

Часть 1

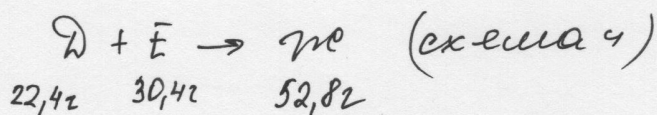
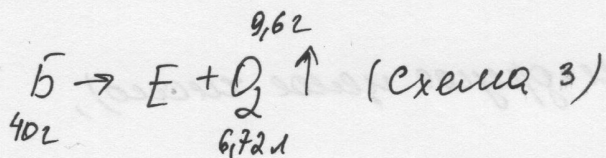
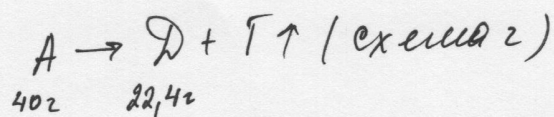
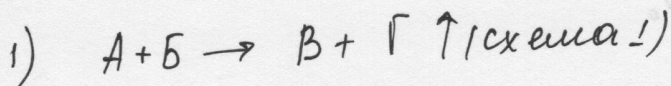
Олимпиада: **Химия 11 класс (1 часть)**

Шифр: **21300386**

ID профиля: **199943**

Вариант 2

Задача 1



По схеме 3: $V(O_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{6,72}{22,4} = 0,3 \text{ моль}$

$m(O_2) = V \cdot M = 0,3 \cdot 32 = 9,6 \text{ г}$

$\Rightarrow m(E) = m(B) - m(O_2)$

$m(E) = 40 - 9,6 = 30,4 \text{ г}$

По схеме 4: $m(D) = m(\text{не}) - m(E)$

$m(D) = 52,8 - 30,4 = 22,4 \text{ г}$

По схеме 2: $m(\Gamma) = m(A) - m(D)$

$m(\Gamma) = 40 - 22,4 = 17,6 \text{ г}$

$V(\Gamma) = \frac{V}{V_m} = \frac{8,96}{22,4} = 0,4 \text{ моль}$

$M(\Gamma) = \frac{m}{V} = \frac{17,6}{0,4} = 44 \text{ г/моль}$

$\Rightarrow \Gamma - CO_2$

A - соль углекислой к-ты и металла X

2) Предположим, что формула в-та A - XCO_3

Пусть $m(XCO_3) = 100 \text{ г}$, $V = \frac{m_{в-та} \cdot \omega_{CO_2}}{A_r}$, тогда:

$V(O) = \frac{100 \cdot 0,48}{16} = 3 \text{ моль}$

П.к. $\nu(C): \nu(O) = 1:3$, то $\nu(C) = 1$ моль

$$\omega(C) = \frac{1 \cdot 12}{100} = 0,12 \text{ или } 12\%$$

$$\omega(X) = 100 - 48 - 12 = 40\%$$

$$\Rightarrow \nu(X) = \frac{100 \cdot 0,4}{M(X)} = \frac{40}{M(X)}$$

Пусть $\nu(X) = 1$ моль (или другое целое число),

тогда: $\frac{40}{M(X)} = 1$

$$M(X) = 40 \text{ г/моль}$$

$\Rightarrow X - Ca$, вещества $A - CaCO_3$

$D - CaO$

3) $M(CaCO_3) = M(B) = 100 \text{ г/моль}$

В веществе Б: $\omega(O) = 48\% \neq$

$$\nu(O) = \frac{100 \text{ г/моль} \cdot 0,48}{16 \text{ г/моль}} = 3 \text{ моль}$$

П.к. карбонаты кальция взаимодействуют с в-вом Б, то Б - скорее всего амфотерный или кислотный оксид, т.е. формула либо Me_2O_3 , либо MeO_3 .

$$\omega(Me) = 100 - 48 = 52\%$$

Пусть Me - двухвалентный (Me_2O_3), тогда:

$$\nu(Me) = \frac{100 \cdot 0,52}{M(Me)} = \frac{52}{M(Me)}$$

Предположим, что $\nu = 2$ моль (или другое целое число),

тогда: $\frac{52}{M(Me)} = 2$

$$M(Me) = 26 \text{ г/моль, такого металла нет.}$$

Тогда для MeO_3 (шести валентного):

$$\nu(Me) = 1 \text{ моль}; \quad \frac{52}{M(Me)} = 1$$

$$M(Me) = 52 \text{ г/моль}$$

$\Rightarrow$ это Ce .

