



Выход: 15 ¹⁵

Возврат: 15 ²⁰

М/

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Вариант 2

Место проведения Ульяновск
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов" "Ломоносов"
наименование олимпиады

по ХИМИИ
профиль олимпиады

Митюковой Варвары Павловны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«01» МАРТА 2026 года

Подпись участника

В.П.

01-18-53-62
(41.5)

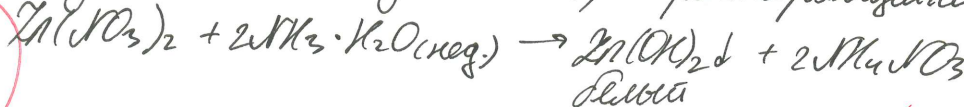
беловик

Задача 1

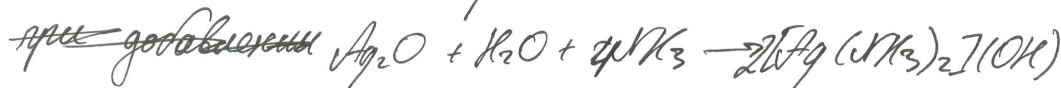
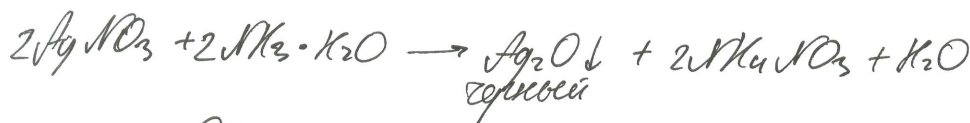
реагент - раствор NH_3 в воде. $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$



выпадает белый осадок $\text{Al}(\text{OH})_3$, не растворяющийся в избытке NH_3



При постепенном добавлении раствора аммиака к $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ наблюдается сначала ~~раствор~~ выпадение белого осадка, а затем его растворение в избытке аммиака



~~при добавлении~~ при постепенном добавлении раствора аммиака к AgNO_3 сначала наблюдается выпадение черного оксида серебра I, а затем его последующее растворение в избытке аммиака

Задача 2

Возьмем 1 моль жидкой смеси. В ней:

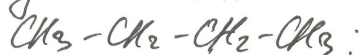
0,75 моль C_3H_8 и 0,25 моль C_4H_{10} .

Рассмотрим пропан C_3H_8 :



$$\text{Востр.}(\text{C}_3\text{H}_8) = 2 \cdot 779,9 + 652,3 = 2212,1 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

бутан C_4H_{10} :



$$\text{Востр.}(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 2 \cdot 779,9 + 652,3 \cdot 2 = 2864,4 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$\text{Востр.}(\text{жидкая смесь}) = 0,75 \cdot 2212,1 + 0,25 \cdot 2864,4 = 2375,175 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

92
декабрь 2020

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
4 7 11 12 12 14 14 18 18 22

Воснесен
А.М.О.

$$Q_{\text{сгор}}(\text{летняя смесь}) = 0,4 \cdot 2212,1 + 0,6 \cdot 2864,4 = 2603,48 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$Q_{\text{сгор}}(\text{зимняя смесь}) < Q_{\text{сгор}}(\text{летняя смесь}) \quad (\text{данных})$$

$$2975,175 < 2603,48$$

Необходимость сурьмы смеси состава топливных смесей обусловлена тем, что зимой топливная смесь должна оставаться жидкой, а не замерзнуть при температуре окружающей среды. Изменение состава изменяет температуру кристаллизации.

Задача 3

Пусть формула A, B и C — C_6H_8 .
Такого углеводорода не существует, значит формула C_6H_{10} .

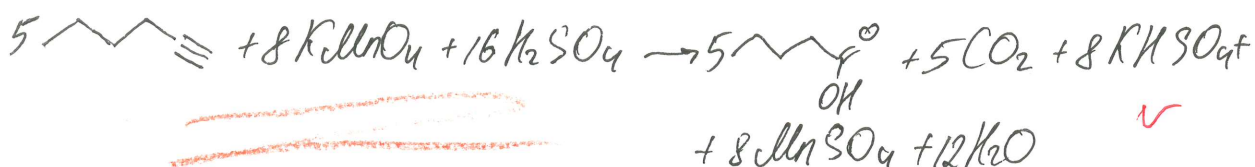
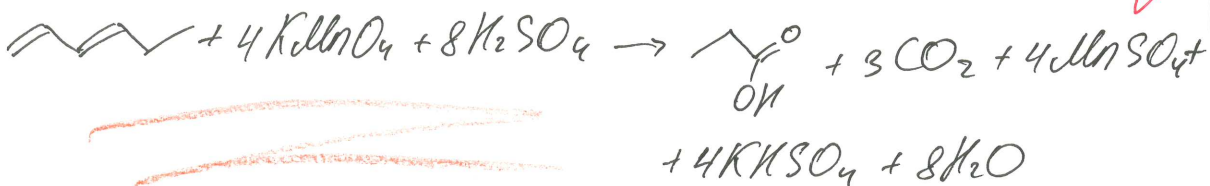
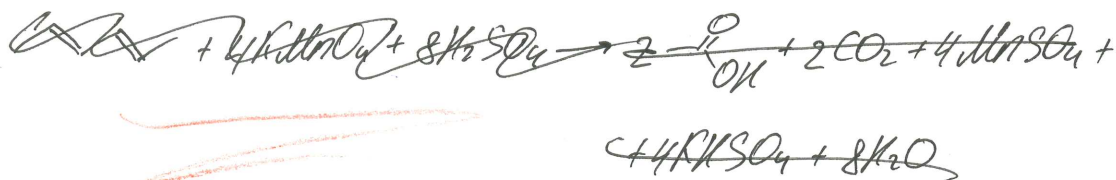
Насыщенный циклоалкан имел бы формулу C_6H_{12} , значит, степень не насыщенности A, B, C равна 2.

