



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА**

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников «Ломоносов»
наименование олимпиады

по Химии
профиль олимпиады

Тонковой Софии Михайловны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«01» марта 2026 года

Подпись участника

66-62-57-82
(39,2)

Чистовик

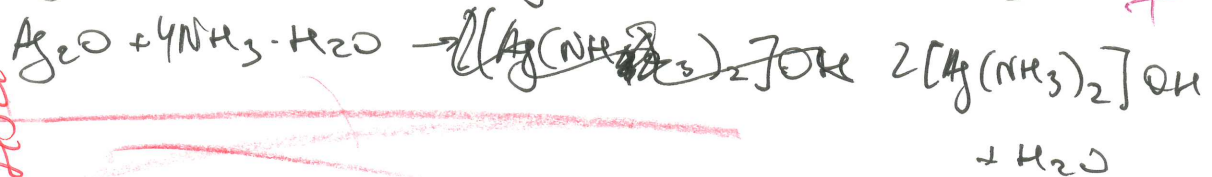
№15. Их можно различить вюрными растворами аммиака
 $Al(NO_3)_3$: образуется и не растворяется белый осадок:



$Zn(NO_3)_2$: образуется и затем растворяется белый осадок



$AgNO_3$: образуется и затем растворяется черный осадок



№14.

Найдите структур-формулу углеводорода А.

$$\omega(C) = 100 - 85,71 = 14,29\%$$

$$C:H \text{ в } A = \frac{\omega(C)}{M(C)} : \frac{\omega(H)}{M(H)} = \frac{85,71}{12} : \frac{14,29}{1} = 7,14 : 14,29 = 1 : 2$$

Углеводород А имеет состав C_nH_{2n} +

Молекулярная масса сер. F равна $M(Br) : \omega \cdot n = 80n : 0,7821$

$$= 101n, \text{ где } n - \text{кол-во } Br \text{ в молекуле}$$

при $n=2$ $n=202$ /моль, что соотв. $C_{16}H_{32}Br_2$ +

Первонач. соединение - некоторый алкен, к которому по алкил-кислоте попарно присоединился Br, затем алкен окислился до карб. к-ты, которую перевели в соль Ag^+ и сделали еще одну связь C-Br.

Таким образом условия наводят на следующие соединения:

(см. следующий лист)

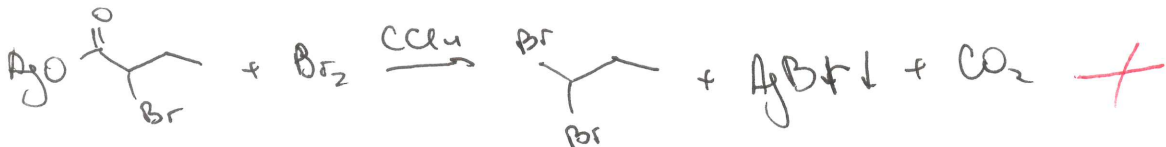
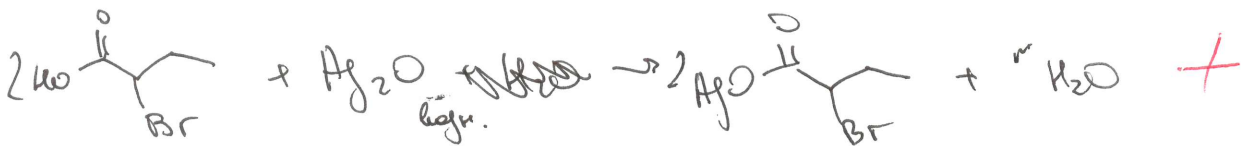
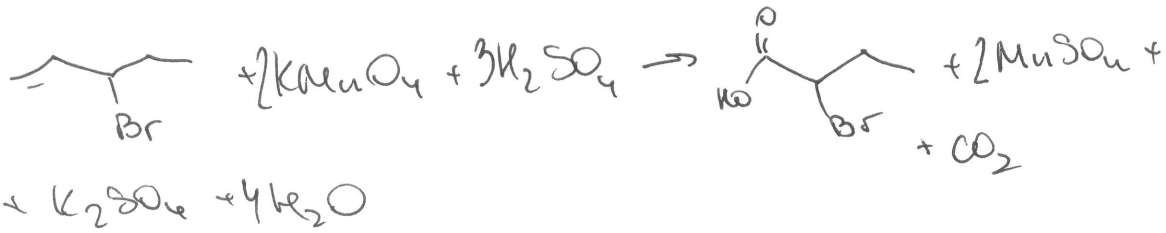
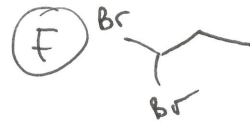
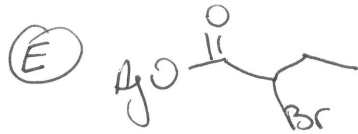
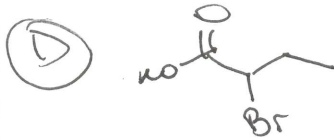
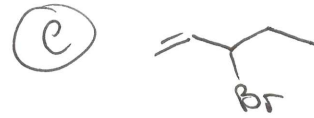
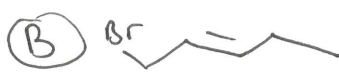
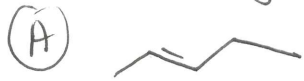
1/2/3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/16/17/18/19/20/21/22/23/24/25/26/27/28/29/30/31/32/33/34/35/36/37/38/39/40/41/42/43/44/45/46/47/48/49/50

