



МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Выход: 13⁴⁹ - 13⁵²

Вариант 1

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников "Ломоносов"
наименование олимпиады

по Химии
профиль олимпиады

Пастуховой Ирины Александровны
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

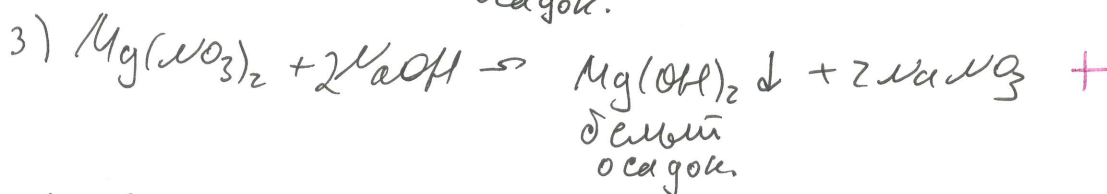
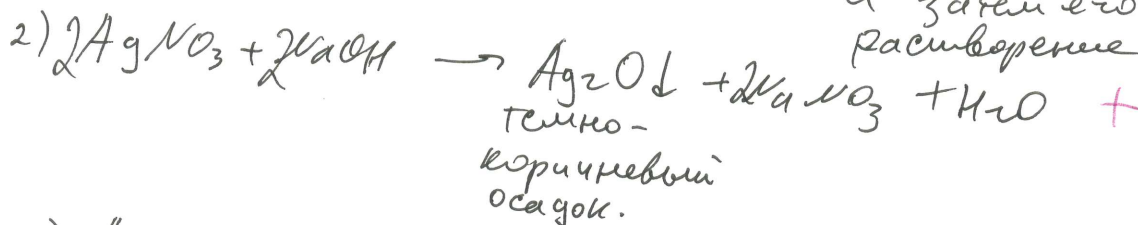
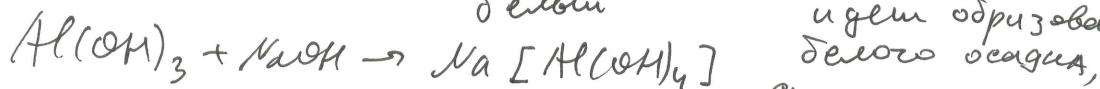
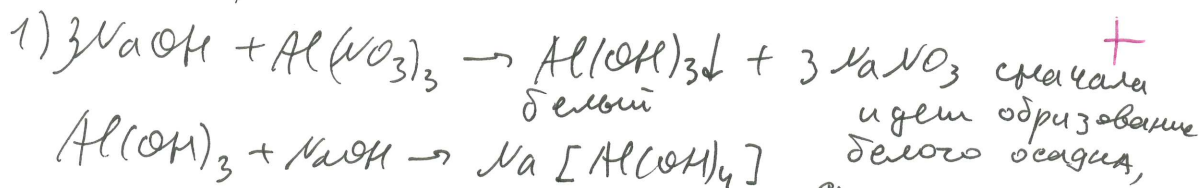
« 1 » марта 2026 года

Подпись участника

[Подпись]

ЧИСТОВИК

1.3. можно различить NaOH ($\text{Al}(\text{NO}_3)_3$); AgNO_3 ; $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$.



2.1. Зимняя смесь: 70 мол% пропана; 30 мол% н-бутана
Летняя смесь: 40 мол% пропана; 60 мол% н-бутана

~~пропан~~ пропан $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ (C_3H_8)
из таблицы:

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

н-бутан $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ (C_4H_{10})

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

$$\text{Летняя смесь } Q_{\text{л}} = 0,4 \cdot 2212,1 + 0,6 \cdot 2864,4 = 2603,48 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$\text{Зимняя смесь } Q_{\text{з}} = 0,7 \cdot 2212,1 + 0,3 \cdot 2864,4 = 2407,79 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

$$\Delta Q = 2603,48 - 2407,79 = 195,69 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} - Q_{\text{сгор. летний смеси больше, чем } Q_{\text{сгор. зимней смеси на } \Delta Q = 195,69 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}}$$

• Неодобрилось сезонной смеси состава топливных смесей обусловлено тем, что при низких температурах смесь с большим количеством н-бутана может сконденсироваться.

У И С Т О В И К

3.4. А, В, С - углеводороды $w(C) = 0,878$
равные порции жидкостей способны прореагировать
с одинаковым кол-вом брома, растворенного в CCl_4 .

$V(KMnO_4(H^+))$ израсходованно на: А - 420 мл
из продуктов только одноосновные В - 320 мл
к-ты. С - 240 мл.