Тогда Б - CuO , Г - Cu_2O , В - CaCuO_4

Ответ: А - CaCO_3

Б - CuO

В - CaCuO_4

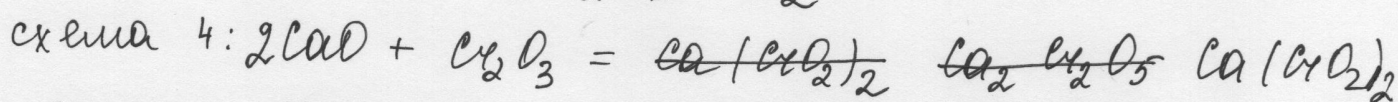
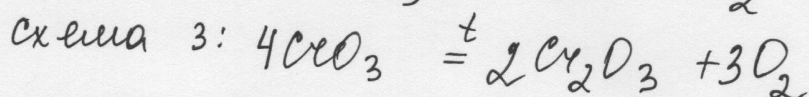
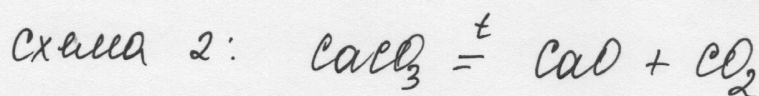
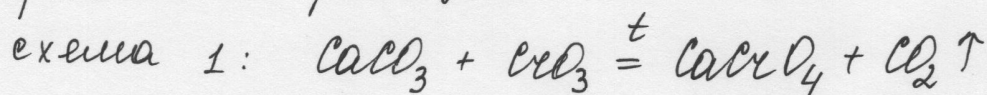
Г - CO_2

Д - CaO

Е - Cu_2O

Ж - ~~$\text{Ca}(\text{CuO}_2)_2$~~ ~~$\text{Ca}_2\text{Cu}_2\text{O}_5$~~ ~~$\text{Ca}(\text{CuO}_2)_2$~~

Уравнение реакции:



$$n(\text{CaO}) = \frac{22,4}{56} = 0,4 \text{ моль}$$

$$n(\text{Cu}_2\text{O}) = \frac{30,4}{152} = 0,2 \text{ моль}$$

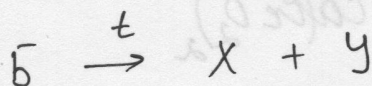
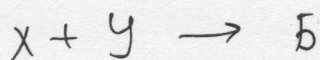
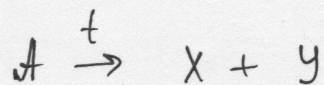
$$n(\text{Ca}(\text{CuO}_2)_2) = \frac{52,8}{260} = 0,2 \text{ моль, изр.}$$

$$n_{\text{ост}}(\text{CaO}) = 0,2 \text{ моль}$$

$$n_{\text{прор.}}(\text{CaO}) = n(\text{Cu}_2\text{O}) = n(\text{Ca}(\text{CuO}_2)_2) = 0,2 \text{ моль, изр.}$$

Задание 2.

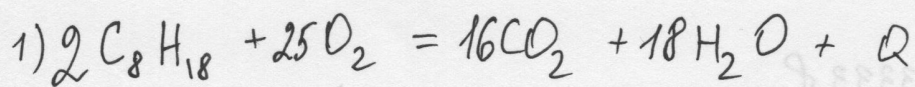
$$1) \nu(1) = \frac{V}{V_m} = \frac{44,848}{22,4} \approx 2 \text{ моль}$$



источник

Задание 3

Шетовск



$$\Delta H^\circ(C_8H_{18}) = -208 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta H^\circ(CO_2) = -393,5 \text{ кДж/моль}$$

