



71-62-81-99
(40.14)



14,18 - 14,23

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М.В.ЛОМОНОСОВА

+1 мес.

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников «Ломоносов»
наименование олимпиады

по Химии
профиль олимпиады

Кузнецовой Ларисы Вячеславовны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата
«1» марта 2026 года

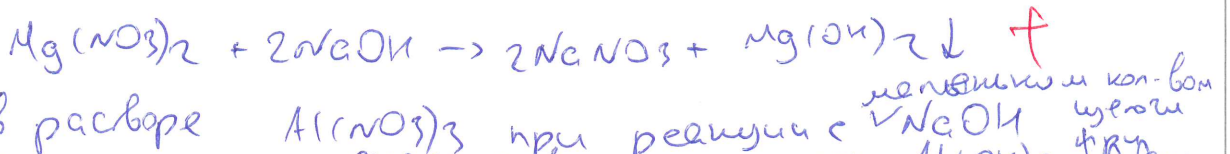
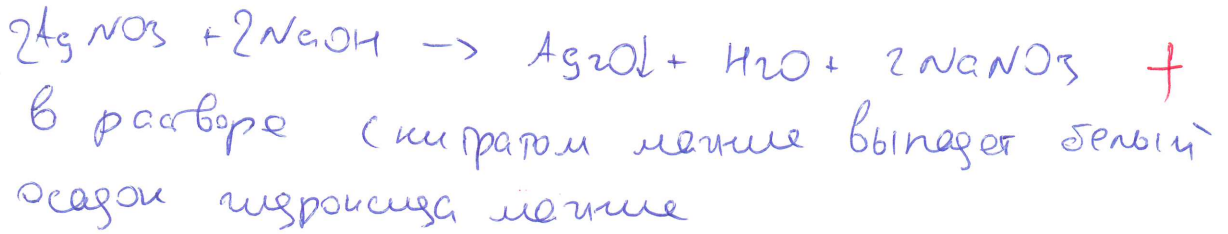
Подпись участника

71-62-81-99
(40.14)

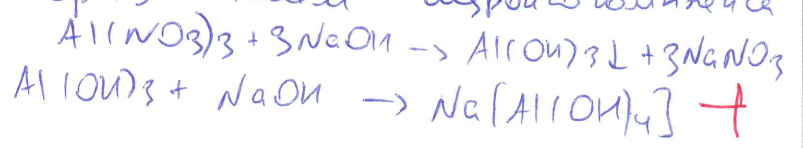
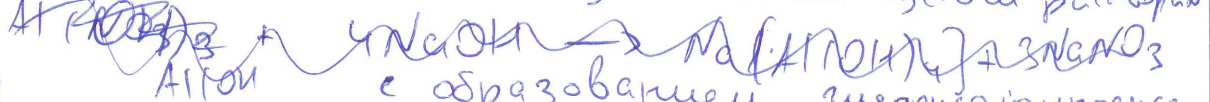
Условие

1.3. различить водные растворы $Al(NO_3)_3$, $AgNO_3$ и $Mg(NO_3)_2$ можно ~~с помощью~~ раствором $NaOH$

При реакции $AgNO_3$ с $NaOH$ в растворе выпадет белый осадок оксида серебра, полученный в результате гидролиза гидроксида серебра



~~и не производит, так как $NaOH$ образует гидроксокомплекс в щелочном растворе который при дальнейшем добавлении щелочи растворяется~~



1 2 3 4 5 6 7 8 / 9
 4 7 12 14 18 18 / 99

2.1. $Q_{гор} = 2 \cdot Q_{гор} C_3H_8 + 0,3 \cdot Q_{гор} C_4H_{10}$

$$CH_3-CH_2-CH_3 = 2CH_3 + 1CH_2 = 2 \cdot 779,9 + 652,3 = 2212,1 \text{ кДж/моль}$$

$$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3 = 2 \cdot 779,9 + 2 \cdot 652,3 = 2864,4 \text{ кДж/моль}$$

Тяжелее смесь

$$Q_{гор. смеси} = 0,7 \cdot Q_{гор. C_3H_8} + 0,3 \cdot Q_{гор. C_4H_{10}}$$

$$= 0,7 \cdot 2212,1 + 0,3 \cdot 2864,4 = 2407,79 \text{ кДж/моль}$$

Легче смесь

$$Q_{гор. смеси} = 0,4 \cdot Q_{гор. C_3H_8} + 0,6 \cdot Q_{гор. C_4H_{10}}$$

$$= 0,4 \cdot 2212,1 + 0,6 \cdot 2864,4 = 2603,48 \text{ кДж/моль}$$

2.2. $Q_{гор} = 2 \cdot Q_{гор} C_3H_8 + 0,3 \cdot Q_{гор} C_4H_{10}$

числовых

$Q_{сор. летней смеси}$ больше $Q_{сор. зимней смеси}$

на $195,69 \text{ кДж/лмоль}$

необходимость смены состава топливных смесей обусловлена разницей температур замерзания смесей, у зимней смеси температура замерзания ниже

красное выделение
и 200?

3.4.

