



05-92-22-15
(39.3)



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов"
наименование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Детерева Миша Илья
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«1» марта 2026 года

Подпись участника
[Подпись]

Чистовик

N 1.5.

Их можно различить раствором NH_3 . Он имеет щелочную среду, так что сначала выпадут осадки $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$, Ag_2O . $\text{Al}(\text{OH})_3$ и $\text{Zn}(\text{OH})_2$ - белые, Ag_2O - темного цвета. Так как на этом этапе не добавили пробирку с AgNO_3 . Далее при добавлении NH_3 $\text{Zn}(\text{OH})_2$ и Ag_2O растворяются, Al^{3+} не образует комплексов с NH_3 , так что $\text{Al}(\text{OH})_3$ останется на дне.



N 2.5.

ПРОПАН: C_3H_8 $\Rightarrow Q_{\text{H}} = 2Q(\text{H}_2) + Q(\text{C}_3) = 2 \cdot 779,9 + 652,3 = 2212,1 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$

БУТАН: C_4H_{10} $\Rightarrow Q_{\text{B}} = 2Q(\text{H}_2) + 2Q(\text{C}_2) = 2864,4$

3ИМНЭЯ смесь: $Q_3 = x_{\text{H}} Q_{\text{H}} + x_{\text{B}} Q_{\text{B}} = 0,75 \cdot 2212,1 + 0,25 \cdot 2864,4 = 2375,175 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$

ЛЕТУХА: $Q_1 = x_{\text{H}} Q_{\text{H}} + x_{\text{B}} Q_{\text{B}} = 0,4 \cdot 2212,1 + 0,6 \cdot 2864,4 = 2603,48 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$

РАЗНИЦА $\Delta Q = Q_1 - Q_3 = 2603,48 - 2375,175 = 228,305 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$

Значит нужно более летучее топливо, то есть оно не замерзало, поэтому в его составе больше пропана.

воспользуйтесь.

80

Реферат
Анализ

1	2	3	4	5	6	7	8	Σ
4	7	2	12	14	14	9	18	80

N4.2.

Учитель

Распад ядер μ -из I -го порядка. Тогда:

$$k = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{\ln 2}{5730} = 1,21 \cdot 10^{-4} \text{ лет}^{-1} = 2,3 \cdot 10^{-10} \text{ мин}^{-1}$$

N_0 - начальное кол-во ^{14}C , N_0' - кол-во ^{14}C после неизвестного времени t .

$$\Delta N_1 = N_0 - N_0 e^{-k t, t=1 \text{ мин}} = N_0 (1 - e^{-k})$$

$$15 = N_0 (1 - e^{-k}) \Rightarrow N_0 = \frac{15}{1 - e^{-2,3 \cdot 10^{-10}}} = 6,52174 \cdot 10^{10}$$

$$\Rightarrow N_0' = \frac{14,87}{1 - e^{-2,3 \cdot 10^{-10}}} = 6,46522 \cdot 10^{10}$$

Найдём t :

$$N_0' = N_0 e^{-k t} \Rightarrow k t = \ln \frac{N_0}{N_0'} \Rightarrow t = \frac{\ln \frac{N_0}{N_0'}}{k}$$

$$= \frac{\ln \frac{6,52174 \cdot 10^{10}}{6,46522 \cdot 10^{10}}}{1,21 \cdot 10^{-4}} \approx 72 \text{ года. } \checkmark \text{ 72 года назад}$$

В 1954 год, судостроитель уже давно умер. Так что перед нами подделка. \times

N5.5.

$$2A \rightarrow B + 2C \quad r = k \cdot p(A)^2$$

V уменьш. в 3 раза $\Rightarrow p_2(A) = 3 p_1(A)$

Ур-ие Аррениуса: $k = A e^{-\frac{E_A}{RT}}$

$$\begin{cases} r_2 = k_2 \cdot 9 p_1(A)^2 \\ r_1 = k_1 \cdot p_1(A)^2 \end{cases} \Rightarrow \frac{r_2}{r_1} = 2 = 9 \frac{k_2}{k_1} \Rightarrow \frac{2}{9} = \frac{A e^{-\frac{E_A}{RT_2}}}{A e^{-\frac{E_A}{RT_1}}}$$

$$\frac{2}{9} = e^{\frac{E_A}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)}$$

$$\frac{2}{9} = e^{\frac{E_A}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)} \Rightarrow E_A = \frac{\ln \frac{2}{9} R}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}} = \frac{8,314 \ln \frac{2}{9}}{\frac{1}{323} - \frac{1}{290}} \approx 35495 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$$

$$\approx 35,5 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} \checkmark$$

№ 4.