78.

селевгасель
васель

№8.ч (предложение)

Чистовики

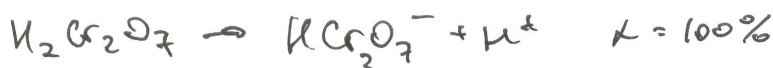


Русский утенок Н-Бородина +
(шутливое пара немецких утенка^М - Хундлер)

Бородина прославился в музее

66-62-57-82
(39,2)

Чистовик
№6.4.



$$K_a(\text{HC}_2\text{O}_4^-) = 2,3 \cdot 10^{-2} = \frac{[\text{H}^+][\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]}{[\text{HC}_2\text{O}_4^-]}$$

$$C_0(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = [\text{HC}_2\text{O}_4^-] + [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] \quad (\text{материальный баланс})$$

$$[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = 0,06 C_0(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) \quad (\text{м.к. по I ступени к-та полностью диссоциирует, } [\text{HC}_2\text{O}_4^-]_0 = C_0(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4))$$

$$\text{Поэтому } [\text{HC}_2\text{O}_4^-] = C_0(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) - [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = 0,94 C_0(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4)$$

$$K_a(\text{HC}_2\text{O}_4^-) = \frac{[\text{H}^+] \cdot 0,06 C_0}{0,94 C_0} = \frac{[\text{H}^+] \cdot 0,06}{0,94} = 2,3 \cdot 10^{-2}$$

$$\text{Отсюда } [\text{H}^+] = \frac{2,3 \cdot 10^{-2} \cdot 0,94}{0,06} = 0,3603 \text{ M} \quad +$$

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+] = 0,44 \quad + \leftarrow \text{ответ}$$

Зарядовый баланс:

$$[\text{H}^+] = [\text{HC}_2\text{O}_4^-] + 2[\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = 0,94 C_0 + 2 \cdot 0,06 C_0 =$$

$$[\text{H}^+] = 0,94 C_0 + 2 \cdot 0,06 C_0$$

$$[\text{H}^+] = 1,06 C_0$$

$$C_0 = \frac{[\text{H}^+]}{1,06} = 0,3399 \text{ M} \quad + \quad \text{концентрация дигидрокси-} \quad \text{к-та}$$

↑ ответ



$$r = k[A]^2 \quad (\text{м.к. р-ция элементарная})$$

$$r_1 = k_1 \cdot [A]^2 \quad +$$

$$r \text{ увеличилась в 2 раза} \Rightarrow r_2 = 2r_1$$

$$V \text{ уменьшилась в 3 раза} \Rightarrow [A]_2 = 3[A]_1$$

($C \propto \frac{1}{V}$, поэтому при уменьшении объема конц. ↑)