Пусть А, В, С - C_xH_y , тогда: $w(C) = \frac{12x}{12x+y} = 0,878$

C_6H_{10} → циклоалкан
→ алкадиен
→ алкин

Циклоалкан - не подходит,
т.к. должны реагировать
с одинаковым кол-вом брома.

$$12x = 10,536x + 0,878y$$

$$1,464x = 0,878y$$

$$\frac{y}{x} = \frac{1,464}{0,878} \approx \frac{1,667}{1} \approx \frac{5}{3}$$

$$\frac{y}{x} = \frac{10}{6} \rightarrow C_6H_{10} +$$

алкадиен $H_2C=CH-CH_2-CH=CH_2=CH_2$

$H_3C-CH=CH-CH=CH-CH_3$

$H_2C=CH-CH=CH-CH_2-CH_3$

алкин

$H_3C-CH_2-C \equiv C-CH_2-CH_3 +$

~~$H_3C-CH_2-C \equiv C-CH_2-CH_2-CH_3$~~

$H-C \equiv C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

320

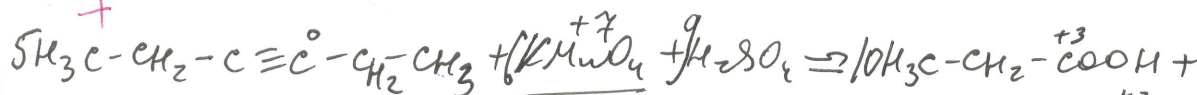
$\frac{320}{240} = 1,3333$ - получается, что на ок-е В, нужно в

1,33(3) раза больше $KMnO_4(H^+)$, чем на ок-е С, а

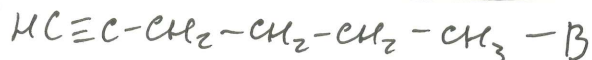
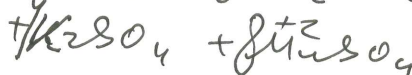
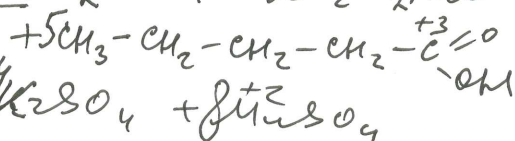
420

$\frac{420}{240} = 1,75$ на ок-е А нужно в 1,75 раза больше $KMnO_4(H^+)$,
чем на ок-е С.

1,75



$$\frac{8}{6} = 1,333(3), \text{ значит:}$$

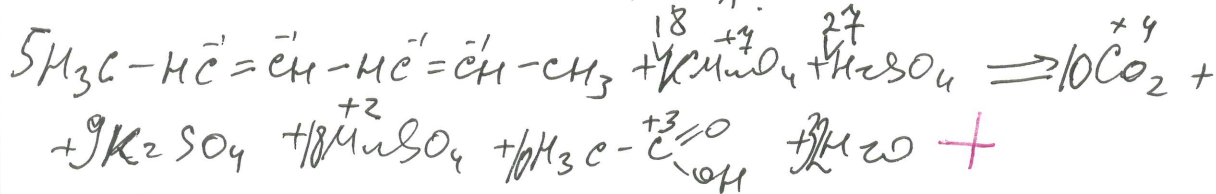


УСТОЯЧИК

рассмотрим алкадиены

$$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}_2$$

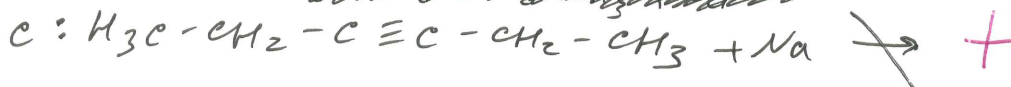
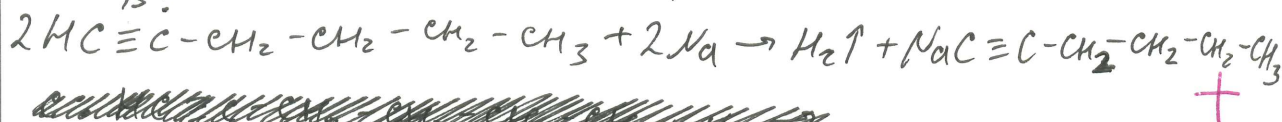
не подходит т.к. при ок-нции образуется двухосновная кислота.



$$\frac{18}{6} = 3, \text{ значит. } \boxed{\text{A} - \text{H}_3\text{C}-\text{HC}=\text{CH}-\text{HC}=\text{CH}-\text{CH}_3} +$$

В и С можно различить с помощью Na, т.к.

В - терминальный алкин, а С - нет.



