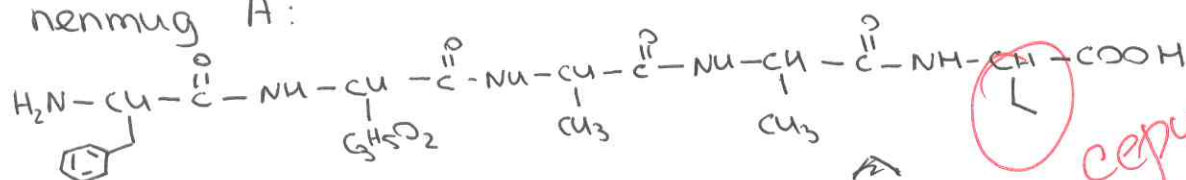
т.к. в системе также происходит и восстановление меди

 $\Rightarrow$ в случае, если вся медь восстановилась на поверхности звезды, его масса могла увелич. на массу меди $\Delta m = 0.229 \cdot 64 = 14.656 \text{ г}$ в этом случае масса Δm увеличилась еще на 14.656 г
 $\Rightarrow$ масса звезда стала $7.176 + 14.656 = 21.832 \text{ г}$

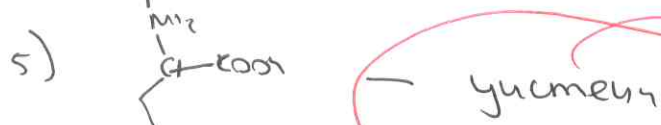
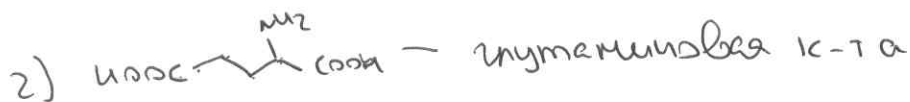
№3.2

шстовик

пептид А:

серин
-CH₂-OH

последовательность аминокислот:



Черновик

NS

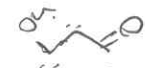
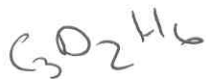
$$\mu = 38.188^{\circ}/\text{mm}$$

$M = 38.188 \text{ g/mol}$
 $40^2 / \text{mono} - 0.8 \text{ Ar?}$

31 - 0.2 = 30.94 31

 $\text{COH}_3?$

4NO?



N8

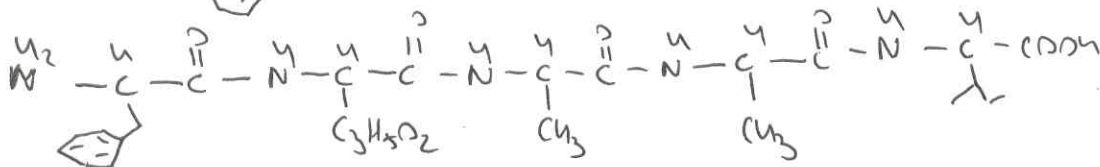
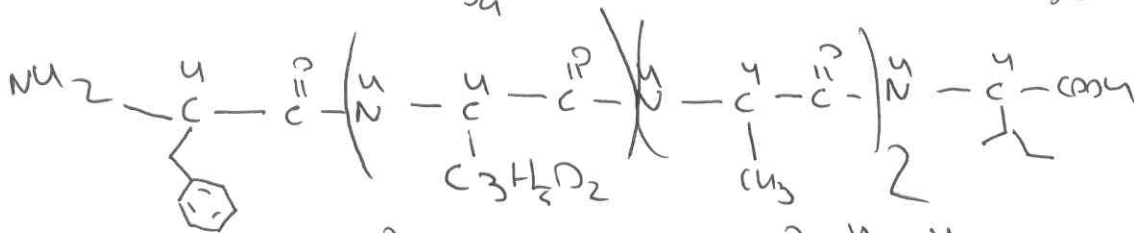
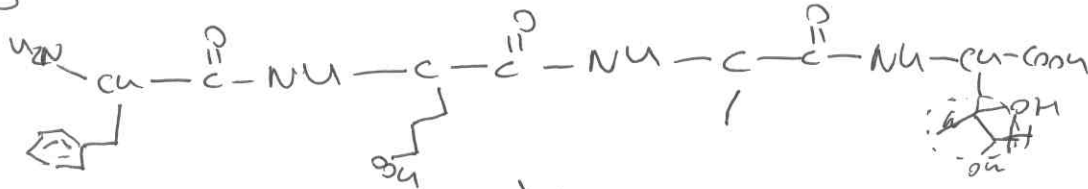
2. $A \in F_n$