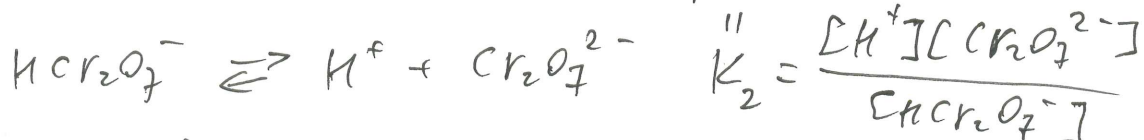
Чистовик



$$d_1 = \frac{[\text{HCr}_2\text{O}_7^-] + [\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]}{C_0} = 1$$

$$d_2 = \frac{[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]}{C_0(\text{HCr}_2\text{O}_7^-)} = 0,06 \quad \left| \Rightarrow d_2 = \frac{[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]}{C_0} \right.$$

$$d_1 = 1 \Rightarrow C_0(\text{HCr}_2\text{O}_7^-) = C_0$$



из ур-ий степеней диссоц: $[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] = d_2 C_0$

$$[\text{HCr}_2\text{O}_7^-] = d_1 C_0 - [\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] = C_0(d_1 - d_2)$$

Теперь берем автопротолиз:

$$[\text{H}^+] = [\text{HCr}_2\text{O}_7^-] + 2[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] = C_0(d_1 + d_2)$$

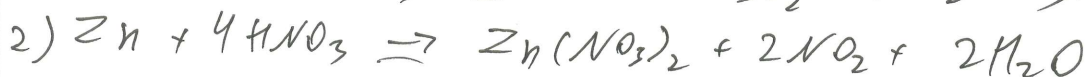
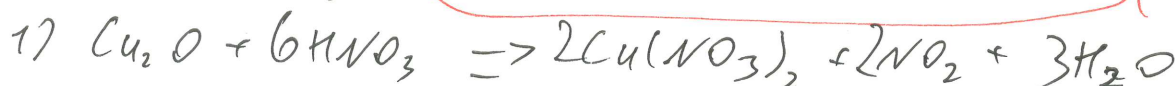
$$\text{Подст. в } K_2 = \frac{[\text{H}^+][\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]}{[\text{HCr}_2\text{O}_7^-]} = \frac{C_0(d_1 + d_2) \cdot d_2 C_0}{C_0(d_1 - d_2)} = \frac{C_0(d_1 + d_2) \cdot d_2}{d_1 - d_2}$$

Отсюда $C_0 = 0,34 \text{ M}$

$$[\text{H}^+] = C_0(d_1 + d_2) = 0,3604 \text{ M} \Rightarrow \text{pH} = -\lg 0,3604 \approx 0,44$$

№ 5.

С HNO_3 из навески не будет реагировать только SiO_2 . Поэтому $m(\text{SiO}_2) = 103 - 85 = 18 \text{ г}$.



С кон. конц. р-р реагирует только Zn :



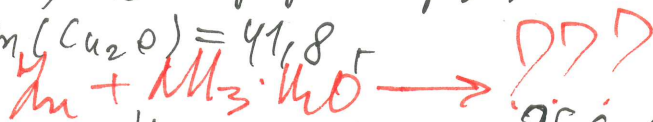
$$V(\text{Zn}) = V(\text{H}_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{4,48}{22,4} = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(Zn) = M \cdot \nu = 65 \cdot 0,2 = 13 \text{ г}$$

Чистовик

C $MH_3 \cdot H_2O$ реагирует только SiO_2

$$\Rightarrow m(SiO_2) = 41,8 \text{ г}$$



Известной осталась $m(Ag) = m_{навески} - m(Zn) - m(SiO_2) -$

$$- m(Cu_2O) = 103 - 13 - 18 - 41,8 = 30,2 \text{ г}$$

N 8.4.

$$M(F) = \frac{M(Br)}{w(Br)} = \frac{80}{0,7921} n = 101 n \frac{\text{г}}{\text{моль}}$$

Остаток: 21 г моль.

Если $n=2$ $M_{остатка} = 42 \frac{\text{г}}{\text{моль}}$, цепь содержит C_3H_6

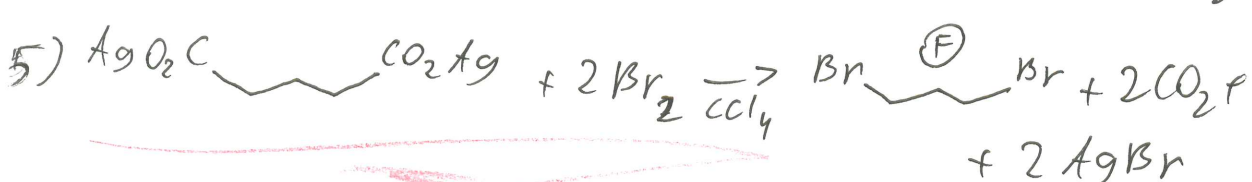
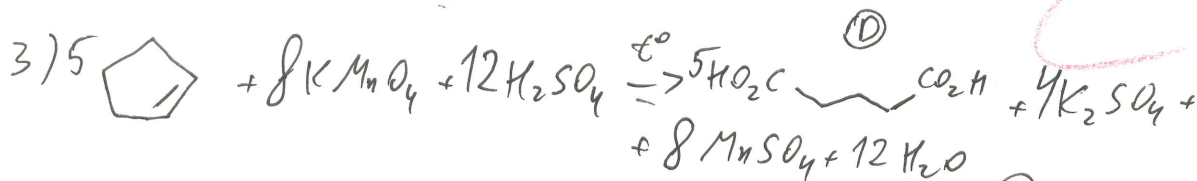
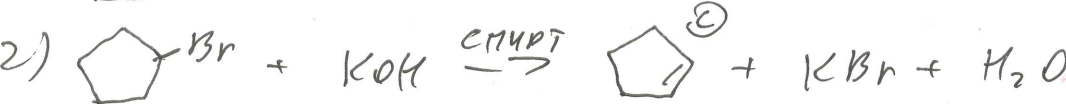
$\Rightarrow F - C_3H_6 - Br_2$. Учитывая присутствие Ag