4. 1. в феврале 2026 (г.) поступила картина, написанная художником, жившим в период (1632-1675).

$$d(^{14}\text{C}) = 14,5 \frac{\text{распадов}}{\text{мин.}} \quad T_{1/2} = 5730 \text{ лет.}$$

$$\text{до } d_0 = 15 \frac{\text{распадов}}{\text{мин.}}$$

$$m(t) = m_0 \frac{1}{2}^{\frac{t}{T_{1/2}}}$$

$$d(^{14}\text{C}) = d_0 \frac{1}{2}^{\frac{t}{T_{1/2}}} \Rightarrow 14,5 = 15 \cdot \frac{1}{2}^{\frac{t}{5730}} \Rightarrow \frac{t}{5730} = \log_{\frac{1}{2}} \frac{14,5}{15}$$

$$t = 5730 \log_{\frac{1}{2}} \frac{14,5}{15}$$

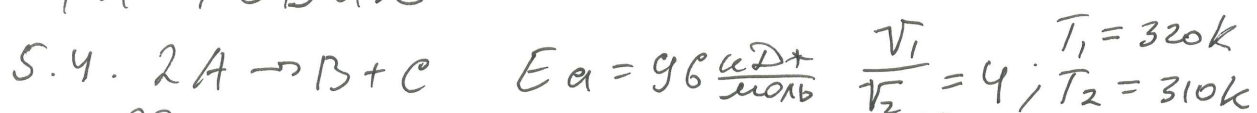
$$t \approx 280 \text{ лет.} +$$

$$\text{примерный год холста} = 2026 - 280 = 1746 (\text{г.})$$

$$(1632 - 1675) < 1746$$

данная картина не может оказаться подлинником, т.к. холст значительно моложе автора.

ЧИСТОВИК



$$\frac{v_{01}}{v_{02}} = ?$$

$$v = k [A]_0^2 \quad c(A) = \frac{v}{v}$$

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

$$\begin{aligned} v_{01} &= k_1 [A]_0^2 \\ v_{02} &= k_2 (4[A]_0)^2 \end{aligned} \quad \left| \right. \quad \frac{v_{01}}{v_{02}} = \frac{k_1}{16k_2}$$

$$\begin{aligned} k_1 &= A e^{\frac{-E_a}{RT_1}} \\ k_2 &= A e^{\frac{-E_a}{RT_2}} \end{aligned} \quad \frac{k_1}{k_2} = \frac{e^{\frac{-E_a}{RT_1}}}{e^{\frac{-E_a}{RT_2}}} = e^{\frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)}$$

$$\frac{v_{01}}{v_{02}} = \frac{e^{\frac{E_a}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)}}{16} = \frac{e^{\frac{96000}{8,314} \left(\frac{1}{310} - \frac{1}{320} \right)}}{16} \approx 0,2$$

значит скорость реакции v_{02} выросла по сравнению с v_{01} в 5 раз. $\left(\frac{v_{02}}{v_{01}} = 5 \right)$

6.2. $C_0 = ?$
 $pH = ?$

$$\alpha_1 = 100\%$$

$$\alpha_2 = 91\%$$

$$K(\text{HC}_2\text{O}_4^-) = 2,3 \cdot 10^{-2}$$

	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \rightarrow \text{H}^+ + \text{HC}_2\text{O}_4^-$	+
было	C_0	0
стало	0	C_0

	$\text{HC}_2\text{O}_4^- \rightarrow \text{H}^+ + \text{C}_2\text{O}_4^{2-}$	+
было	C_0	0
стало	$(1-\alpha_2)C_0$	$\alpha_2 C_0$

$$K(\text{HC}_2\text{O}_4^-) = \frac{[\text{H}^+][\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]}{[\text{HC}_2\text{O}_4^-]} = \frac{(1+\alpha_2)C_0 \cdot \alpha_2 C_0}{(1-\alpha_2)C_0} = \frac{(1+\alpha_2)\alpha_2 C_0}{(1-\alpha_2)}$$

$$2,3 \cdot 10^{-2} = \frac{(1+0,09) \cdot 0,09 \cdot C_0}{(1-0,09)}; \quad 2,3 \cdot 10^{-2} = \frac{1,09 \cdot 0,09 \cdot C_0}{0,91}$$

$$C_0 = \frac{2,3 \cdot 10^{-2} \cdot 0,91}{1,09 \cdot 0,09} \approx 0,21335 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

$$pH = -\lg[\text{H}^+] = -\lg((1+\alpha_2)C_0) = -\lg(1,09 \cdot 0,21335) \approx 0,6335$$

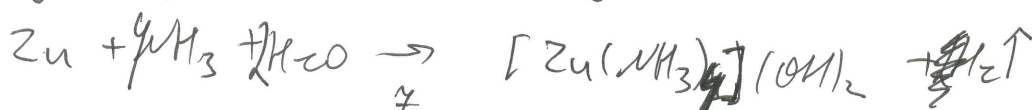
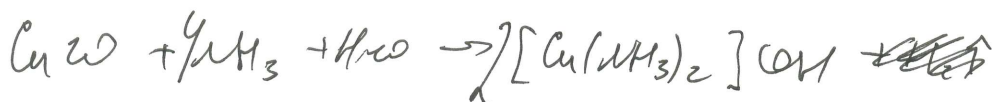
$$C_0 = 0,21335 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