№5.5. (продолжение) Чистовик

~~Вопрос~~ также, если вместо концентрированной использовать разбавленную азотную, давление А также будет обратно зависеть от V (из уравнения Менделеева - Клапейрона $pV = nRT$)

$$r_2 = 2r_1 = k_2 \cdot (3[A])^2 \quad | :2$$

$$r_1 = 0,5 \cdot 2 k_2 \cdot 3[A]^2 = k_1 [A]^2$$

отсюда $k_1 = 4,5 k_2$ +

По уравнению Аррениуса $k = A \cdot e^{\frac{-E_A}{RT}}$

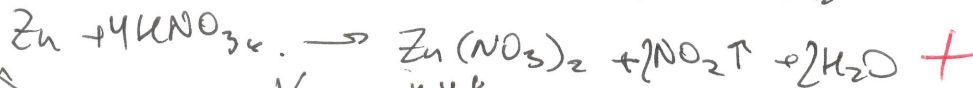
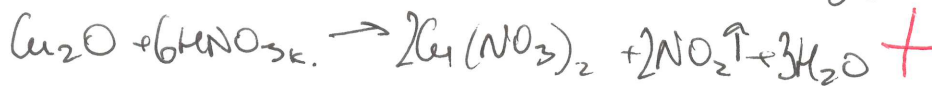
$$\left. \begin{aligned} 4,5 k_2 &= A \cdot e^{\frac{-E_A}{RT_1}} \\ k_2 &= A \cdot e^{\frac{-E_A}{RT_2}} \end{aligned} \right\} : \quad 4,5 = e^{\frac{-E_A}{RT_1} + \frac{E_A}{RT_2}}$$

$$\ln 4,5 = \frac{-E_A}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

отсюда $E_A = 35,5 \text{ кДж/моль}$ +
отброси.

№7.5.

1) По уравнению реакции KNO_3 к. Призовыми следующие реакции:



~~$$n(NO_2)_{общ} = \frac{V}{V_m} = \frac{4,48}{22,4} = 0,2 \text{ моль}$$~~

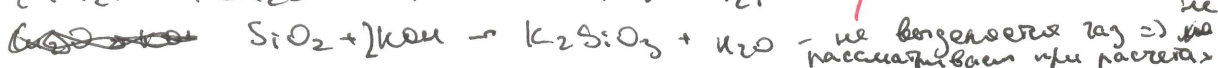
Обозначим $n(Cu_2O)$ за x, и $n(Zn)$ за y

~~$$2x + 2y = 0,2 \quad (\text{по уравнению реакции})$$~~

Через реакцию известки с H_2O или NH_3



2) По уравнению реакции KOH призовыми следующие реакции:



66-62-57-82
(39.2)

$V_{\text{всг}}$ $N_{2.5}$ (инф.)

Чистовая

$V_{\text{всг}} = V(\text{H}_2) = 4,48 \text{ л (н.у.)} \Rightarrow n_{\text{H}_2} = \frac{V}{V_m} = 0,2 \text{ моль}$

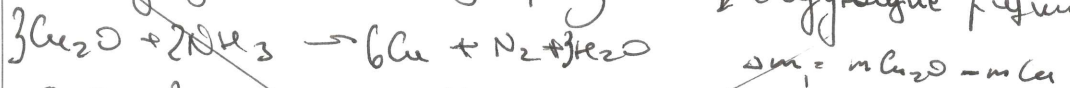
$n_{\text{Zn}} = n_{\text{H}_2} = 0,2 \text{ моль}$

$m_{\text{Zn}} = n \cdot M = 0,2 \cdot 65 = 13 \text{ г} +$

~~После обработки KNO_3 масса уменьшилась на 85 г:~~

~~$m_{\text{Cu}_2\text{O}} = 85 - m_{\text{Zn}} = 85 - 13 = 72 \text{ г}$~~

3) По действующим NH_3 и предположим следующие реакции:



~~$n_{\text{Cu}_2\text{O}} = \frac{72}{64 \cdot 2 + 16} = 0,5 \text{ моль}$~~

~~$n_{\text{Cu}} = 2n_{\text{Cu}_2\text{O}} = 0,5 \cdot 2 = 1 \text{ моль}$~~

~~$m_{\text{Cu}} = n \cdot M = 1 \cdot 64 = 64 \text{ г}$~~

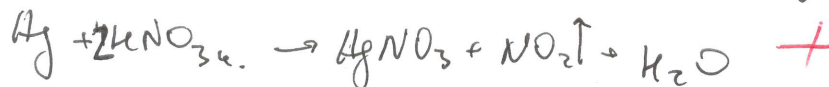
~~$\Delta m_1 = 72 - 64 = 8 \text{ г}$~~

~~$\Delta m_2 = 41,8 \text{ г} = \Delta m_1 + \Delta m_2 = \Delta m_1 + m_{\text{SiO}_2}$~~

~~$m_{\text{SiO}_2} = 41,8 - 8 = 33,8 \text{ г}$~~

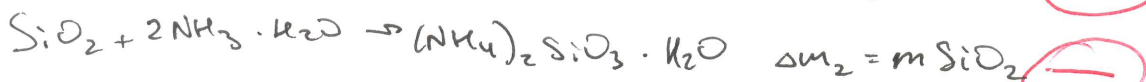
~~$m_{\text{Ag}} = m_{\text{весе}}^{103 \text{ г}} - m_{\text{Zn}} - m_{\text{Cu}_2\text{O}} - m_{\text{SiO}_2}$~~

Получим Cu_2O и Zn , KNO_3 также реагирует с Ag :



$m(\text{Cu}_2\text{O} + \text{Ag}) = 85 - m_{\text{Zn}} = 85 - 13 = 72 \text{ г} -$

3) По действующим NH_3 :



Обозначим $m(\text{Cu}_2\text{O})$ за x

$n_{\text{Cu}_2\text{O}} = \frac{x}{64 \cdot 2 + 16} = \frac{x}{144} \text{ моль}$

$n_{\text{Cu}} = 2n_{\text{Cu}_2\text{O}} = \frac{x}{144} \cdot 2 = \frac{x}{72} \text{ моль}$

$m_{\text{Cu}} = \frac{x}{72} \cdot 64 = \frac{8}{9}x$

$\Delta m_1 = x - \frac{8}{9}x = \frac{1}{9}x$

$m_{\text{SiO}_2} = \Delta m - \Delta m_1 = 41,8 - \frac{1}{9}x$

№ 7.5 (изм.)
~~Найдите~~

Чистовик

Найдите x через общую массу смеси:

$$103 = \underset{\substack{\uparrow \\ m_{Zn}}}{13} + \underset{\substack{\uparrow \\ m_{Cu_2O}}}{x} + \underset{\substack{\uparrow \\ m_{Ag}}}{(72-x)} + \underset{\substack{\uparrow \\ m_{SiO_2}}}{(41,8 - \frac{1}{5}x)}$$

$$103 = 13 + 72 + 41,8 - \frac{1}{5}x$$

$$\frac{1}{5}x = 23,8$$

$x \geq 103$ ~~н~~, что не подходит по условию

Если же, наоборот при взаимодействии Cu_2O с NH_3 не остается в смеси, то $m_{SiO_2} = 41,8 - x$

В таком случае: $103 = 13 + x + (72-x) + (41,8-x)$

$$103 = 13 + 72 + 41,8 - x$$

$$x = 23,8 \text{ г}$$

$$m_{Cu_2O} = 23,8 \text{ г} \quad \ominus$$

$$m_{Ag} = 72 - 23,8 = 48,2 \text{ г} \quad \ominus \leftarrow \text{ответ}$$

$$m_{SiO_2} = 41,8 - 23,8 = 18 \text{ г} \quad +$$

$$m_{Zn} = 13 \text{ г} \quad +$$

№ 3.5

Найдите брутто-формулу углеводорода:

$$\omega(H) = 100 - 87,8 = 12,2\%$$

$$C : H = \frac{\omega(C)}{M(C)} : \frac{\omega(H)}{M(H)} = \frac{87,8}{12} : \frac{12,2}{1} = 7,32 : 12,2 = 1 : \frac{5}{3} = 3 : 5 \quad +$$