$n(C):n(H) = 87,8 : 12,2 = 7,316 : 12,2 = 1 : 1,6645 = 3 : 5$

~~или 3:5~~



при окислении

~~А расходуется~~ C расходуется $n \text{ кмоль } O_2$

при 10] B $\frac{320}{240} = 1,33 \text{ н кмоль } O_2$, при 10] C $\frac{420}{140} = 3 \text{ н кмоль } O_2$

т.к. одинаковые количества A, B и C могут прореагировать с одинаковым количеством Br_2 , \Rightarrow ~~вещества~~

~~прибавление не приводит к связи~~



$\frac{m}{M_A} = \frac{m}{41a}$

количество кратных связей в A, B и C одинаков



$\frac{m}{M_B} = \frac{m}{41b}$

в результате окисления образуются либо одноосновные кислоты, либо CO_2



$\frac{m}{M_C} = \frac{m}{41c}$

B и C - алкены, B - терминальный алкин

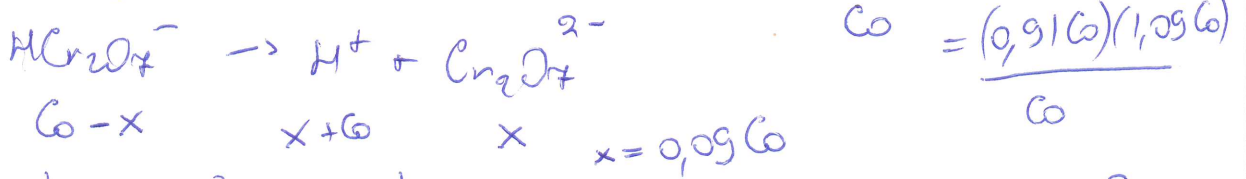
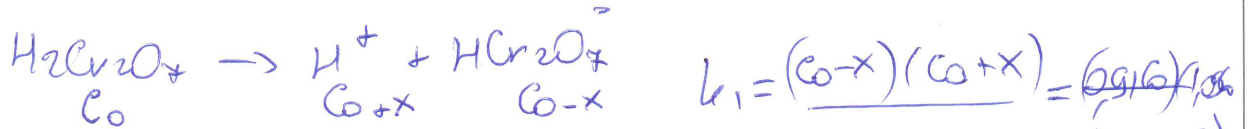
C - интермемный алкин

е Брутто формулой C_6H_{10} степень неспаренности = 2

местное не окисление, интермемного нужно $6\bar{e}$ $\frac{6}{6} = 1,33$
не окисление, терминального нужно $8\bar{e}$

71-62-81-99
(40,14)

решовали
6.2

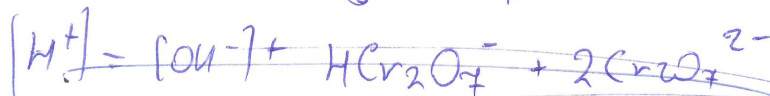


$$k_2 = \frac{[\text{H}^+][\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]}{[\text{HCr}_2\text{O}_7^-]} = \frac{(C_0 + 0,09C_0)[0,09C_0]}{[C_0 - 0,09C_0]} = 2,3 \cdot 10^{-2}$$

$$\text{H}^+ = C_0 + C_0 \cdot 0,09C_0 = 0,23325C_0$$

$$pH = -\lg(\text{H}^+) = 0,6334$$

$$k_2 = \frac{(1,09C_0)(0,09C_0)}{(0,91C_0)} \quad [\text{H}^+] = 1,09C_0$$



~~$$[\text{H}^+] = \frac{k_w}{[\text{H}^+]} + \frac{C_0 k_1 [\text{H}^+]}{k_1 k_2 + k_1 [\text{H}^+] + [\text{H}^+]^2} + \frac{2C_0 k_1 k_2}{k_1 k_2 + k_1 [\text{H}^+] + [\text{H}^+]^2}$$~~

~~$$[\text{H}^+] = \frac{k_w}{[\text{H}^+]} + C_0 \left(\frac{k_1 [\text{H}^+]}{k_1 k_2 + k_1 [\text{H}^+] + [\text{H}^+]^2} + \frac{2k_1 k_2}{k_1 k_2 + k_1 [\text{H}^+] + [\text{H}^+]^2} \right)$$~~

~~$$\text{H}^+ = \frac{k_w}{[\text{H}^+]} + \frac{C_0 (0,91C_0)(1,09C_0) \cdot 1,09C_0}{C_0} + \frac{2 \cdot 0,91C_0 \cdot 0,09C_0}{C_0 \cdot 0,91C_0}$$~~

~~$$0,91C_0 \cdot 1,09C_0 \cdot 1,09C_0 \cdot 0,09C_0 + 1,09C_0 \cdot 0,91C_0 \cdot 1,09C_0$$~~

$$\frac{10^{-14}}{0,91C_0} + \frac{(1,09C_0)^2 \cdot 0,91C_0}{(1,09C_0)^2 \cdot 0,09} + \frac{2 \cdot (1,09C_0)^2 \cdot 0,09C_0}{(1,09C_0)^2 \cdot 0,91} + (1,09C_0)^2$$

~~$$0,91C_0 = \frac{10^{-14}}{0,91C_0} + \frac{(1,09C_0)^2 (0,91C_0 + 2 \cdot 0,09C_0)}{(1,09C_0)^2 (0,09 + 0,91)}$$~~