$$pH = 0,6335$$

ЧЕРНОВИК

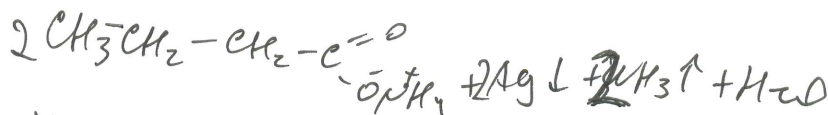
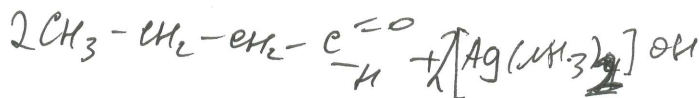
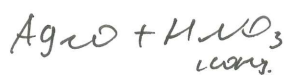
$$\times 18 = 72$$

$$20 + 20 + 32 = 72$$

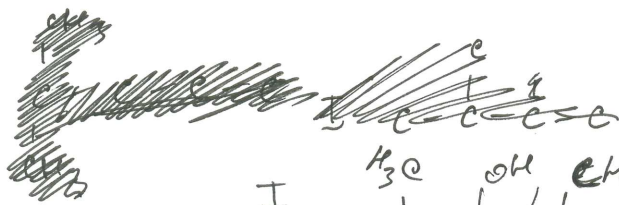
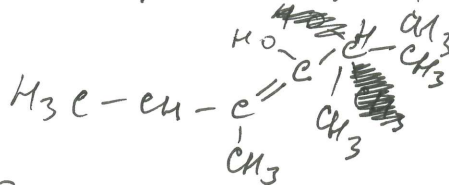
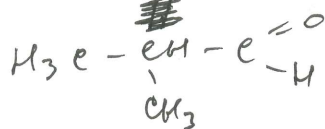
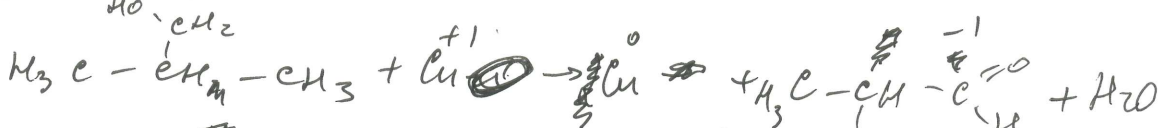


$$19 - 12 + 4 + 3 = 19$$

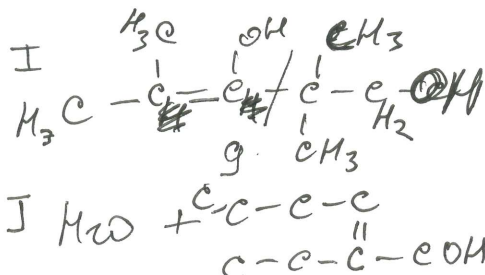
$$M(Cu_2O) = 64 \cdot 2 + 16 = 144$$



Н-Борсдин. Музыкант.



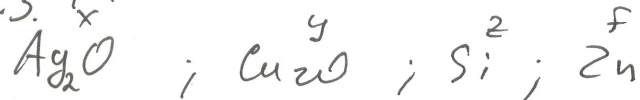
8



10 (18)

4.3. Чистовик.

$m_{\text{навески}} = 84,1 \text{ (г.)}$



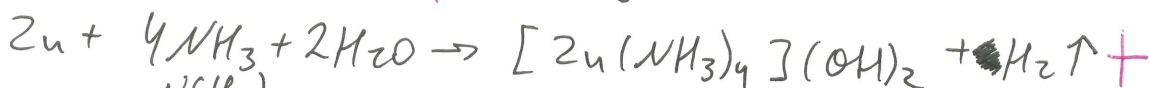
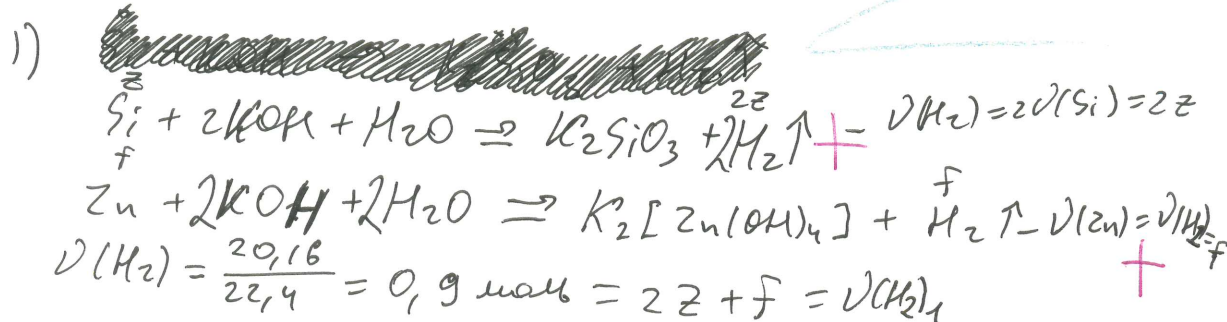
исх. $\nu(\text{Ag}_2\text{O}) = x \text{ моль}$; $\nu(\text{Si}) = z \text{ моль}$.
 $\nu(\text{Cu}_2\text{O}) = y \text{ моль}$; $\nu(\text{Zn}) = f \text{ моль}$