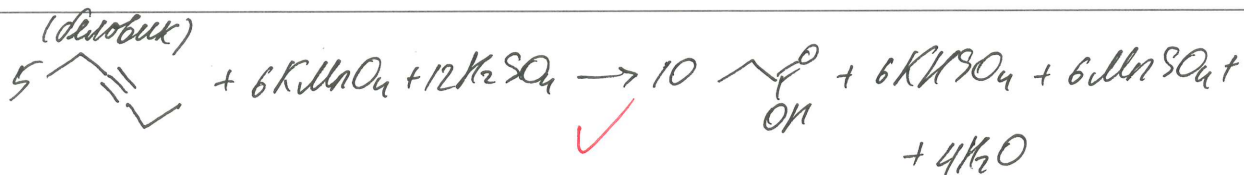
Это циклы с двойной связью, одна тройная связь, две двойные связи.

Однако циклы с двойной связью быть не могут, так как в этом случае получится двухосновная кислота — противоречие условию.



Уравнения реакций:





$$n(\text{KMnO}_4)_A : n(\text{KMnO}_4)_B : n(\text{KMnO}_4)_C = V(\text{KMnO}_4)_A : V(\text{KMnO}_4)_B : V(\text{KMnO}_4)_C$$

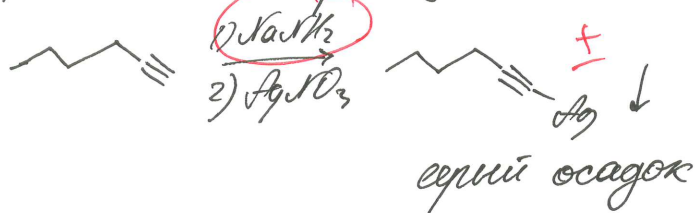
$$n(\text{KMnO}_4)_A : n(\text{KMnO}_4)_B : n(\text{KMnO}_4)_C = 10 : 4 : 3$$

Для простоты сравним количество моль KMnO_4 , требуемое для окисления 5 моль A, B, C.

$$20 : 8 : 6 = 10 : 4 : 3 = \text{сходится}$$

(ч. 5)

Качественная реакция на B:



вещество C так не реагирует, так как его тройная связь не концевая

Задача 4.

$$k = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{\ln 2}{5730 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60} = 2,3015 \cdot 10^{-10} \frac{1}{\text{мин}}$$

$$T_{1/2} = 5730 \text{ лет} = 5730 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \text{ мин}$$

$$r_0 = 15 \frac{1}{\text{мин} \cdot 2}$$

$$r_0 = k N_0 \Rightarrow N_0 = \frac{15}{2,3015 \cdot 10^{-10}} = 6,5175 \cdot 10^{10}$$

$$r = 14,87 \frac{1}{\text{мин} \cdot 2}$$

$$r = k N \Rightarrow N = \frac{14,87}{2,3015 \cdot 10^{-10}} = 6,4610 \cdot 10^{10}$$

$$N = N_0 \exp\{-kt\}$$

$$\frac{N}{N_0} = \exp\{-kt\}$$

$$\ln \frac{N}{N_0} = -kt$$

$$t = - \frac{\ln \frac{N}{N_0}}{k} = - \frac{\ln \frac{6,4610 \cdot 10^{10}}{6,5175 \cdot 10^{10}}}{2,3015 \cdot 10^{-10}} = 37830815,79 \text{ мин} \approx 71,98 \text{ лет} \approx 72 \text{ года}$$

2026-72 = 1954 год, а художник умер в 1926 году.

Значит, эта картинка - не подлинник.