исходные

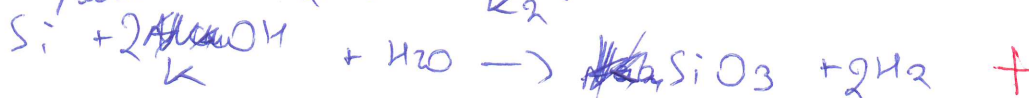
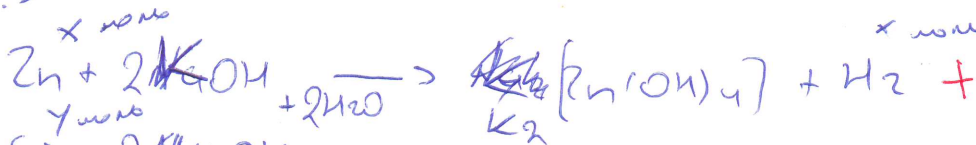
$$K_2 = \frac{(1,09 \cdot 60)(0,09 \cdot 60)}{0,91 \cdot 60} = 2,3 \cdot 10^{-2} \quad 6,2(\text{прог})$$

$$C_0 = 0,2335 M$$

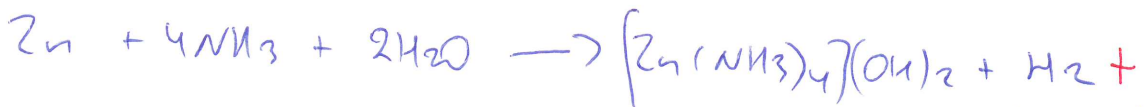
$$|U^+| = 1,09 \cdot C_0 = 0,23755 M$$

$$pH = -\lg(U^+) = 0,6334 \quad +$$

7.3

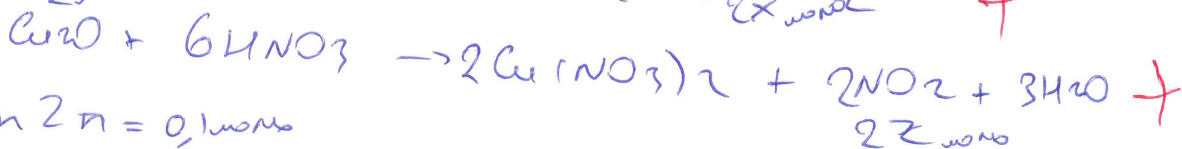
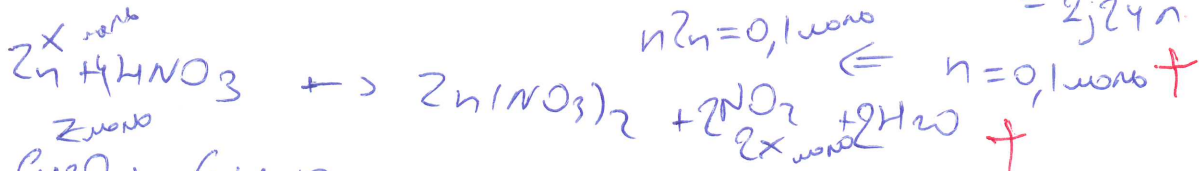


$$x + 2y = \frac{20,16}{27,4} = 0,9 \text{ моль} \quad +$$



$$V = \frac{20,16}{9}$$

$$= 2,24 \text{ л}$$



$$\Rightarrow x = 0,1 \text{ моль}$$

$$y = \frac{0,9 - 0,1}{2} = 0,4 \text{ моль}$$

$$n(Si) = 0,4 \text{ моль} \quad +$$

$$n(NO_2) = \frac{17,92}{27,4} = 0,8 \text{ моль} = 2x + 2z$$

$$z = \frac{0,8 - 2x}{2} = \frac{0,8 - 2 \cdot 0,1}{2} = 0,3 \text{ моль} \quad +$$

$$n(CuO) = 0,3 \text{ моль}$$

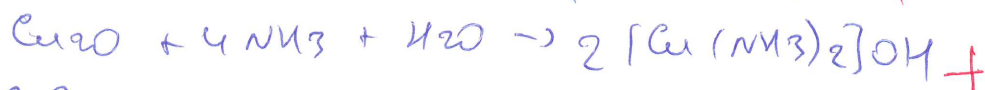
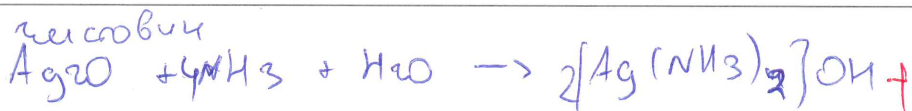
$$m(Zn) = 0,1 \cdot 65,4 = 6,54 \text{ г}$$

$$m(Si) = 0,4 \cdot 28 = 11,2 \text{ г}$$

$$m(CuO) = 0,3 \cdot 143 = 42,9 \text{ г}$$

$$m(Ag_2O) = 64,1 - 42,9 - 11,2 - 6,54 = 23,46 \text{ г} \quad +$$

71-62-81-99
(40.14)



в.2

A B

$n(C):n(H) = 85,71 : 14,29 = 7,1425 : 14,29 = 1 : 2$

$M = 2 \cdot MCO = 56 \text{ г/моль}$

$M_A = M_B = 56 \text{ г/моль}$

$C_xH_{2x} = 12x + 2x = 14x$
 $x = \frac{56}{14} = 4$

углеводороды



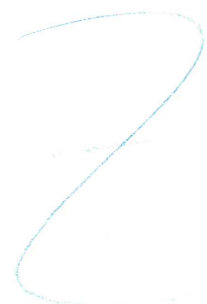
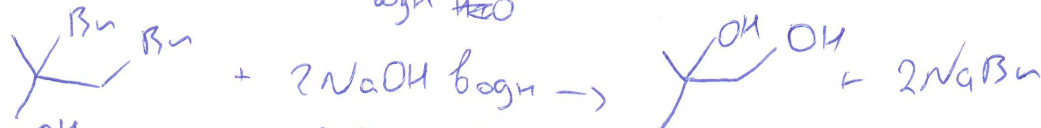
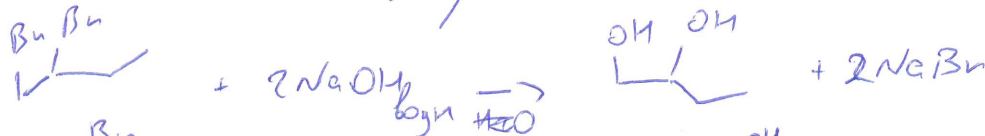
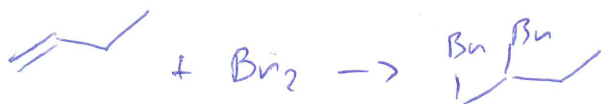
1 степень ненасыщенности