$m(\text{Ag}_2\text{O}) - ?$
 $m(\text{Cu}_2\text{O}) - ?$
 $m(\text{Si}) - ?$
 $m(\text{Zn}) - ?$

① KOH $V(\text{раза(н.г.)}) = 20,16 \text{ (л.)} = V_1$

② NH_3 р-р $\frac{V_1}{V_2} = g$; V_2 - выдм. газ. (н.г.)

③ HNO_3 конц. $V(\text{HNO}_3) = 14,92 \text{ (л.) (н.г.)}$

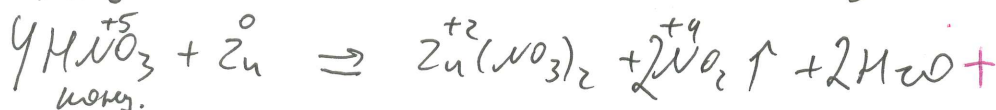
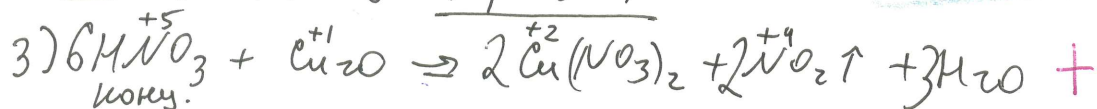


$\nu(\text{H}_2)_2 = \frac{\nu(\text{H}_2)_1}{g} = \frac{0,9}{g} = 0,1 = \nu(\text{Zn}) = f$

$m(\text{Zn}) = 65 \cdot 0,1 = 6,5 \text{ (г.)}$

$2z + f = 0,9 = 0,1 + 2z$; $z = 0,4 \text{ моль}$

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



$\nu(\text{NO}_2) = \frac{14,92}{22,4} = 0,665 \text{ моль} = \nu(\text{Cu}_2\text{O}) \cdot 2 + 2 \cdot \nu(\text{Zn}) = 2y + 2f$

$0,665 = 2y + 2 \cdot 0,1 = 2y + 0,2$; $y = 0,23 \text{ моль}$

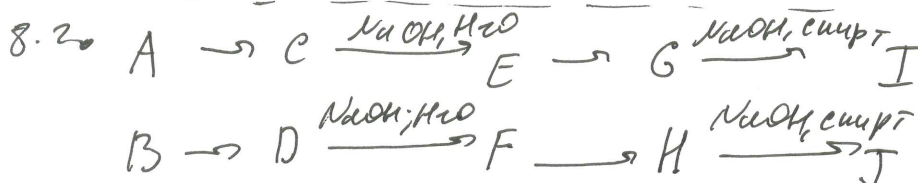
$m(\text{Cu}_2\text{O}) = 0,23 \cdot 144 = 33,12 \text{ (г.)}$

УЧЕТОВЫК

~~Масса вещества = 84,1 - 43,2 - 6,5 - 11,2 = 23,2 (г.)~~

$$m(\text{Ag}_2\text{O}) = 84,1 - 43,2 - 6,5 - 11,2 = 23,2 \text{ (г.)}$$

$$\begin{aligned} m(\text{Ag}_2\text{O}) &= 23,2 \text{ (г.)} + \\ m(\text{Cu}_2\text{O}) &= 43,2 \text{ (г.)} + \\ m(\text{Si}) &= 11,2 \text{ (г.)} + \\ m(\text{Zn}) &= 6,5 \text{ (г.)} + \end{aligned}$$



A и B - изомерные углеводороды $w(\text{C}) = 85,71\%$.