(Олиовик)

Задача 5



$$r_0 = K p_A^2$$

r_1 измерена при $T_1 = 323 \text{ K}$ и V $\checkmark$

r_2 измерена при $T_2 = 290 \text{ K}$ и $\frac{V}{3}$ $\checkmark$

$$r_1 = K_1 p_A^2 \quad \frac{r_2}{r_1} = 2 = \frac{K_2 p_{2A}^2}{K_1 p_A^2} \quad \checkmark$$

$$r_2 = K_2 p_{2A}^2$$

$$K_1 = A \exp\left\{-\frac{E_A}{RT_1}\right\}$$

$$K_2 = A \exp\left\{-\frac{E_A}{RT_2}\right\}$$

$$\begin{cases} p_A V = nRT_1 \\ p_{2A} \frac{V}{3} = nRT_2 \end{cases} \Rightarrow V = \frac{nRT_1}{p_A} \quad (n = \text{const})$$

$$p_{2A} \cdot \frac{nRT_1}{3p_A} = nRT_2$$

$$\frac{p_{2A}}{3p_A} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow p_{2A} = \frac{3p_A T_2}{T_1}$$

$$\frac{r_2}{r_1} = 2 = \frac{A \exp\left\{-\frac{E_A}{RT_2}\right\} \cdot \left(\frac{3p_A T_2}{T_1}\right)^2}{A \exp\left\{-\frac{E_A}{RT_1}\right\} \cdot p_A^2} = \frac{\exp\left\{-\frac{E_A}{RT_2}\right\} \cdot 9 T_2^2}{\exp\left\{-\frac{E_A}{RT_1}\right\} \cdot T_1^2}$$

$$\frac{2 T_1^2}{9 T_2^2} = \exp\left\{-\frac{E_A}{RT_2} + \frac{E_A}{RT_1}\right\}$$

$$\ln\left(\frac{2 T_1^2}{9 T_2^2}\right) = -\frac{E_A}{RT_2} + \frac{E_A}{RT_1} \quad \checkmark$$

$$\ln\left(\frac{2 T_1^2}{9 T_2^2}\right) = E_A \left(\frac{1}{RT_1} - \frac{1}{RT_2}\right)$$

$$E_A = \frac{\ln\left(\frac{2T_1^2}{9T_2^2}\right)}{\frac{1}{RT_1} - \frac{1}{RT_2}} = \frac{\ln\left(\frac{2 \cdot 323^2}{9 \cdot 290^2}\right)}{\frac{1}{8,314 \cdot 323} - \frac{1}{8,314 \cdot 290}} = 30408,3 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}} \approx 30,408 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

(добавок)

Ответ: $30,408 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$

ошибка
в формуле

Задача 6

Пусть $C_0(\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = x$. Тогда:



было	x	0	0
реал.	$-x$	$+x$	$+x$
стало	0	x	x



было	x	x	0
реал.	$-0,06x$	$+0,06x$	$+0,06x$
стало	$0,94x$	$1,06x$	$0,06x$

$$K = \frac{[\text{H}^+][\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]}{[\text{HCr}_2\text{O}_7^-]}$$

$$2,3 \cdot 10^{-2} = \frac{1,06x \cdot 0,06x}{0,94x} = \frac{1,06 \cdot 0,06x}{0,94}$$

$$x = 0,34 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

$$\text{Тогда } C_0(\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,34 \text{ М} \quad \checkmark$$

$$[\text{H}^+] = 1,06 \cdot 0,34 = 0,3604 \text{ М}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}^+] = -\log 0,3604 = 0,44 \quad \checkmark$$

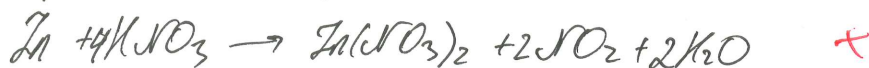
$$\text{Ответ: } C_0(\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 0,34 \text{ М, pH} = 0,44 \quad \checkmark$$

Задача 7.

$$m(\text{Cu}_2\text{O} + \text{SiO}_2 + \text{Ag} + \text{Zn}) = 103,2$$

Реакции при добавлении $\text{HNO}_3(\text{к})$:



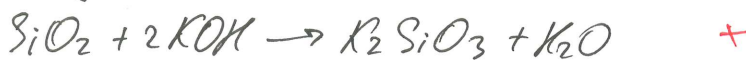


В KNO_3 не растворился только SiO_2 . ✓

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

$$m(\text{SiO}_2) = m(\text{Cu}_2\text{O} + \text{SiO}_2 + \text{Ag} + \text{Zn}) - m(\text{Cu}_2\text{O} + \text{Ag} + \text{Zn}) = 18 \text{ г} \quad +$$

Реакции с KOH :



выделившийся газ - H_2

$$n(\text{H}_2) = n(\text{Zn}) = \frac{4,48}{22,4} = 0,2 \text{ моль} \quad +$$

$$m(\text{Zn}) = n(\text{Zn}) \cdot 65 = 0,2 \cdot 65 = 13 \text{ г} \quad +$$

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

Реакции с NH_3 :