такой состав:



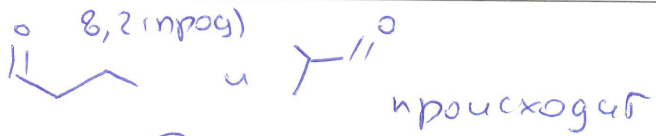
при гидратации и последующее гё окислении в продуктах реакции должны быть альдегидные группы, так как б.и.и - альдегиды, вступают в реакцию с реактивом Толленса

\square и >C=C< не подходит так как при гидратации и последующем окислении без разрыва связи C-C не дадут альдегид в продуктах

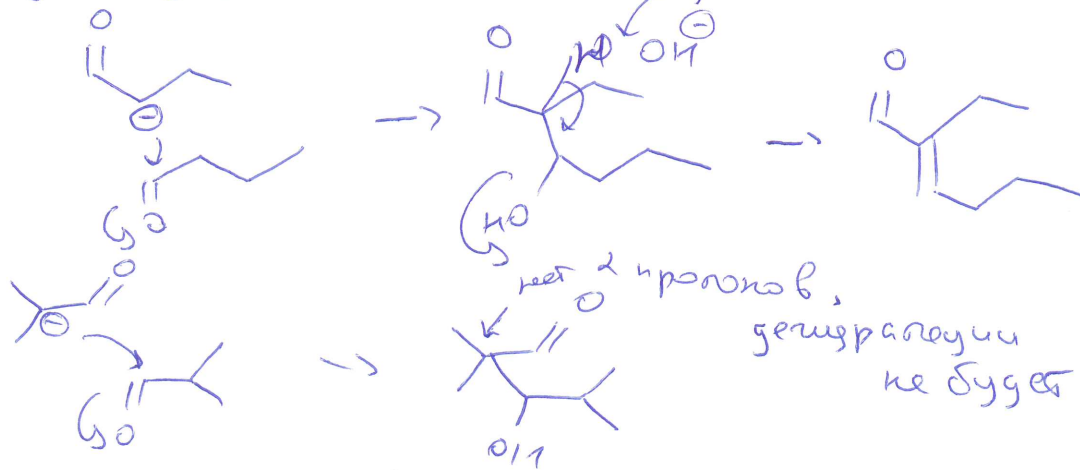


чисовик
далее спродуцируем

8,2 (прод)



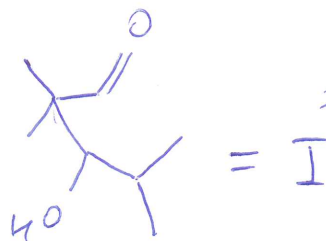
конденсация



$$\omega(O) \text{ в I} = 0,2222$$

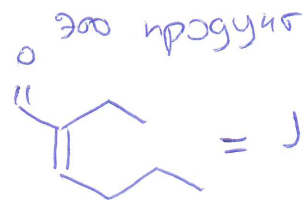
$$M(I) \text{ на } 10 = \frac{16}{0,2222} = 72 \text{ г/моль} = C_4H_8O$$

на 2(O)
2 кислорода



$$\omega(O) \text{ в J} = \frac{22,22}{1,75} = 12,7\%$$

$$M(J) \text{ на } 10 = \frac{16}{0,127} = 126 \text{ г/моль}$$

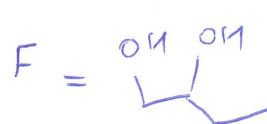
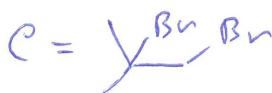


J получается из B

т.к.



I получается из A



человек
уличный N-Бородин
область искусства - музыка

5.4.

$$k_1 = A e^{\frac{-E_a}{RT_1}} \quad A = k_1$$

$$k_2 = A e^{\frac{-E_a}{RT_2}} \quad e^{\frac{-E_a}{RT_1}}$$

$$r_1 = k_1 (pA_1)^2$$

$$r_2 = k_2 (pA_2)^2 = x r_1$$

$$pA_1 = \frac{nRT_1}{V}$$

$$pA_2 = \frac{nRT_2}{\frac{V}{4}} = \frac{4nRT_2}{V}$$

$$T_1 = 320 \text{ K}$$

$$T_2 = 310 \text{ K}$$

$$k_2 = \frac{k_1}{e^{\frac{-E_a}{RT_1}}} \cdot e^{\frac{-E_a}{RT_2}} = k_1 e^{\frac{-E_a}{RT_2} - \left(\frac{-E_a}{RT_1}\right)} = k_1 e^{\frac{-E_a + E_a}{RT_2} + \frac{E_a}{RT_1}}$$

$$k_2 = k_1 e^{\frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)} = k_1 e^{\frac{96 \cdot 1000}{8,314} \left(\frac{1}{310} - \frac{1}{320}\right)}$$

$$\cancel{k_2 = 3,2 k_1} \quad k_2 = 0,3122 k_1$$

$$r_1 = k_1 \left(\frac{nRT_1}{V}\right)^2 \quad r_2 = k_2 \left(\frac{4nRT_2}{V}\right)^2$$