$$\text{NaAl(SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$$

$$\frac{r_1}{M_1} \cdot \frac{r_2}{M_2} = \frac{r_1}{r_2} \cdot \frac{M_2}{M_1}$$

$$\text{Ne}_3\text{AlF}_6$$
~~2.55~~

N7

$$5 C_n H_{2n}$$
$$N^3$$


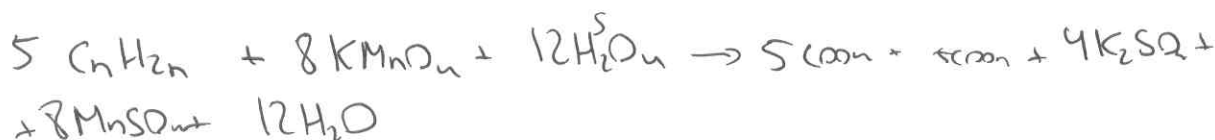
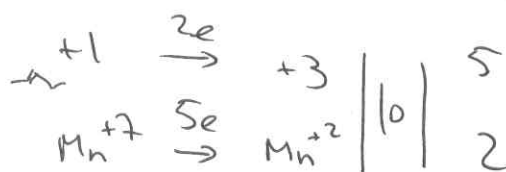
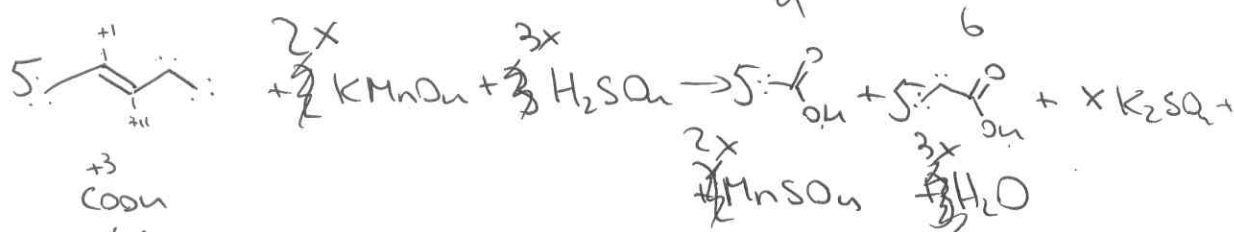
Черновик

N1



N7

C_5H_8



$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = 1.65$$

$$D = \frac{m}{M}$$

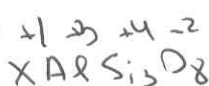
$$D = 0.032 \text{ mg/ml}$$

$$n = 5.857$$

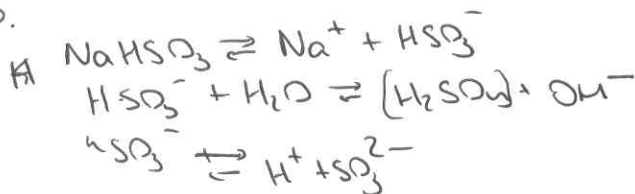
$$M = 82$$



N8



N6.



N6.4.

$$K_2 = \frac{[\text{HSO}_3^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{H}_2\text{SO}_3]} \quad [\text{Na}]$$

$$\begin{array}{l} c = [\text{Na}^+] + [\text{H}^+] + [\text{HSO}_3^-] + [\text{SO}_3^{2-}] \\ [\text{Na}^+] + [\text{H}^+] = [\text{HSO}_3^-] + [\text{OH}^-] + [\text{SO}_3^{2-}] \\ c = [\text{H}^+] + [\text{HSO}_3^-] + [\text{SO}_3^{2-}] + [\text{H}_2\text{SO}_3] \\ K_1 = \frac{[\text{HSO}_3^-] [\text{H}^+]}{[\text{H}_2\text{SO}_3]} \end{array}$$