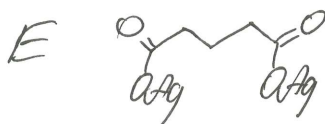
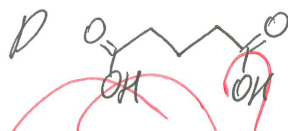
$$m(\text{Cu}_2\text{O}) = 41,8 \text{ г}$$

$$m(\text{Ag}) = m(\text{Cu}_2\text{O} + \text{Ag}) - m(\text{Cu}_2\text{O}) = 72 - 41,8 = 30,2 \text{ г}$$

$$\text{Ответ: } m(\text{SiO}_2) = 18 \text{ г}, \quad m(\text{Zn}) = 13 \text{ г}, \quad m(\text{Cu}_2\text{O}) = 41,8 \text{ г}, \quad m(\text{Ag}) = 30,2 \text{ г}$$

$$m(\text{Ag}) = 30,2 \text{ г}$$

Задача 8



A - C_5H_{10}

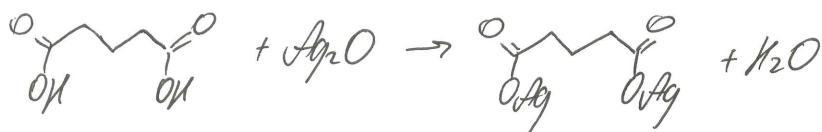
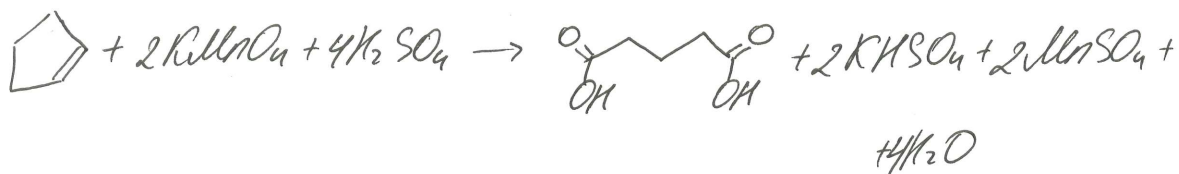
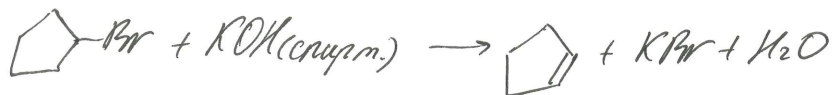
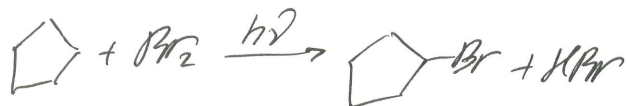
$$n(\text{C}) = \frac{12 \cdot 5}{12 \cdot 5 + 10} = 0,8571 - \text{подходит}$$



(беловик)

$$w(Br) = \frac{80 \cdot 2}{12 \cdot 3 + 6 + 80 \cdot 2} = 0,7921 - \text{подходит}$$