$$r_2 = x r_1 = k_2 \left(\frac{4nRT_2}{V}\right)^2 = x k_1 \left(\frac{nRT_1}{V}\right)^2$$

$$0,3122 k_1 \cdot 16 \frac{R^2 T_2^2}{V^2} = x k_1 \frac{R^2 T_1^2}{V^2}$$

$$x = \frac{0,3122 \cdot 16 \cdot T_2^2}{T_1^2} = \frac{0,3122 \cdot 16 \cdot 310^2}{320^2}$$

$$x = 4,688$$

скорость увеличилась в 4,688 раз

+

числовик

4.1

$$T_{1/2} = 5730 \text{ лет}$$

$$A_0 = 15 \frac{\text{расчетов}}{\text{мин.г}}$$

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{k}$$

$$k = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = 1,209 \cdot 10^{-4} \text{ лет}^{-1}$$

$$\ln \frac{A_0}{A} = k \cdot t$$

$$A = 14,5 \frac{\text{расчетов}}{\text{мин.г}}$$

$$\ln \frac{15}{14,5} = k \cdot t = 1,209 \cdot 10^{-4} \cdot t$$

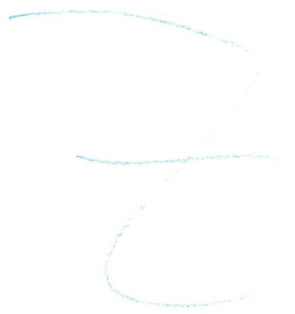
$$t = \frac{\ln \frac{15}{14,5}}{1,209 \cdot 10^{-4}} = 280,4 \text{ года}$$

диапазон, когда художник мог написать картину = 2026 - 1692 / 2026 - 1675

$$394 \text{ г.} - 351 \text{ г.} \Rightarrow 351 - 394 \text{ года назад}$$

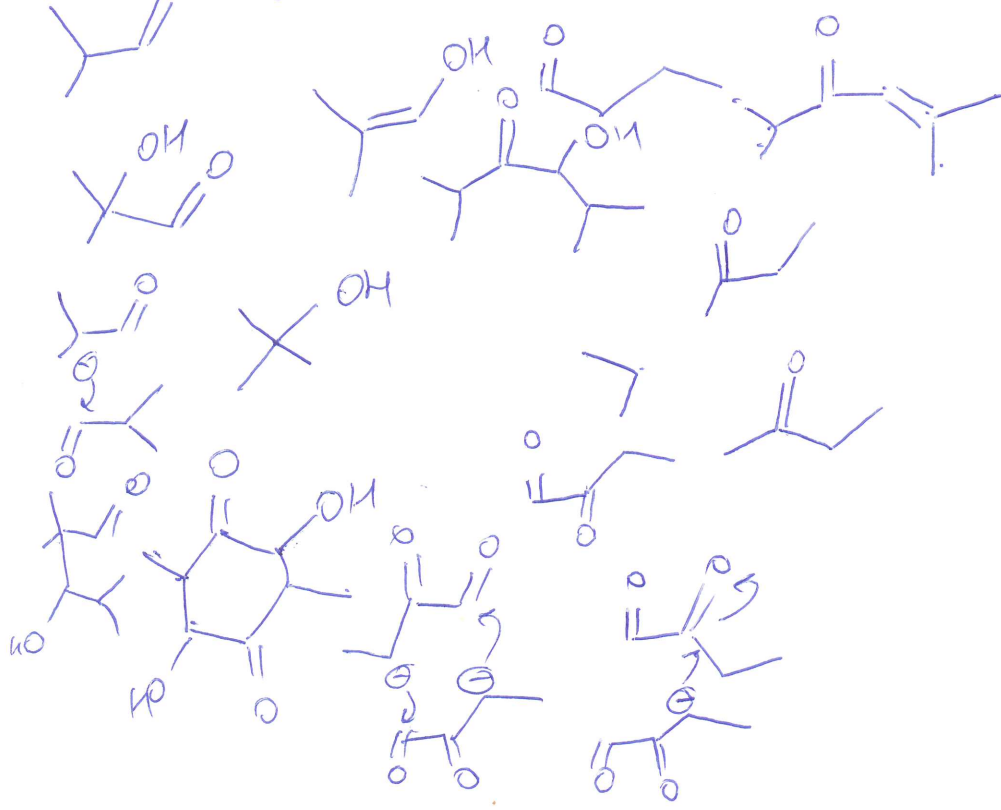
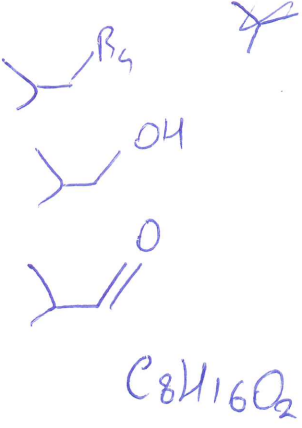
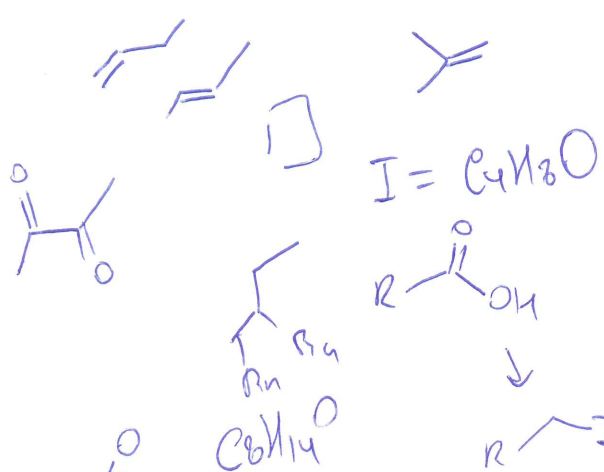
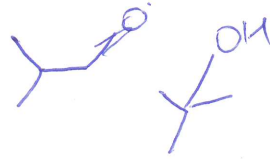
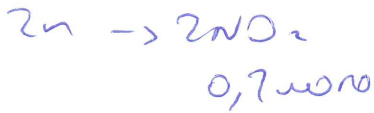
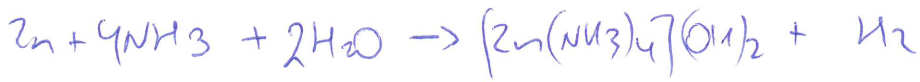
если картина 280,4 года, то художник не мог ее написать, так как не тот момент, когда был уже мертв