A, B и C: C_3H_5 и - четное, т.к. кол-во H в углеводородах всегда четное

$n=2$ A, B и C - C_6H_{10} $+$ соотв. формуле C_nH_{2n-2}

Углеводород с таким кол-вом H либо образует двойную $C=C$, либо

• связью $C \equiv C$, либо циклом $C=C$, либо 2 циклами

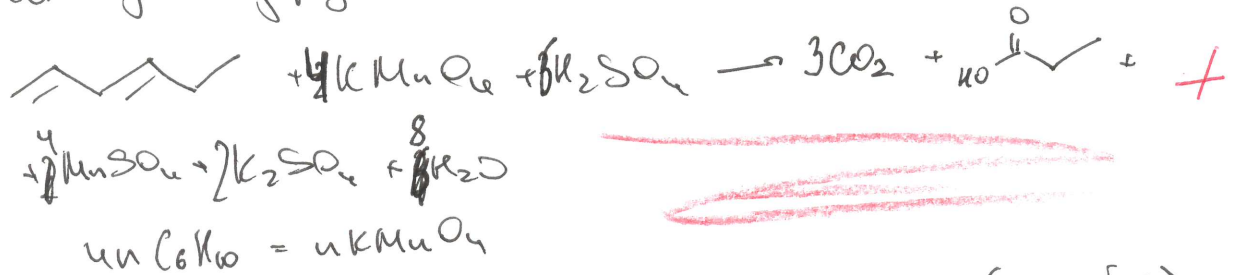
будет \uparrow \uparrow
 будет \uparrow \uparrow
 к-тя, что не соотв. условию с индекс не будет

§ 13.5. (прод.)

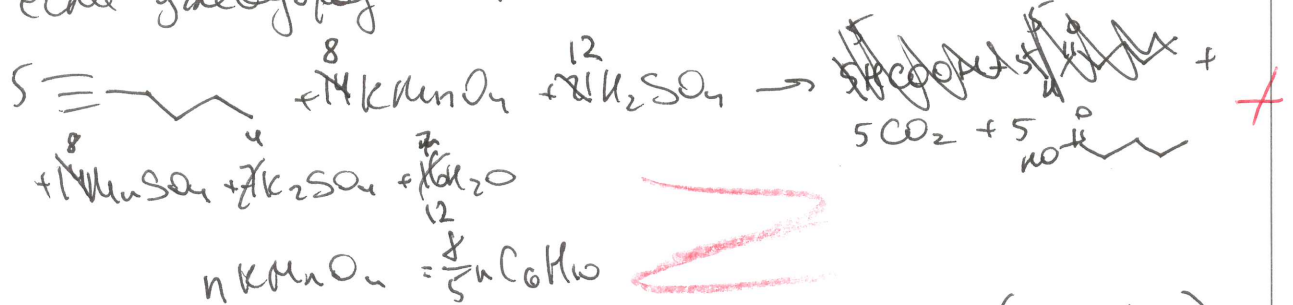
Условие

Если углеводород - циклопропановый диен, то в продуктах окисления будет двуокись К-та => не педт.