G и H - р-ют с аммиачным р-ном оксида серебра. $D_{\text{ср}} = 2$

$$I: w(\text{O}) = 22,22\% ; J: w(\text{O}) = \frac{I(w(\text{O}))}{1,75}$$

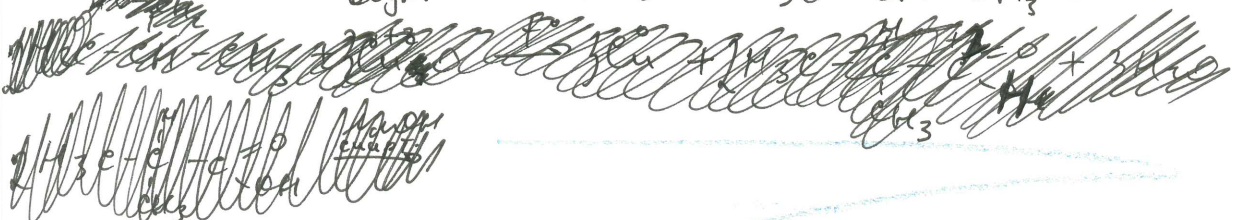
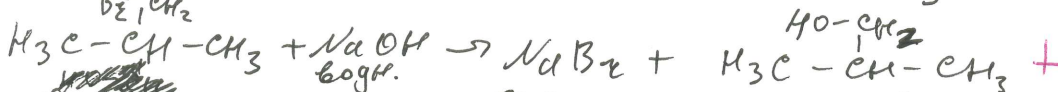
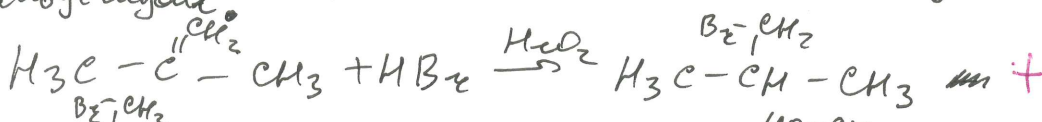
$$\text{Пусть } A \text{ и } B - \text{C}_x\text{H}_y, \text{ тогда } w(\text{C}) = \frac{12x}{12x+y} = 0,8571$$

$$\begin{aligned} M(\text{C}_x\text{H}_y) &= 2 \cdot M(\text{CO}) = 2 \cdot 28 = 56 \frac{2}{\text{моль}} \\ 56 &= 12x + y = 14x \end{aligned} \quad \left. \begin{aligned} 1,7148x &= 0,8571y \\ 1,7148 &= \frac{y}{x} = \frac{2}{1} (y=2x) \end{aligned} \right\}$$

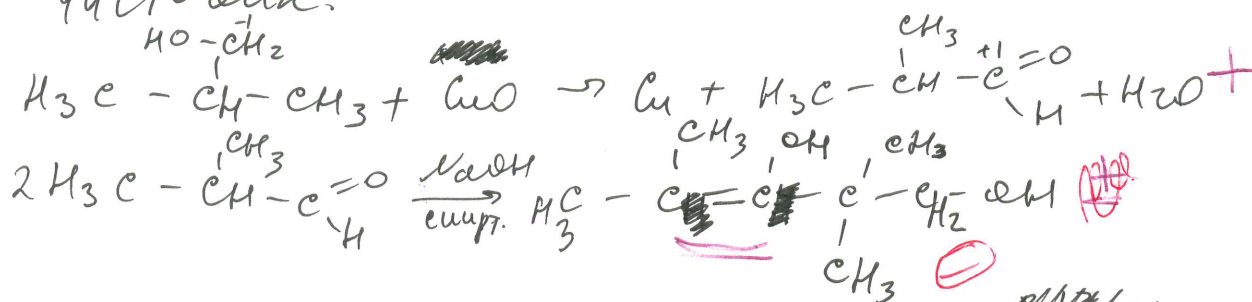
$$x=4 ; y=8 \quad \text{C}_4\text{H}_8$$

вероятно, это: $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{CH}_3}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}}-\text{CH}_3$ $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ +

$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ - не подходит. т.к. соединившийся с H - вероятно альдегиды, из этой цепочки такое соедин. не станет.

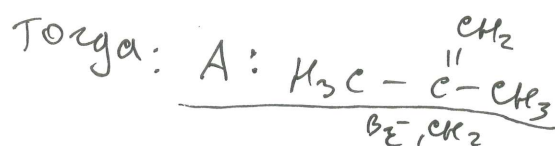


Учтывик.

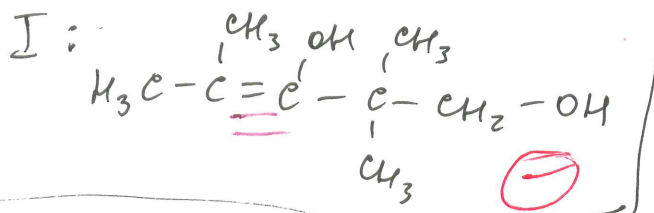
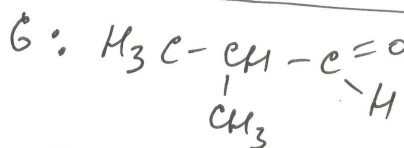
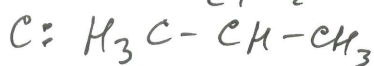


$\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}_2$ - I (ветка А)