в цепочке реакций, можно предположить, что где-то протекает реакция Фродина - Хундрикера.

Фродин - русский художник, он же учёный N. Тогда на месте двух атомов Br в продукте было два атома углерода. \Rightarrow в веществе А 5 атомов C .

$$\text{Формула А} - C_nH_x \Rightarrow w(C) = 0,8571 = \frac{12}{12+x} \Rightarrow x=2$$

$\Rightarrow C_nH_2$ - простейшая ф-ла. $\Rightarrow C_5H_{10}$ - циклопентан



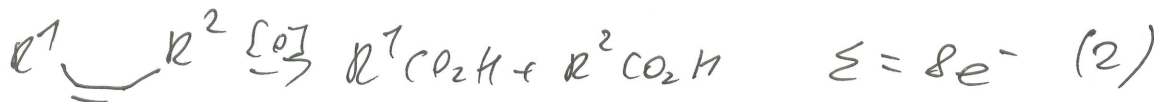
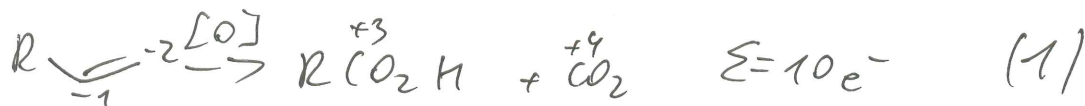
№ 3.5.

УЧЕТОВИК

05-92-22-15
(39.3)

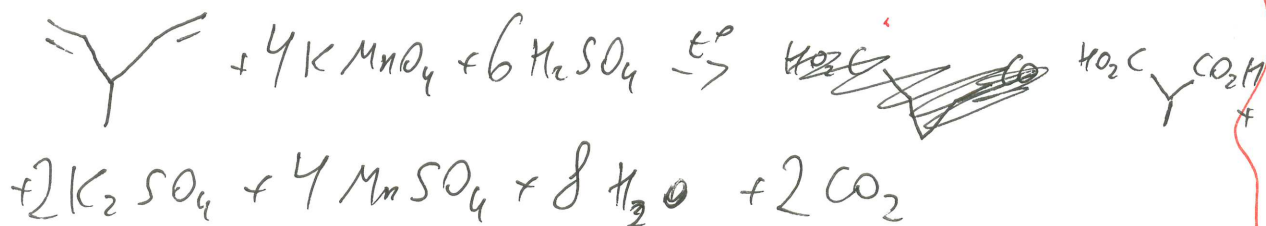
Пусть их φ -ла - $C_{12}H_{10} \Rightarrow w(C) = 0,878 = \frac{12}{12+x}$
 $\Rightarrow x \approx 1,6674$. При переносе на C_3 получаем φ -ла C_3H_5 , но у нас с целым числом атомов водорода нет. Тогда умножим на 2 и получим, что $A, B, C - C_6H_{10}$. Степень нецелесообразности = 2, тогда либо это циклоалкены, либо диены. ✓

Отношение отдаваемых перманганату e^- равно отношению его объёмов = $500:200:150 = 10:4:3$. Образуются только одноосновные органические кислоты из орг. продуктов, но также может получиться и CO_2 . Рассмотрим сколько e^- отнимается в разных случаях:

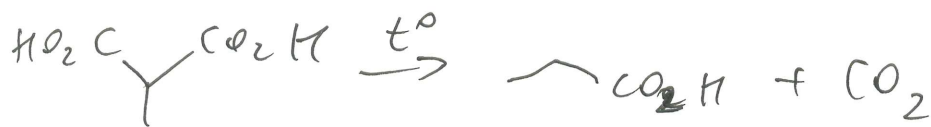



В других случаях кислоты не образуются. Число переходящих e^- темное, так что найдем соотношение на 2 и получим $20:8:6$. Тогда видно, что в-во А должно обладать способностью образовывать кислоту и CO_2 , т.е. должно иметь две концевые π -связи.