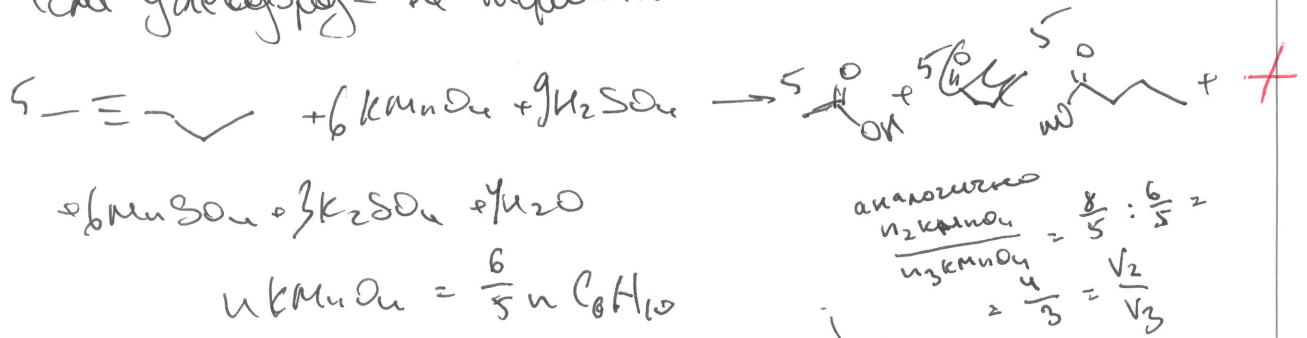
Если углеводород - сопряженный диен: (случай 1)



Если углеводород - терминальный алкин: (случай 2)



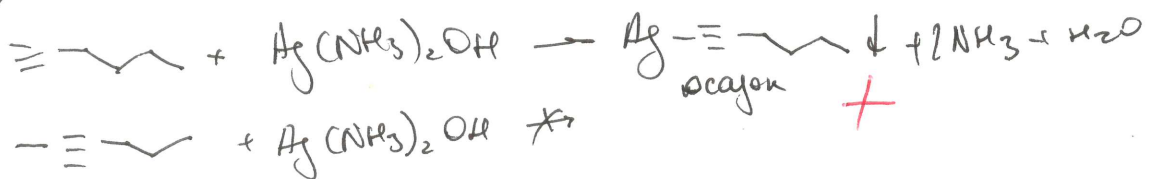
Если углеводород - не терминальный алкин: (случай 3)



$$\frac{n_1\text{KMnO}_4}{n_2\text{KMnO}_4} = \frac{4}{\frac{6}{5}} = \frac{4}{8} \cdot 5 = \frac{5}{2} = \frac{V_1}{V_2} \Rightarrow$$

⇒ А - ~~сопряженный диен~~ сопряженный диен (пример - моц. в катсанеи К-цели); В - терминальный алкин; С - не терминальный алкин (например, $\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$)

Различить В и С можно с помощью реактива Толленса;



№4.2. (арг.) Чистовик

Нужно сравнить ~~N в живой организме и N в картине~~
~~картина~~ N в живой организме и N в картине

Если картина подлинная, то она была изготовлена 450 лет назад
 В таком случае $N = N_0 \cdot e^{-k \cdot 450} \approx 0,982 N_0$

Узнаем, сколько распадов случилось за 150 лет:

$$N_{\text{распадов}} = 14,87 \cdot 150 \cdot 365 \cdot 60 \cdot 24 = 1172350400 \text{ распадов}$$