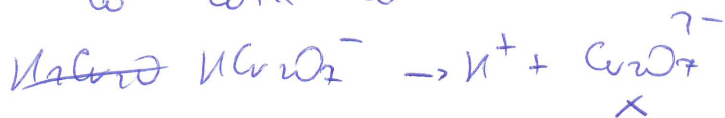
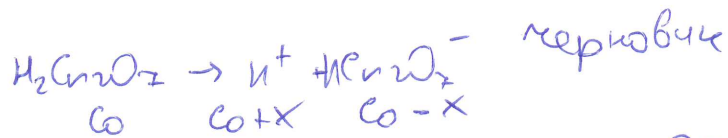
если дерево использованное для картины срублено 280,4 года назад, то художник не мог написать эту картину, так как на момент ее написания уже был мертв





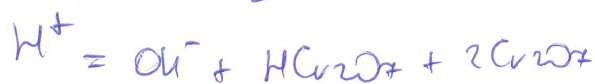
черновик





$$k_1 = \frac{[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}][\text{H}^+]}{[\text{HCr}_2\text{O}_7^-]}$$

$$k_2 = \frac{[\text{H}^+][\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]}{[\text{HCr}_2\text{O}_7^-]} = 2,3 \cdot 10^{-2}$$



$$\frac{[\text{H}^+][\text{HCr}_2\text{O}_7^-] + 2[\text{H}^+][\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]}{k_1 k_2 + k_1 [\text{H}^+] + [\text{H}^+]}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{10^{-14}}{[\text{H}^+]} + \frac{[\text{H}^+][\text{HCr}_2\text{O}_7^-] + 2[\text{H}^+][\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]}{k_1 k_2 + k_1 [\text{H}^+] + [\text{H}^+]}$$

$$[\text{H}^+] = \frac{[\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7] \left(\frac{[\text{H}^+][\text{HCr}_2\text{O}_7^-] + 2[\text{H}^+][\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]}{k_1 k_2 + k_1 [\text{H}^+] + [\text{H}^+]} \right)}{[\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7]}$$

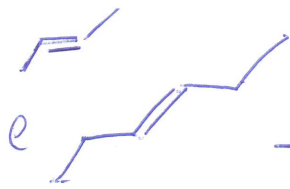
$$k_1 = \frac{2[\text{HCr}_2\text{O}_7^-][\text{H}^+][\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]}{[\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7]}$$

$$[\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7] \left(\frac{[\text{HCr}_2\text{O}_7^-][\text{H}^+]^2}{([\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7] + [\text{HCr}_2\text{O}_7^-] + 2[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}])^2} \right)$$

$$[\text{H}^+] = \frac{k_w}{[\text{H}^+]} + \frac{[\text{H}^+][\text{HCr}_2\text{O}_7^-] + 2[\text{H}^+][\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]}{k_1 k_2 + k_1 [\text{H}^+] + [\text{H}^+]}$$

$$1,096 \pm \frac{k_w}{1,096} + \frac{[\text{HCr}_2\text{O}_7^-][\text{H}^+]^2}{[\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7]} + 2 \frac{[\text{HCr}_2\text{O}_7^-][\text{H}^+][\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]}{[\text{HCr}_2\text{O}_7][\text{H}_2\text{Cr}_2\text{O}_7]}$$

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



перобик

12 20

$C_{12}H_{20}$

$C_{12}H_{14}O_2$

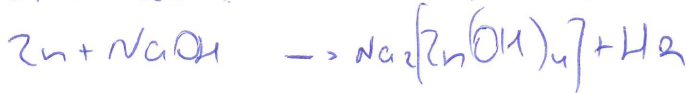
$$k = \frac{\ln}{T_{1/2}} = 1,2 \cdot 10^{-4} \cdot 60 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 365 = 1,2 \cdot 10^{-4} \cdot 60 \cdot 60 \cdot 24 \cdot 365$$

1 моль + 3 моль
394 r
351 r

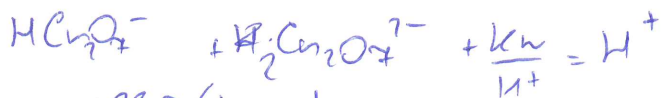
$$\ln \frac{A_0}{A} = kt$$

$$\ln \frac{A_0}{\frac{A_0}{2}} = kt$$

$$A = \frac{A_0}{2} \quad \text{или} \quad 0,2133$$

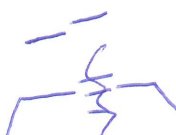


$k_1 = 0,2116$



$$0,21335 \left(\frac{k_1 H^+ + 2k_1 k_2}{k_1 k_2 + k_1 H^+ + H^{+2}} \right) \cdot \frac{k_w}{H^+} = H^+$$