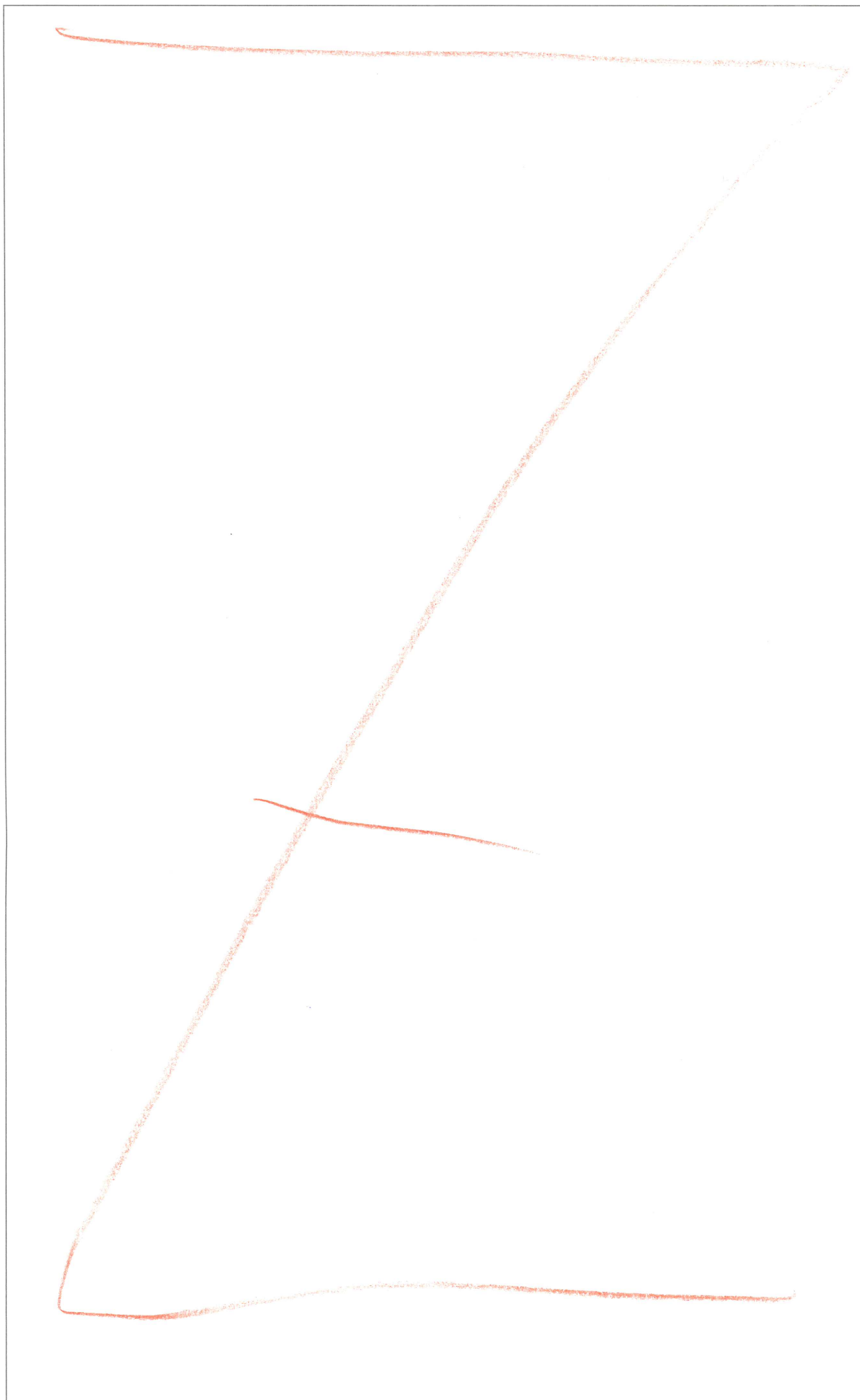
Реакции:



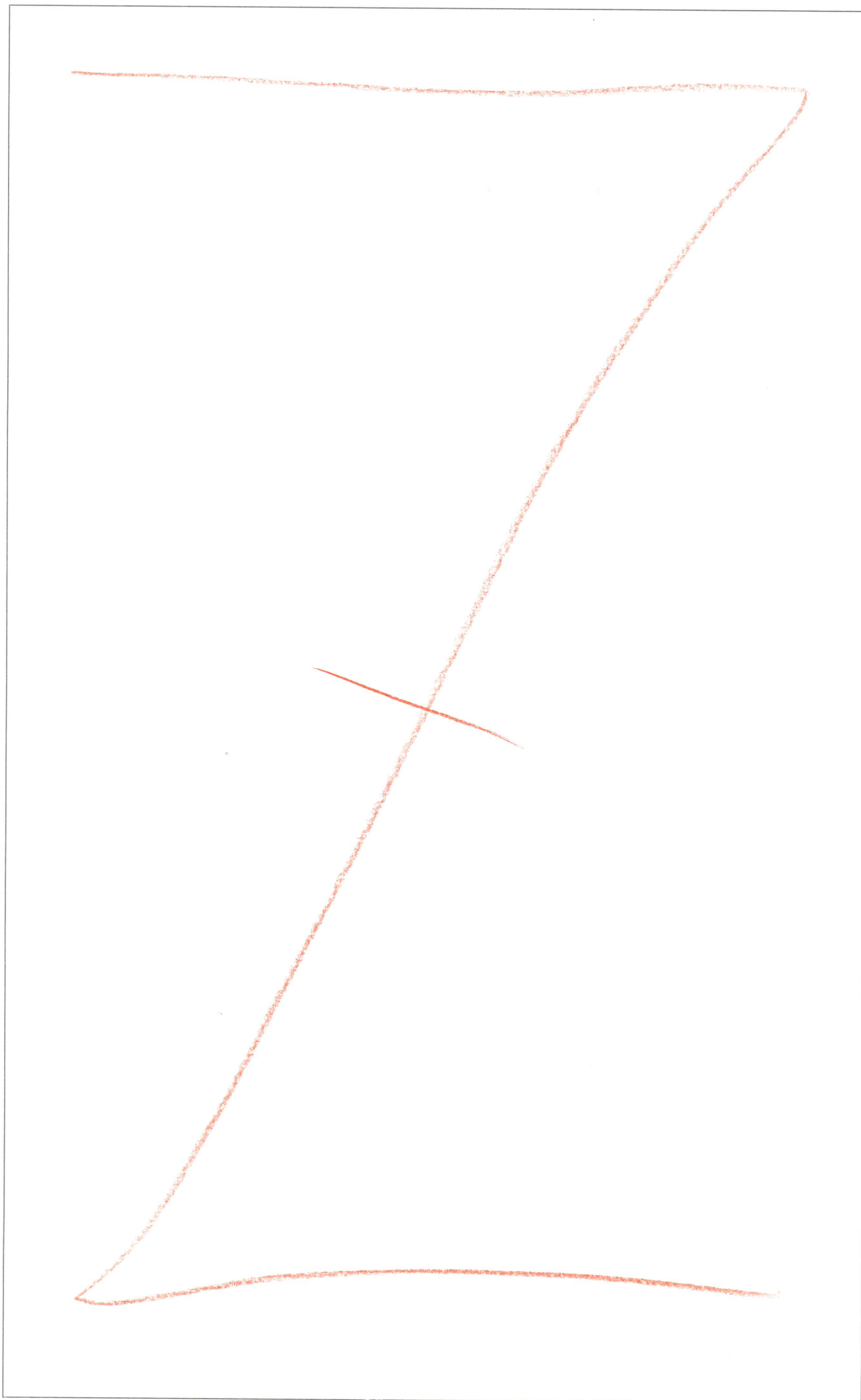
успеный К-Бородин.