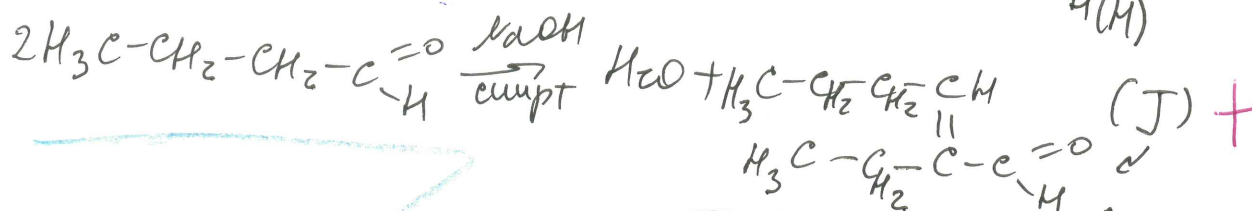
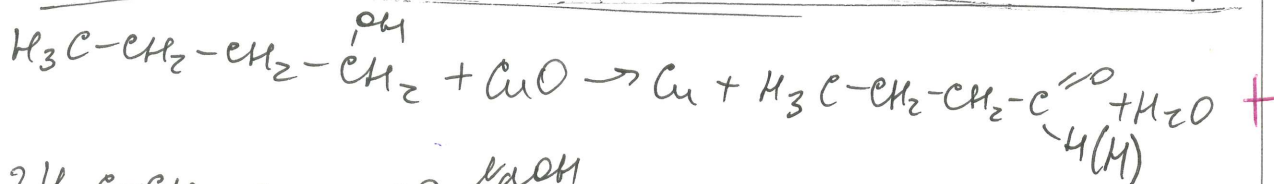
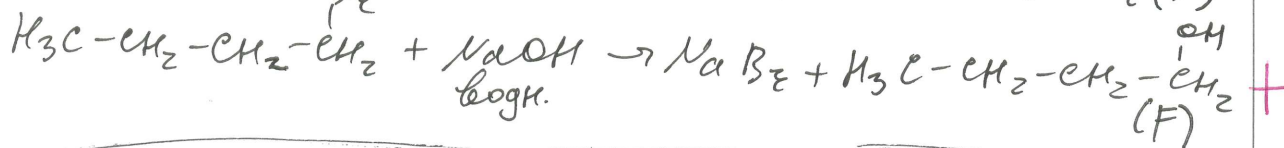
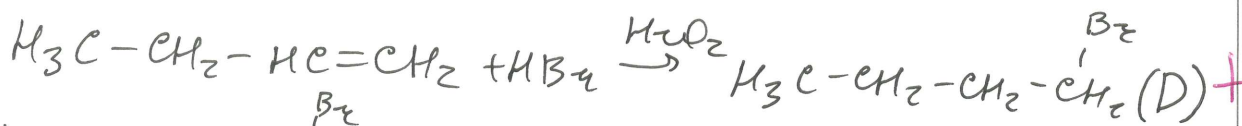
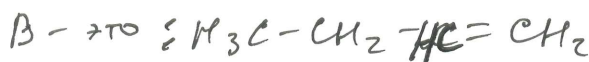
$\text{C}_8\text{H}_{16}\text{O}_2$



$$w(\text{O}) = \frac{2 \cdot 16}{8 \cdot 12 + 2 \cdot 16 + 16} = 0,2222 \quad (22,22\%)$$



Ветка В:

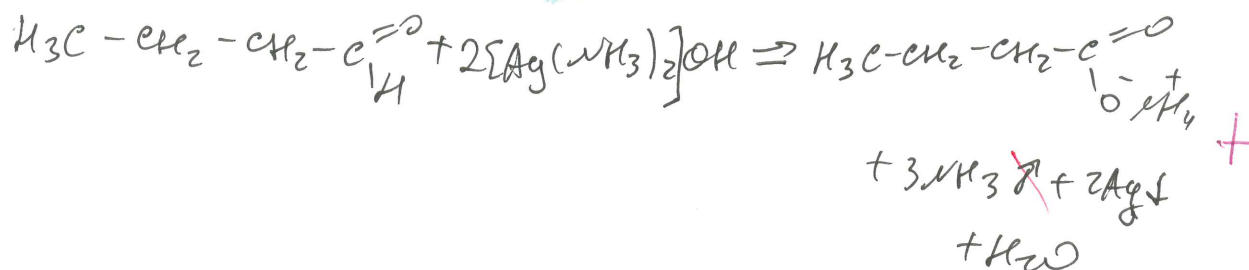
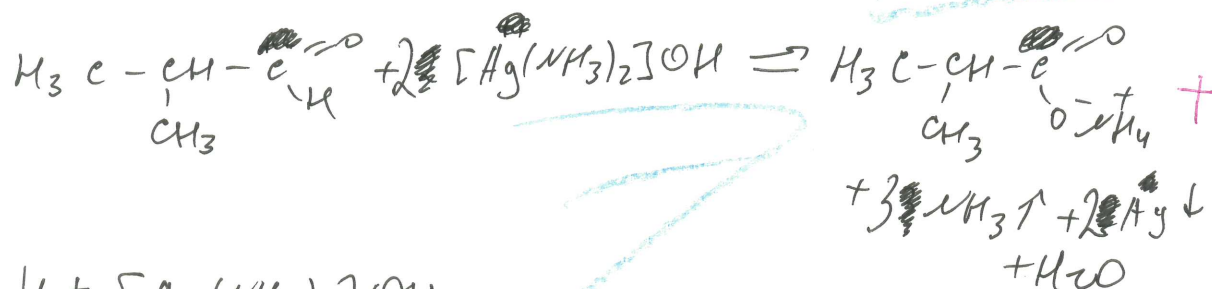