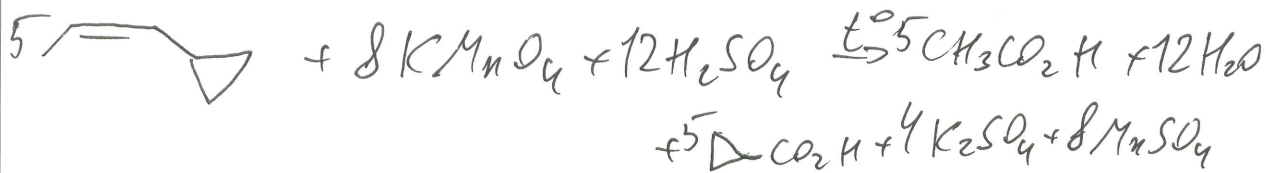
Подходит структура А:




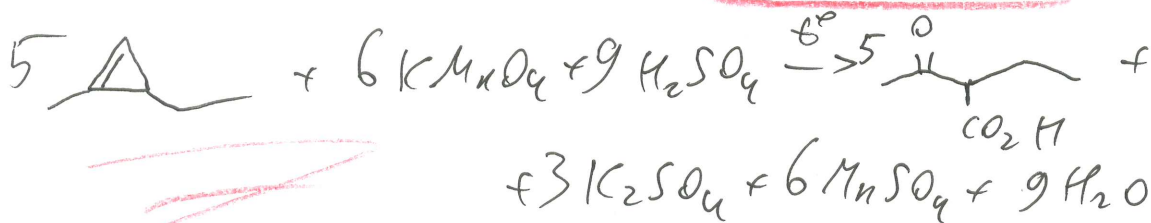
Хоть обр. двукосн. к-та, при нагревании ^{У нас окис}
 отщепляет CO₂ (а при окислении перманганатом ^{или одна}
~~нагревание есть~~)



В-во В соотв. циклоалкен . Здесь
 будет отщепляться 8 ~~e~~ соответственно схеме (2).

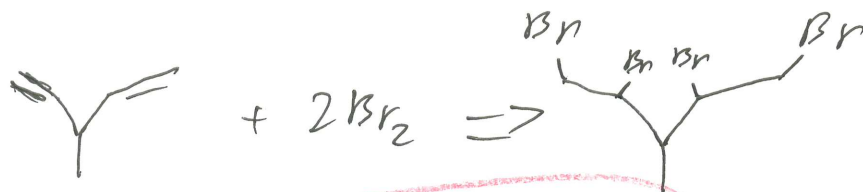


В-во С: . При его ок-ии будет
 отщепляться 6 e⁻:



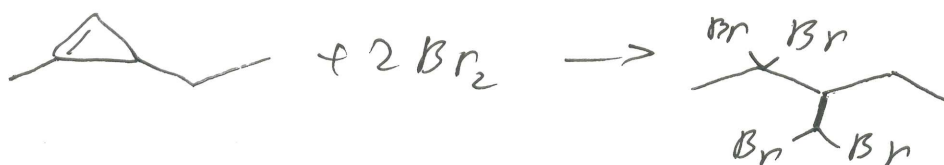
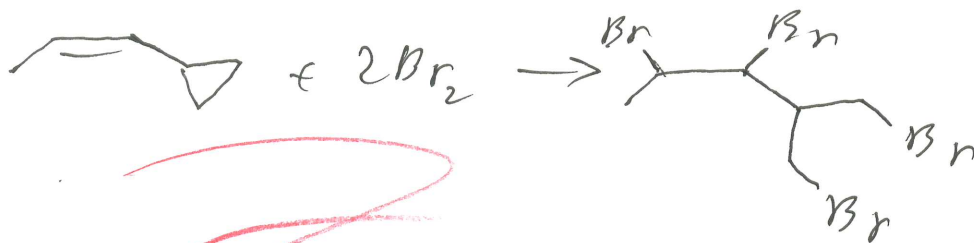
Образуется однокосн. к-та, как и требуется.
 Хоть она ещё и является кетоном.

Каждое в-во А, В, С, реагирует с
 одинаковым кол-вом Br₂:

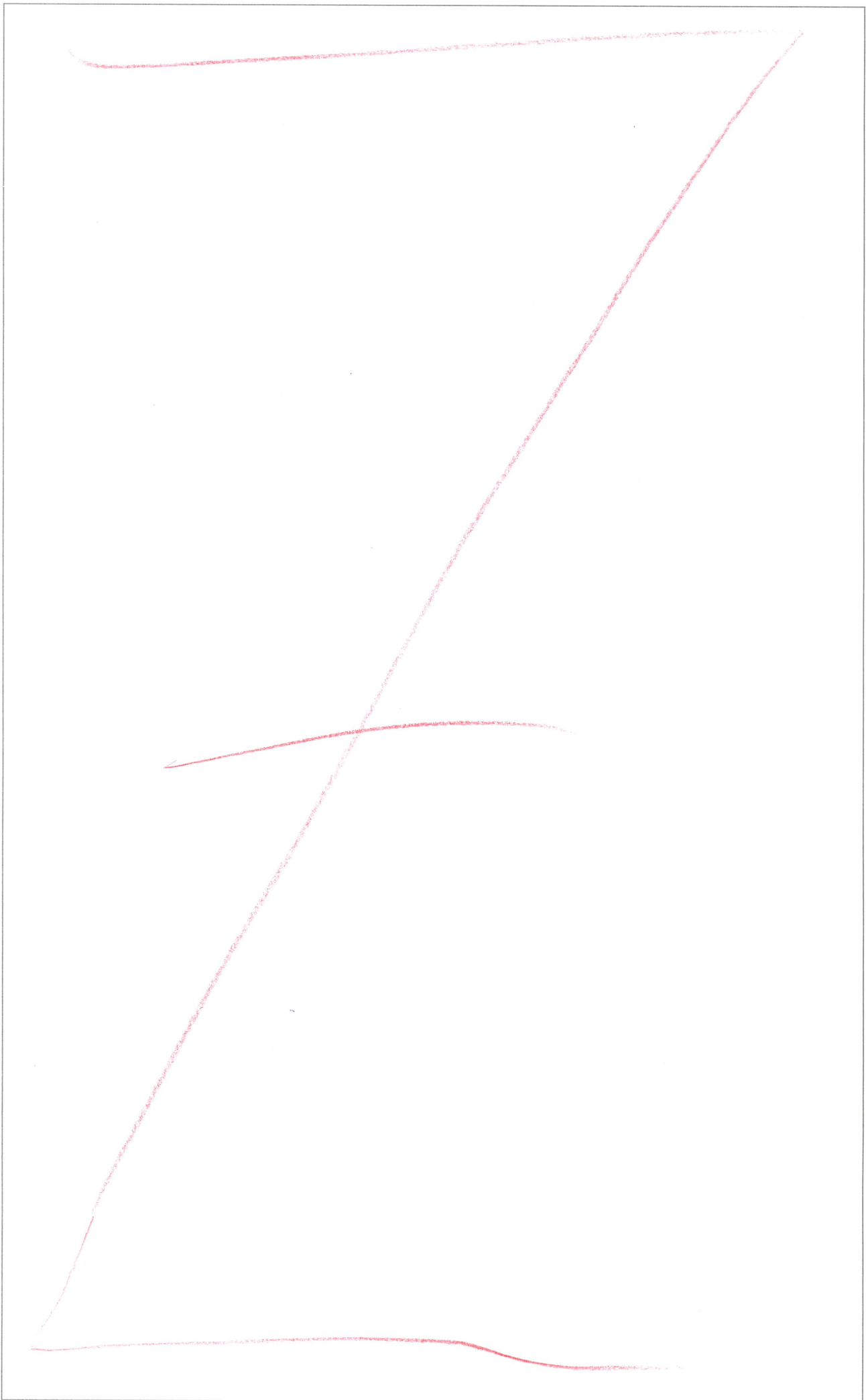


Малые циклы открываются при
 реакции с Br_2 .