Он прославился в музее, был компьютером.

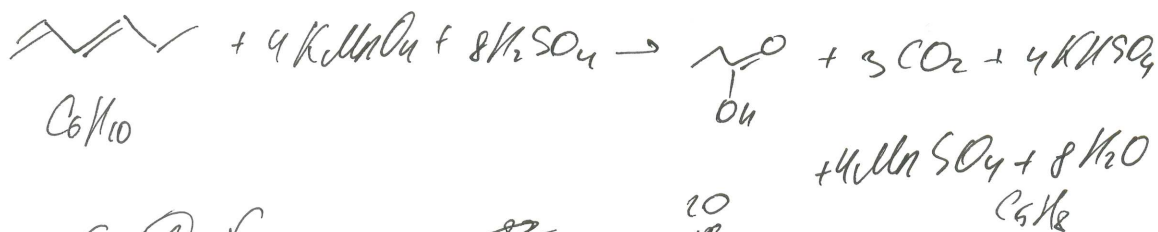
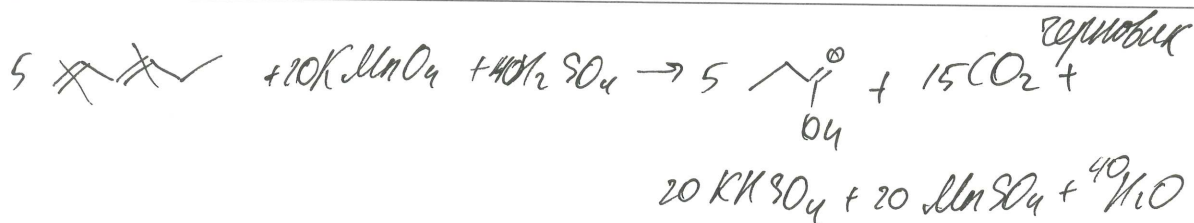
ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



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



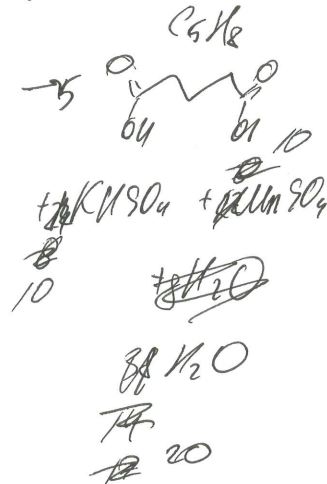
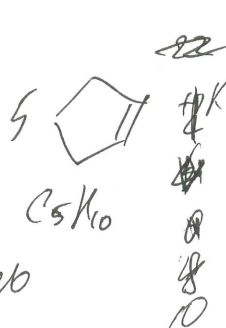
Подписывать лист-вкладыш запрещается! Писать на полях листа-вкладыша запрещается!