$1,05898 \cdot 10^{-2}$



$V_{pa} = m = M_a \cdot n_a$

$b \cdot \frac{V}{\rho_B} = M_B \cdot n_B + x \cdot Br_2$

$c \cdot \frac{V}{\rho_C} = M_C \cdot n_C + x \cdot Br_2$

$\frac{V}{\rho_a} = \frac{V}{\rho_b}$

$\rho_a = \frac{m}{V} \quad a \rightarrow x$

$n_a \rightarrow n_{Br}$

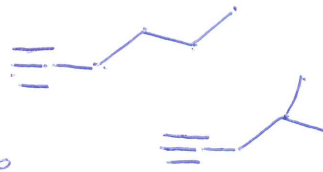
$n_{Br} \cdot a = x \cdot n_a$

$a = \frac{x \cdot n_a}{n_{Br}} = \frac{x \cdot n_a}{n_{Br_2}}$

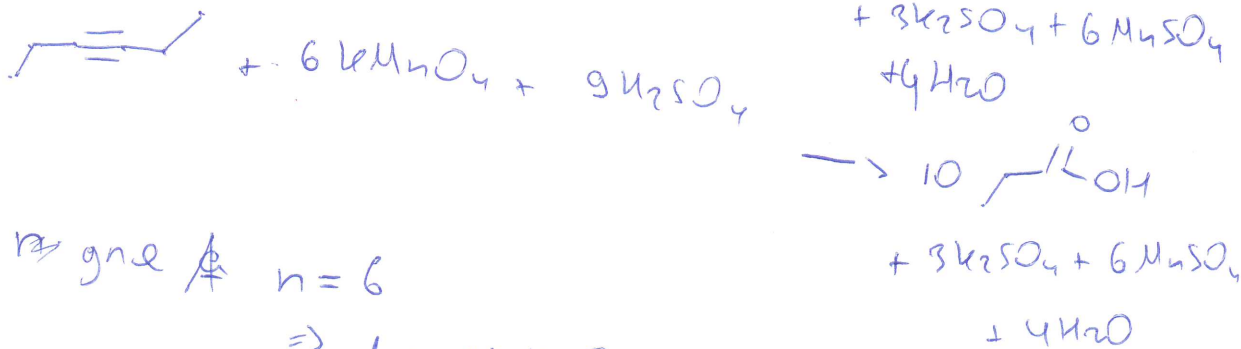
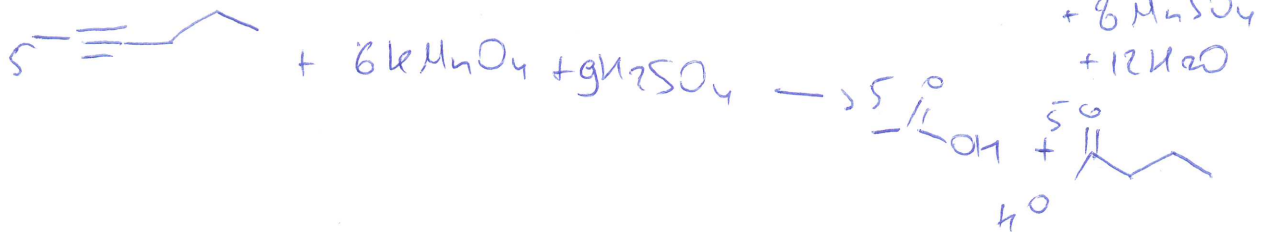
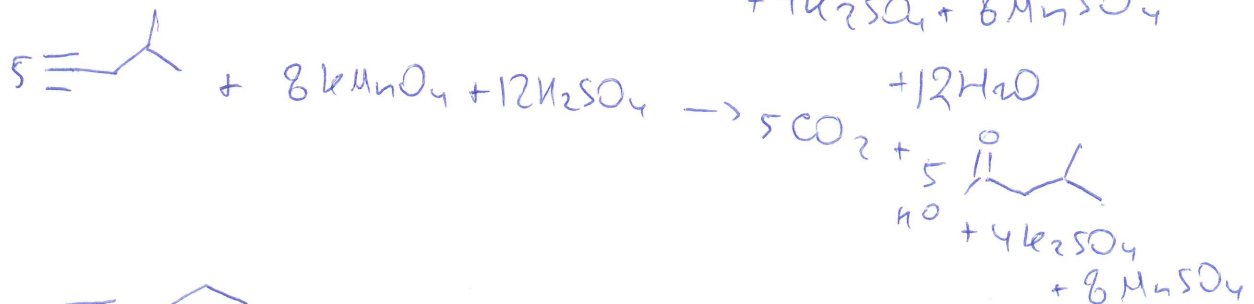
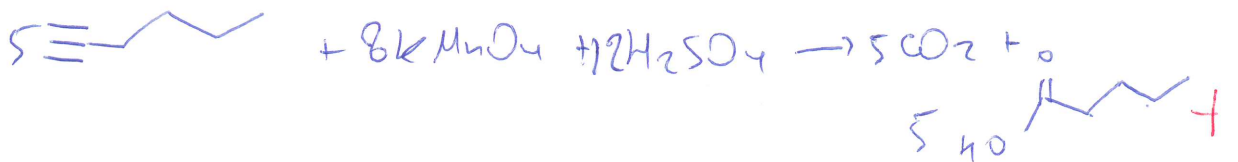
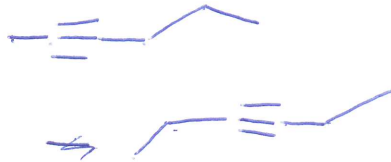
числовый
задача 3.4 (прод)