Возьмем живую организмы за 60 лет: перевод в минуты

$$N = N_0 \cdot e^{-k \cdot 60} \approx 0,993 N_0$$

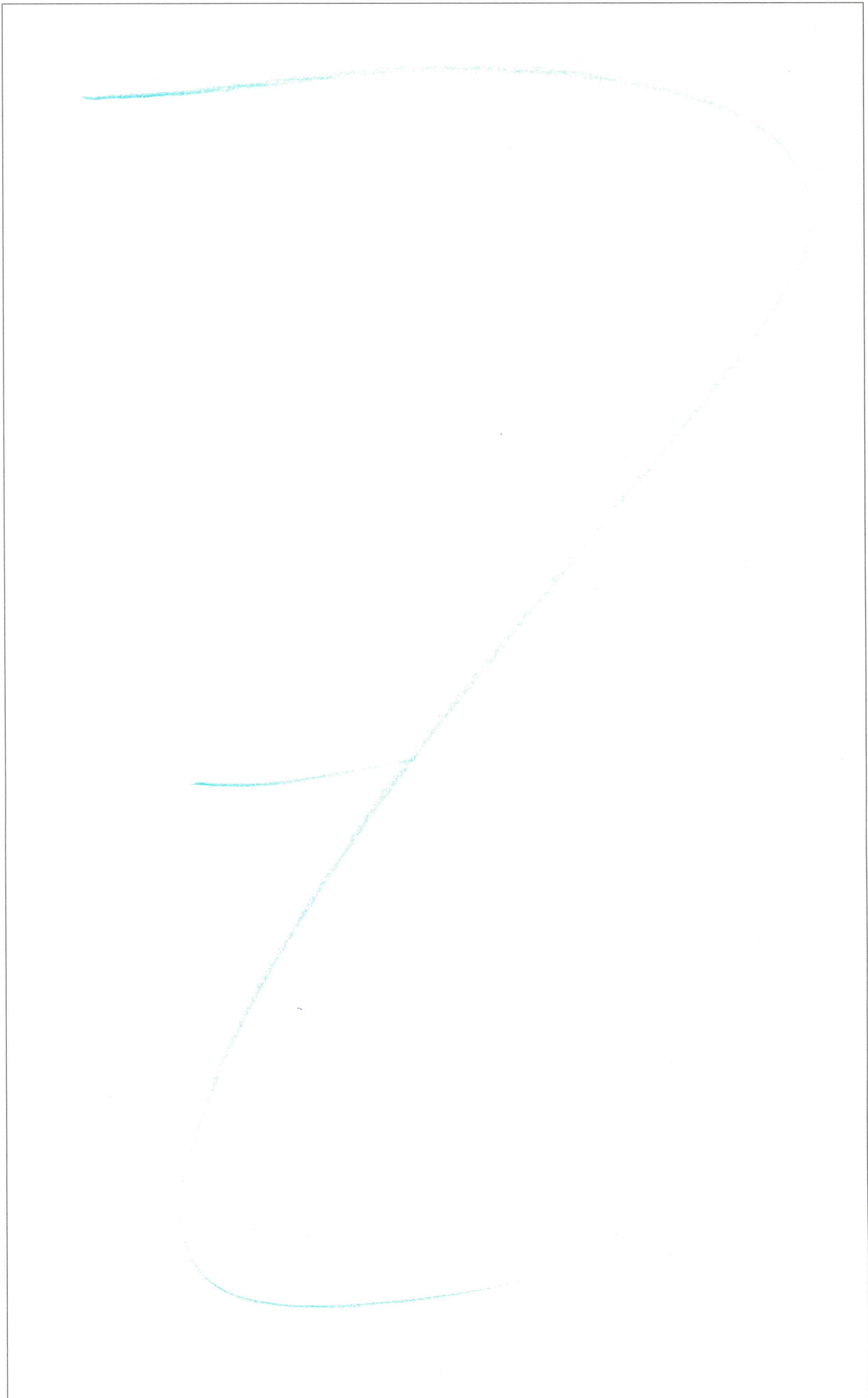
$$N_{\text{распадов}} = 15 \cdot 60 \cdot 365 \cdot 60 \cdot 24 = 47504000 \text{ распадов}$$

$$\frac{N}{N + N_{\text{распадов}}} = 0,982 \text{ где картина} \quad N_k = 6,355 \cdot 10^{10}$$

$$\frac{N}{N + N_{\text{распадов}}} = 0,993 \text{ где организм} \quad N_{ok} = 2580686000$$

$$\frac{N_k}{N_{ok}} = 24,7 \quad ? \text{ like?}$$

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ

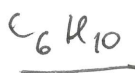


Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!