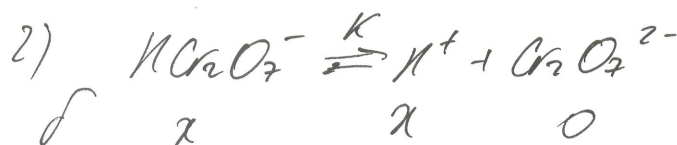
$$r = R \cdot f$$

$$k = \frac{1}{\text{сек}}$$

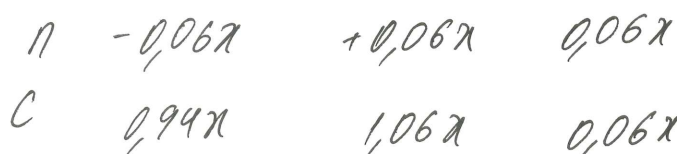
$$r = \frac{1}{\text{сек} \cdot \text{моль}}$$



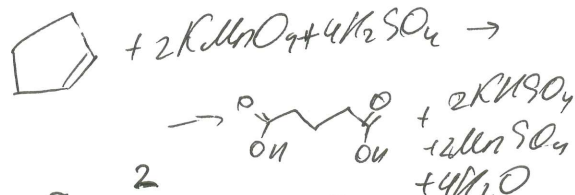
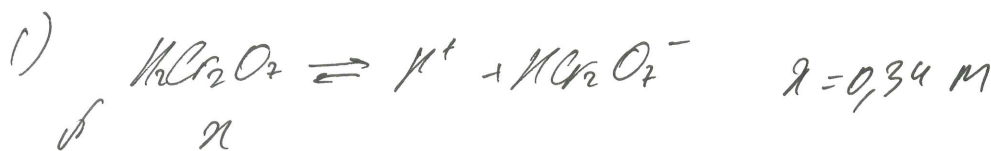
$$\frac{2T_1^2}{9T_2^2} = \exp\left\{-\frac{E_A}{RT_2} + \frac{E_A}{RT_1}\right\}$$



$$K = \frac{1,06x \cdot 0,06x}{0,94x}$$



$$2,3 \cdot 10^{-2} = \frac{1,06 \cdot 0,06x}{0,94}$$



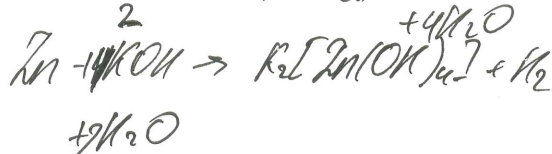
$$V_m(\text{Ca}_2\text{O}) = 41,8 \text{ } \text{---}$$

$$m(\text{Ca}_2\text{O} + \text{Ag} + \text{Zn}) = 85,2$$

$$m(\text{Ag} + \text{Zn}) = 43,2$$

$$V_m(\text{Zn}) = 13,2$$

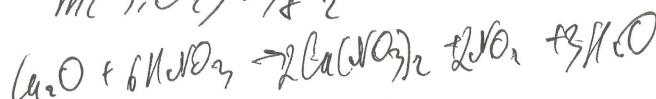
$$V_m(\text{Ag}) = 30,2$$

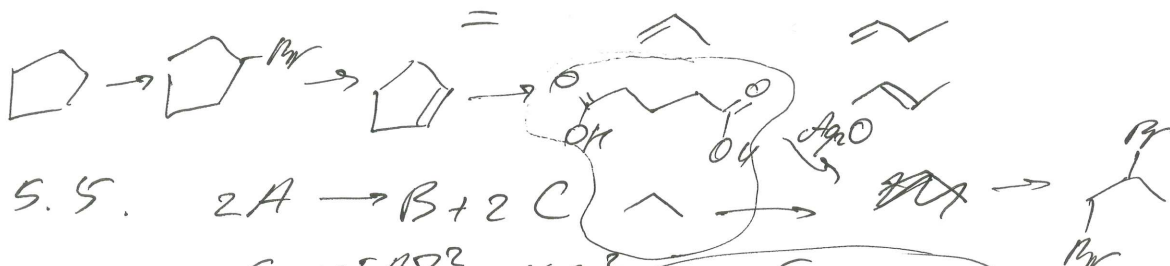
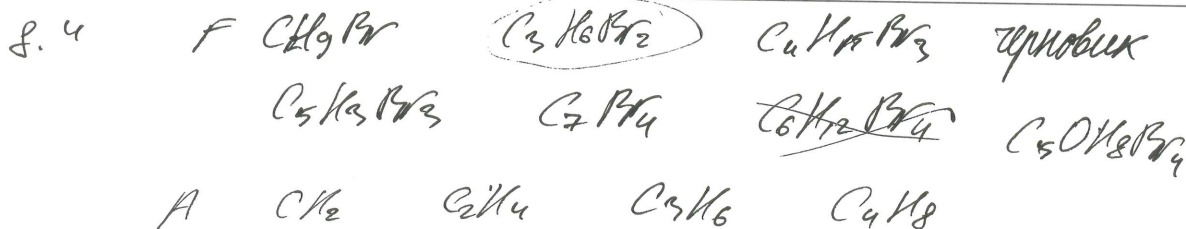


$$n(\text{H}_2) = n(\text{Zn}) = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{Zn}) = 13,2$$