Чистовик

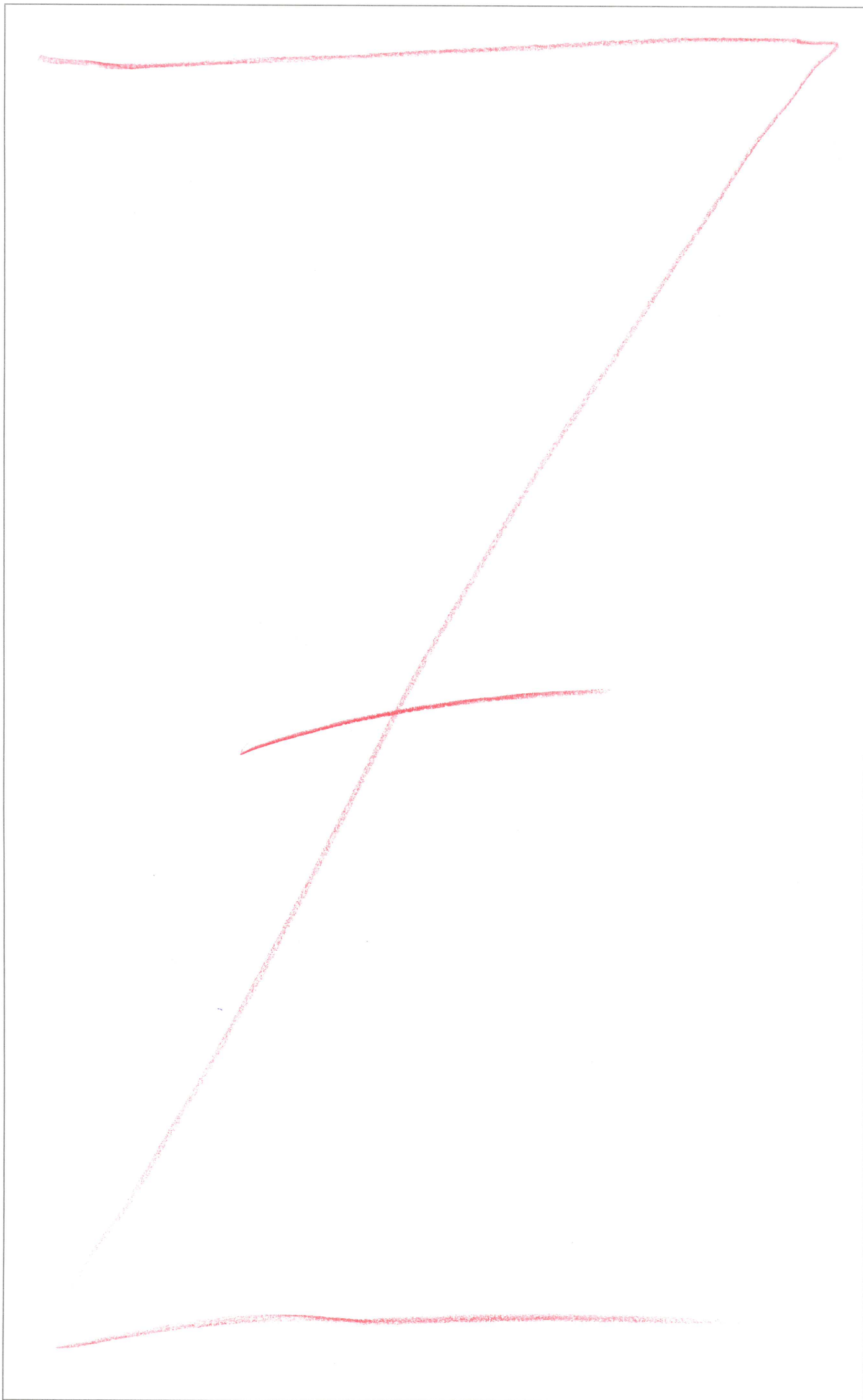


ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



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

ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



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

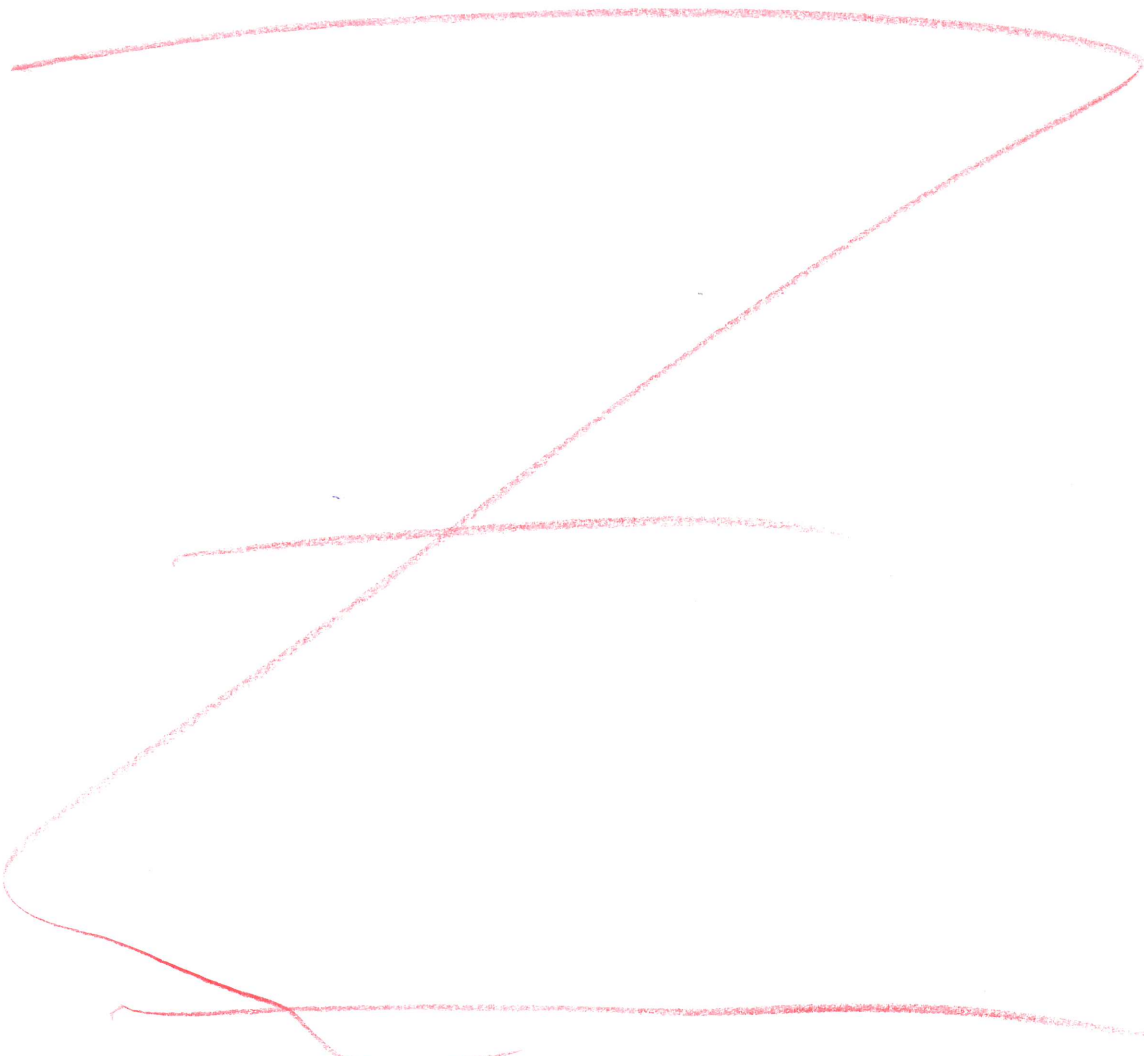
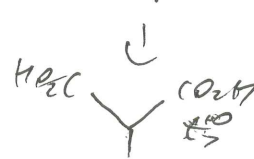
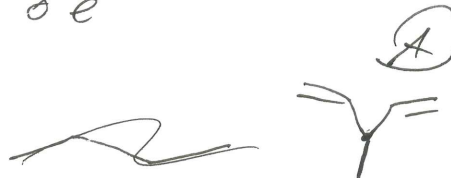
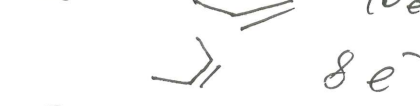
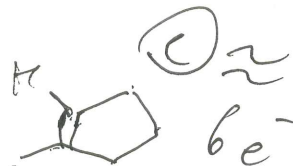
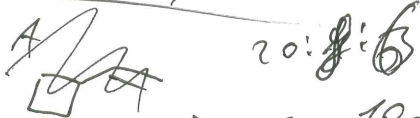
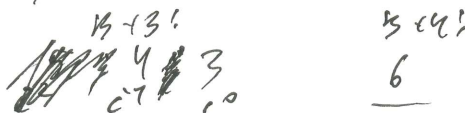
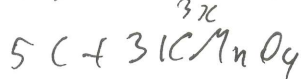
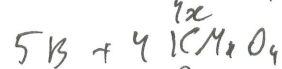
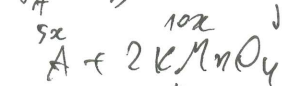
№ 3.5.