Черновик

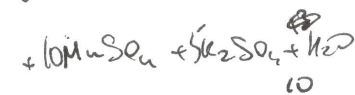
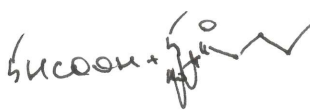
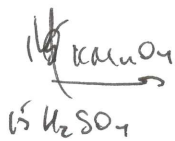
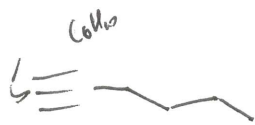
A B C

$$7,32 : 17,2 = 1 : \frac{5}{3} = 3 : 5$$

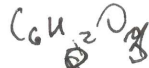


где $C=C / C \equiv C$

(не цикл, т.к. относ. к-тв)



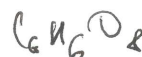
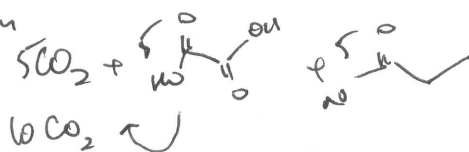
$\frac{\Delta H + 240}{2}$



$\sim KMnO_4 = 5 \text{ м } C_6H_{10}$



$KMnO_4$

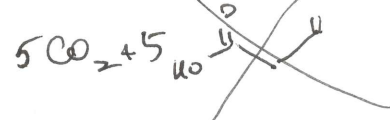


$\frac{\Delta H + 240}{2} = 10$

$\sim KMnO_4 = 4 \text{ м } C_6H_{10}$



$KMnO_4$

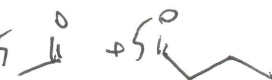


одноосн. к-тв

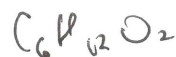
475040000



$3KMnO_4$

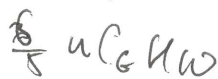


$\frac{886}{889}$



$\sim KMnO_4 = 3$

$\frac{\Delta H + 240}{2} = \frac{2+4}{2} = 3$



53532 расчужа (ракт)

$0,9976$

882

$N = 53157$ расч. отчужа сь



$8 KMnO_4$



$\frac{1487 - 1 \text{ мкм}}{31545000}$
 $\frac{2832}{31545000}$

$N = \frac{H}{k}$

$\text{мисн} = 1,55 \cdot 10^{11}$

$\frac{8}{2} = 4$

$\frac{1}{2} = k = 2$

$\frac{1}{2} = 5740 \text{ лет} = 3011688000 \text{ мин}$

2478

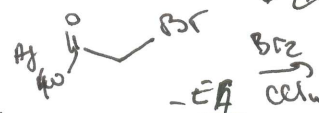
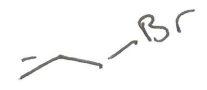
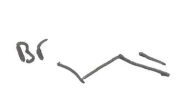
$\text{мисн} = 1,55 \cdot 10^{11}$

$\frac{200 \text{ лет}}{1,55 \cdot 10^{11}}$

$\frac{1,2 \cdot 10^{-4}}{3150 \text{ лет}} = k = 2,7 \cdot 10^{-10} \text{ мин}^{-1}$

$N = \frac{200 \text{ лет}}{1,55 \cdot 10^{11}}$

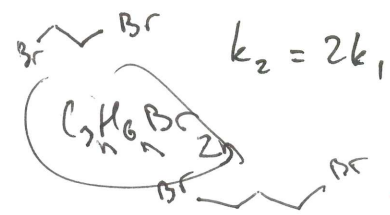
Черновик



$k = A \cdot e^{-\frac{EA}{RT}}$

$\frac{r_1}{r_2} = \frac{1}{2} \quad \frac{k_1}{k_2} = \frac{1}{2}$

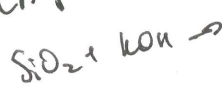
$k_1 = A \cdot e^{-\frac{EA}{RT_1}}$
 $2k_1 = A \cdot e^{-\frac{EA}{RT_2}}$



$\ln \frac{1}{2} = -\frac{EA}{RT_1} - (-\frac{EA}{RT_2})$
 $\ln \frac{1}{2} = -\frac{EA}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$

$r_{12} = k_1 \cdot [A]^2 = 4,5 k_2 \cdot [A]^2$

$2r_{A1} = k_2 \cdot (3[A]^2)$



$k_1 = 4,5 k_2$

$k_1 = 4,5 k_2$

$\ln(4,5) = -\frac{EA}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$

3975 кДж/моль

- Cu2O SiO2 Ag Zn
- HNO3 KOH HNO3 KOH
- NH3 NH3