$$m(\text{SiO}_2) = 18,2$$

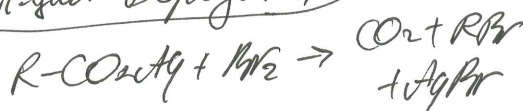




$$r = k[A]^2 = k p_A^2$$

р-ция Бергмана

$$\frac{r_2}{r_1} = 3$$



$$r_2 = k_2 p_{A2}^2$$

$$k_2 = A \exp\left\{\frac{-E_A}{RT_2}\right\}$$

$$r_1 = k_1 p_{A1}^2$$

$$k_1 = A \exp\left\{\frac{-E_A}{RT_1}\right\}$$

$$p_{A1} V = \nu RT_1$$

$$V = \frac{\nu RT_1}{p_{A1}}$$

$$p_{A2} \frac{V}{3} = \nu RT_2$$

р-ция Лавова

$$p_{A2} \cdot \frac{\nu RT_1}{3 p_{A1}} = \nu RT_2$$

$$p_{A2} \cdot \frac{T_1}{3 p_{A1}} = T_2$$

$$\frac{p_{A2}}{3 p_{A1}} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$p_{A2} = \frac{3 p_{A1} T_2}{T_1}$$

$$30,408 \frac{kJ}{mol}$$

$$\frac{r_2}{r_1} = 3 = \frac{\exp\left\{\frac{-E_A}{RT_2}\right\} \cdot \frac{9 p_{A1}^2 T_2^2}{T_1^2}}{\exp\left\{\frac{-E_A}{RT_1}\right\} \cdot p_{A1}^2} = \frac{2}{3} = \frac{\exp\left\{\frac{-E_A}{RT_2}\right\} \cdot 9 T_2^2}{\exp\left\{\frac{-E_A}{RT_1}\right\} T_1^2}$$

$$\exp\left\{\frac{-E_A}{RT_1}\right\} T_1^2 = \exp\left\{\frac{-E_A}{RT_2}\right\} \cdot 3 T_2^2$$

$$E_A = 20,8397 \frac{kJ}{mol}$$

$$\exp\left\{\frac{-E_A}{RT_1} + \frac{E_A}{RT_2}\right\} = \frac{3 T_2^2}{T_1^2} \Rightarrow \frac{-E_A}{RT_1} + \frac{E_A}{RT_2} = \ln\left(\frac{3 T_2^2}{T_1^2}\right)$$

1.5 $AlCl_3$?

c Al - белый ↓

c Zn - р-ный

c Ag - серый ↓

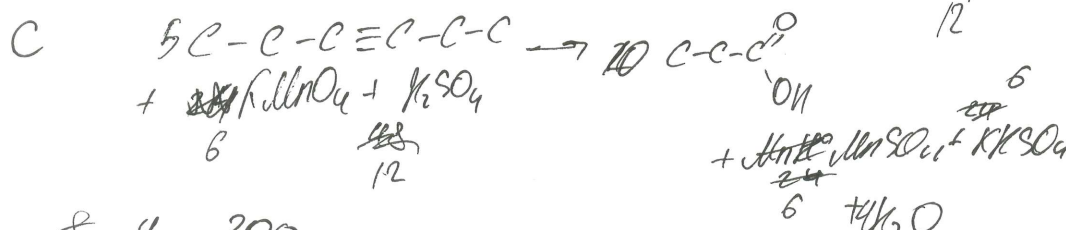
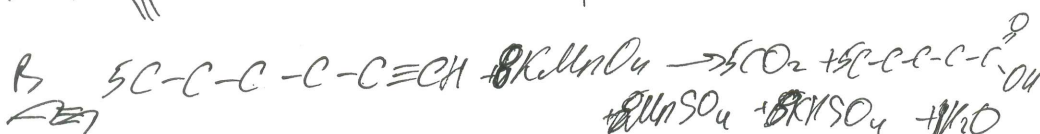
терновик

2.5

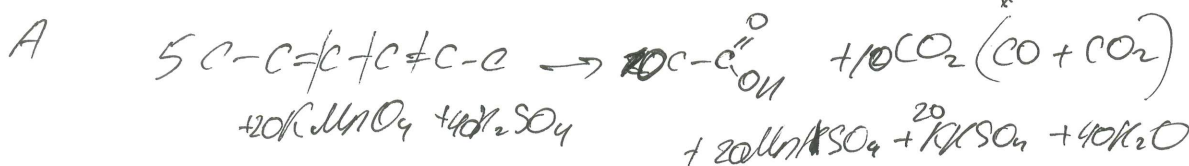
3.5. A B C

$C_8H_8 \rightarrow C_6H_{10}$ в ацетиде C_6H_4

= однок. ком-воли Br_2 в CCl_4



$$\frac{8}{6} = \frac{4}{3} = \frac{200}{150}$$



к заданию 3.5 A  B 

8.4 C_2H_2 C_2H_4 C_3H_6 C_4H_8 C_5H_{10}