Черновик

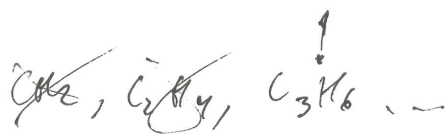


$KMnO_4$:

$J_A : J_B : J_C = 5 : 2 : 1,5 = 10 : 4 : 3 = \text{соотн. } e^-$



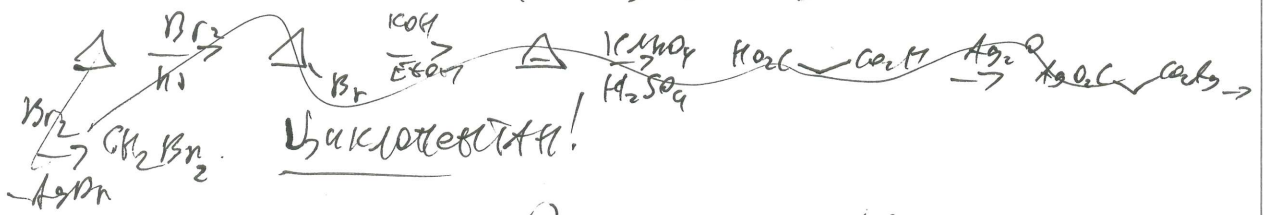
Черновик



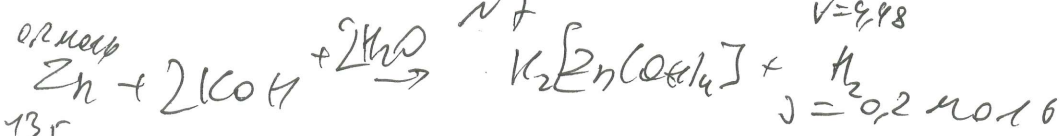
18
Алкены, циклоалкены



$M(F) = 101, 0, 27, 42 = C_3H_6$
 $F = C_3H_6Br_2?$



Циклоалканы!



$n(SrCl_2) = 18 \text{ г} (103-85)$

$n(CuO) = 47,8 \text{ г}$

$n(Hg) = 30,2 \text{ г}$

$k = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = 1,21 \cdot 10^{-4} \text{ лет}^{-1} = 2,3 \cdot 10^{-10} \text{ мин}^{-1}$

$\Delta N_1 = N_0(1 - e^{-kt}) \Rightarrow N_0 = 6,52174 \cdot 10^{10}$

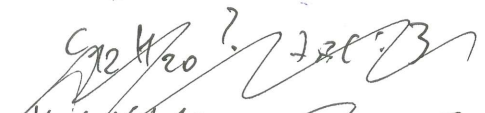
$\Delta N_2 = N_0'(1 - e^{-kt}) \Rightarrow N_0' = 6,46522 \cdot 10^{10}$