⇒ B = терциарный алкин
C = вторичный алкин

возможное строение B



возможное строение C



⇒ где $n = 6$

⇒ A + 18 KMnO₄

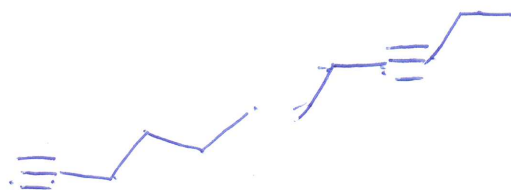
$$n_B = n_C = \frac{m}{47.5} = \frac{m}{82} = \frac{m}{82}$$

A содержит ~~8~~ 2 кратные связи

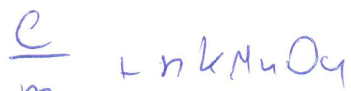
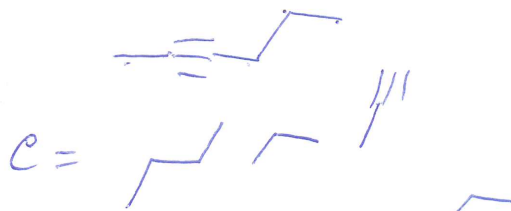


первич

$\frac{m}{Ma}$



$\frac{m}{MB}$



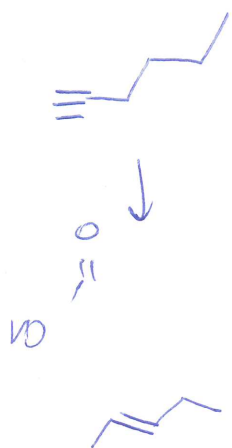
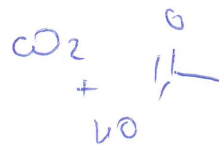
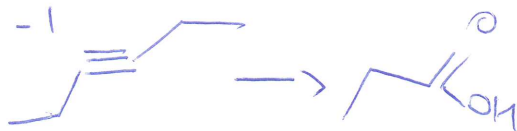
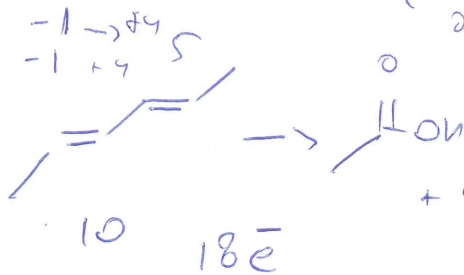
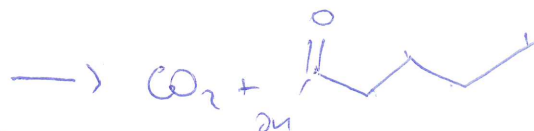
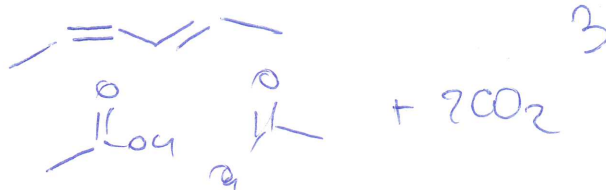
$\frac{m}{Mc}$

$\frac{V}{V} = \frac{m}{\rho} = \frac{m}{\rho}$

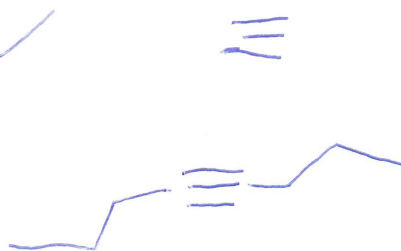
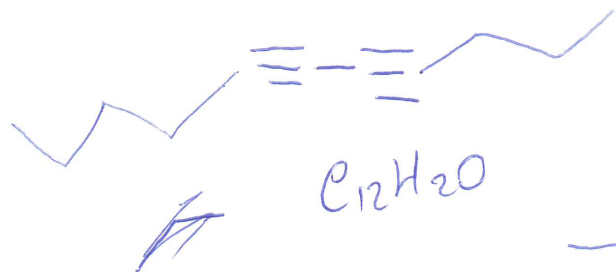
Q



m =



10



поставил

з.ч. (прод)

не окислится 1 моль А требует 18 e⁻

моль

тогда нужно окислить



если брутто-формула А = C₆H₁₀

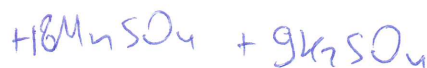
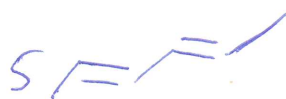
в естественности = 2 и есть 2 кратные связи



при окислении А будет образовываться

молекулы CO₂

и 2 моль муравьиной кислоты



различить

В и С

можно

сделать



аммиачного

раствора

перманганата

реакции

в случае

с В

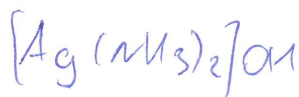
в результате

реакции

выпадет осадок

выпадет осадок

осадок



в случае

с С

видимых признаков

не будет

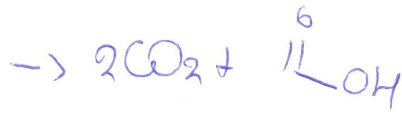
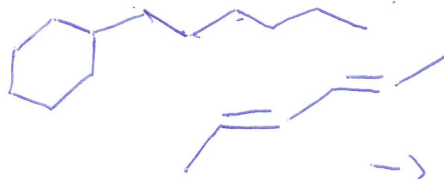


реакции

164 г/моль

мерловин

$C_{12}H_{20}$ 3 ссн



$$0,916 + 2 \cdot 0,096 + \frac{kw}{1,096} = 1,096$$