$$\text{C}_8\text{H}_{14}\text{O} \quad \left(w(\text{O}) = \frac{16}{8 \cdot 12 + 14 + 16} = 0,12698 \right)$$

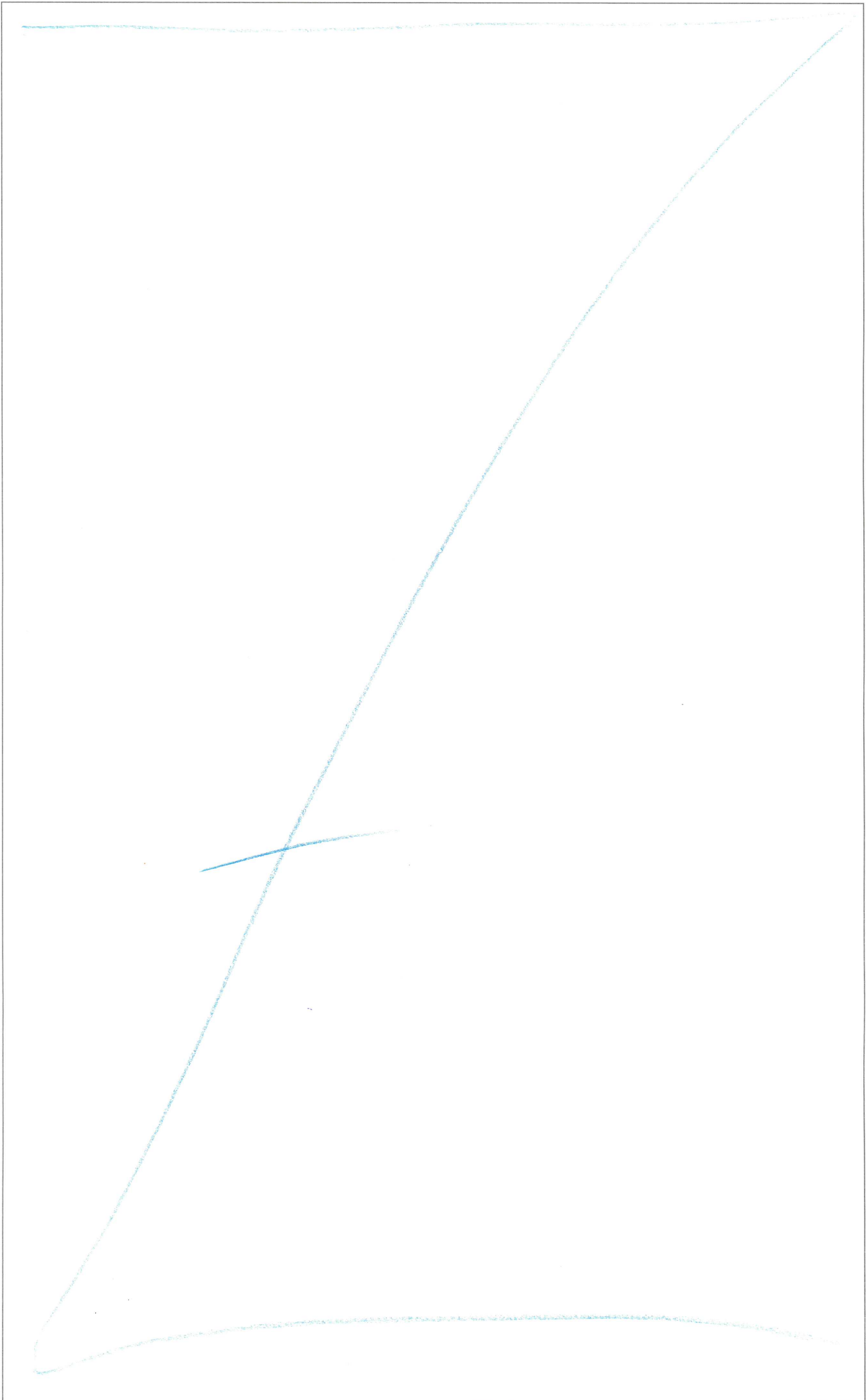
$$0,12698 \cdot 1,75 = 0,2222 \quad \text{действительн. по J.)}$$

Циетовик

N- Бородин.-Музыкант/Композитор. +



ЛИСТ-ВКЛАДЫШ



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