$N_0' = N_0 e^{-kt} \Rightarrow -kt = \ln\left(\frac{N_0'}{N_0}\right) \Rightarrow t = \frac{\ln\left(\frac{N_0'}{N_0}\right)}{k} \approx 72 \text{ года}$

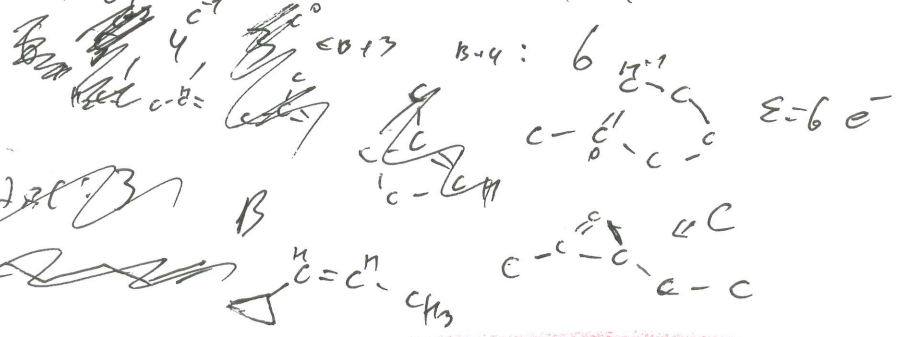
C_6H_{10} - гетеро или циклоалканы

$10:4:3$

$20:8:6$

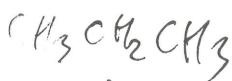


$40:16:12$

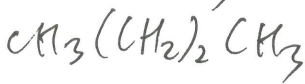


Черновик

N2



$Q_H = 2 Q(CCH_3) + Q(CCH_2) = 2212,1$

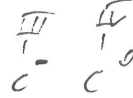
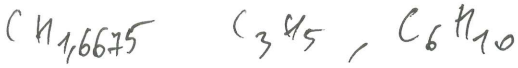


$Q_B = 2864,4$

$Q_3 = 0,75 Q_H + 0,25 Q_B = 2375,175$

$Q_1 = 2603,48$

N3



$500:200:150 = 5:2:7,5 = 10:4:15$



~~20:8:6~~ ~~6e⁻~~, ~~6e⁻~~, ~~6e⁻~~, ~~6e⁻~~, ~~6e⁻~~

~~6,5,4,1,1,1,1~~ $C^-:25:10:7,5 = 50:20:15 = 10:4:3$

N4

$1,21 \cdot 10^{-4} \text{ лет}^{-1}$

$B_{1r}: N_0 =$

$k = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = 3,83587 \cdot 10^{-12} \text{ c}^{-1}$

$\Delta N_1 = N_0(1 - e^{-kt}) \Rightarrow N_0 \approx 3,91645 \cdot 10^{12} \quad (=70N = 3,394 \cdot 10^{10})$

$\Delta N_2 = N_0'(1 - e^{-kt}) \Rightarrow N_0' = 3,88257 \cdot 10^{12}$

$\Delta N = N_0(1 - e^{-kt}) \Rightarrow 1 - e^{-kt} = \frac{\Delta N}{N_0} \Rightarrow e^{-kt} = 1 - \frac{\Delta N}{N_0}$

$kt = \frac{\ln(\frac{N_0}{N_0 - \Delta N})}{k} \approx 72 \text{ лет}$

N5

$k_T = A e^{-\frac{E_A}{RT}}$

$3P_1(A) = P_2(A)$

$\begin{cases} v_1 = P_1(A)^2 \cdot k_1 \\ v_2 = 9P_1(A)^2 \cdot k_2 \end{cases}$

$\frac{v_2}{v_1} = 2 = 9 \frac{k_2}{k_1} \Rightarrow \frac{2}{9} = \frac{A e^{-\frac{E_A}{RT_2}}}{A e^{-\frac{E_A}{RT_1}}} = e^{\frac{E_A}{R}(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2})}$

$E_A \approx 35495 \frac{8 \times}{\text{mol}}$
 $\approx 35,5 \frac{\text{кДж}}{\text{mol}}$

$d_1 = \frac{[HCrO_4^-] + [CrO_4^{2-}]}{c_0} \quad k_2 = \frac{[H^+][Cr_2O_7^{2-}]}{c_0[Cr_2O_7^{2-}]}$

$[H^+] = [HCrO_4^-] + 2[Cr_2O_7^{2-}]$
 $= d_1(c_0 + 2d_2c_0)$
 $[Cr_2O_7^{2-}] = d_2c_0$
 $[HCrO_4^-] = d_1(c_0 - d_2c_0)$

$d_2 = \frac{[Cr_2O_7^{2-}]}{c_0([HCrO_4^-])}$
 $= \frac{(d_1(c_0 + 2d_2c_0))d_2c_0}{c_0(d_1(c_0 - d_2c_0))}$
 $c_0 = 0,34 \text{ M}$
 $[H^+] = 0,3604 \Rightarrow pH = 0,4432$