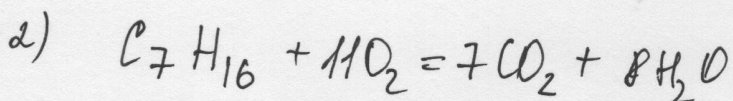
$$\Delta H^\circ(H_2O) = -285,8 \text{ кДж/моль}$$

$$\Delta H^\circ_{\text{реакции}} = \sum (\Delta H^\circ_{\text{продуктов}}) - \sum (\Delta H^\circ_{\text{реагентов}})$$

$$\Delta H^\circ_{\text{реак.}} = 16 \cdot (-393,5) + 18(-285,8) - 2(-208) = -6296 - 5144,4 + 416 = -11024,4 \text{ кДж}$$

$$Q = -\Delta H^\circ_p = 11024,4 \text{ кДж (для 2 моль)}$$

$$Q = \frac{11024,4}{2} = 5512,2 \text{ кДж/моль}$$



$$\text{аналогично, } \Delta H^\circ_{\text{реак.}} = 7 \cdot (-393,5) + 8(-285,8) - 1(-224) = -2754,5 - 2286,4 + 224 = -4816,9 \text{ кДж}$$

$$\Rightarrow Q = -\Delta H^\circ_p = 4816,9 \text{ кДж/моль}$$

$$3) \text{ Пусть } m(C_8H_{18}) = x \text{ г, } m(C_7H_{16}) = y \text{ г; } \rho = \frac{m}{V}$$

$$V = \frac{m}{\rho}; \text{ тогда:}$$

$$\frac{x}{0,69} + \frac{y}{0,684} = 100 \quad (1)$$

Теплотой горения от сгоревших смесей:

$$3333,8 = 5512,2 \cdot \frac{x}{114} + 4816,9 \cdot \frac{y}{100} \quad (2)$$

Решим систему уравнений (1) и (2):

$$\begin{cases} \frac{x}{0,69} + \frac{y}{0,684} = 100 \\ \frac{5512,2 \cdot x}{114} + \frac{4816,9 \cdot y}{100} = 3333,8 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0,684x + 0,69y = 47,196 \\ \frac{5512,2x}{114} + \frac{4816,9y}{100} = 3333,8 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = \frac{47,196 - 0,69y}{0,684} \\ \frac{5512,2x}{114} + \frac{4816,9y}{100} = 3333,8 \end{cases}$$

$$\frac{5512,2(47,196 - 0,69y)}{114 \cdot 0,684} + \frac{4816,9y}{100} = 3333,8$$

$$3336,2852 - 48,7761y + 48,169y = 3333,8$$

$$0,6071y = 2,4852$$

$$y = 4,092$$

$$\Rightarrow x = \frac{47,196 - 0,69 \cdot 4,092}{0,684} = 64,872$$

$$4) \rho(C_8H_{18}) = \frac{64,87}{114} = 0,569 \text{ г/мл}$$

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

$$V(C_8H_{18}) = \frac{64,87}{0,69} = 94 \text{ см}^3 = 94 \text{ мл}$$

$$V(C_7H_{16}) = \frac{4,09}{0,684} = 6 \text{ мл}$$

Октановое число бензина:

$$\varphi = \frac{V(C_8H_{18})}{V_{\text{см}}} \cdot 100\% = \frac{94}{100} \cdot 100\% = 94\%$$

5) В 40 л. бензина содержится:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$$

$$\frac{0,1 \text{ л}}{40 \text{ л}} = \frac{0,094 \text{ л}}{V(C_8H_{18})}$$

$$V(C_8H_{18}) = 37,6 \text{ л}$$

аналогично, $V(C_7H_{16}) = \frac{40 \cdot 0,006}{0,1} = 2,4 \text{ л}$

исходник

б) $\cancel{v = \frac{V \cdot \rho}{M}} \quad v = \frac{V \cdot \rho}{M}$

$v(C_8H_{18}) = \frac{37,6 \cdot 10^3 \text{ мм} \cdot 0,692 \text{ г/мм}^3}{114 \text{ г/моль}} = 0,227579 \cdot 10^3 = 227,579 \text{ моль}$

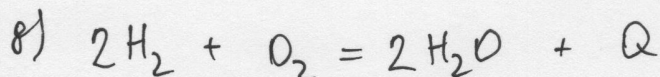
$v(C_7H_{16}) = \frac{2,4 \cdot 10^3 \text{ мм} \cdot 0,684 \text{ г/мм}^3}{100 \text{ г/моль}} = 16,416 \text{ моль}$

7) Три энергии топлива вычисляем:

$Q(C_8H_{18}) = 227,579 \cdot 5512,2 = 1254,46 \cdot 10^3 \text{ кДж}$

$Q(C_7H_{16}) = 16,416 \cdot 4816,9 = 79,07 \cdot 10^3 \text{ кДж}$

$Q_{\text{общ}} = 1254,46 \cdot 10^3 + 79,07 \cdot 10^3 = 1333,53 \cdot 10^3 \text{ кДж}$



$v(H_2) = \frac{1333,53 \cdot 10^3}{285,8} = 4666 \text{ моль}$ (необходимо, чтобы заменить бензин)

$V(H_2) = v \cdot V_m = 4666 \cdot 22,4 = 104518,4 \text{ л}$

9) Рассчитаем массу водорода в данном объеме $104518,4 \text{ л}$:

$\frac{104518,4 \text{ л}}{40 \text{ л}} = \frac{x \text{ кг}}{76,5 \text{ кг}}$

$x = 199891 \text{ кг},$

В то время как масса бензина составит:

$m(C_8H_{18}) = v \cdot M = 227,579 \cdot 114 = 25944 \cdot 10^3 \text{ г} = 25,944 \text{ кг}$

$m(C_7H_{16}) = 16,416 \cdot 100 = 1641,6 \text{ г} = 1,642 \text{ кг}$

$m_{\text{бензина}} = 25,944 + 1,642 = 28,586 \text{ кг}$

$\Rightarrow m_{\text{бензина}} < m(H_2)$, поэтому невозможно заменить бензин на водород.

Ответ: 1) Октановое число бензина
равно 94

Гистович

2) $V(H_2) = 104\,518,4\text{ л}$

3) Бензин целесообразно заменить на водород,
т.к. масса бензина с водородом в несколько
десятков раз превышает массу бензина.

Часть 2

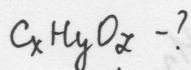
Олимпиада: **Химия 11 класс (2 часть)**

Шифр: **21300386**

ID профиля: **199943**

Вариант 2

Задание 4.



$$1) \nu(C) = \nu(CO_2) = \frac{V}{V_m} = \frac{11,2}{22,4} = 0,5 \text{ моль}$$

$$\nu(H) = 2\nu(H_2O) = 2 \frac{V \cdot \rho}{M} = \frac{2 \cdot 9 \cdot 1}{18} = 1 \text{ моль}$$

$$m = M \cdot \nu$$

$$m(C) = 0,5 \cdot 12 = 6 \text{ г}$$

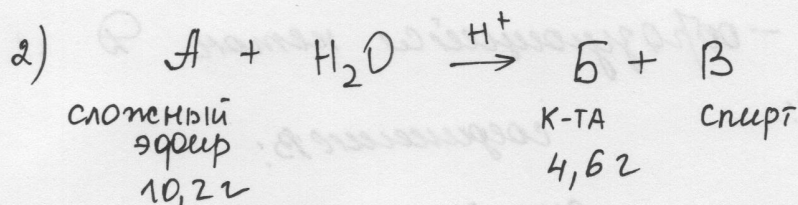
$$m(H) = 1 \cdot 1 = 1 \text{ г}$$

$$m(O) = 10,2 - 6 - 1 = 3,2 \text{ г}$$

$$\nu(O) = \frac{3,2}{16} = 0,2 \text{ моль}$$

$$\Rightarrow x:y:z = 0,5:1:0,2 = 5:10:2$$

$C_5H_{10}O_2$ - истинная формула



$$\nu(A) = \nu(B) = \nu(C_5H_{10}O_2) = \frac{10,2}{102} = 0,1 \text{ моль}$$

$$\Rightarrow \nu(B) = 0,1 \text{ моль, проверим:}$$

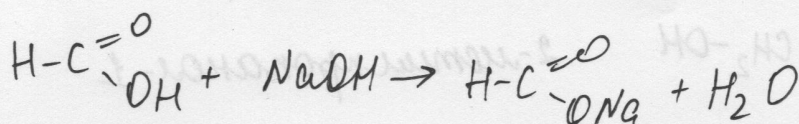
$$M(B) = \frac{4,6}{0,1} = 46 \text{ г/моль}$$

Пусть B - одноосновная к-та, тогда

$$M(C_nH_{2n}O_2) = 46 \text{ г/моль}$$

$$12n + 2 + 32 = 46$$

$$n = 1, \Rightarrow H-C(=O)OH$$



$$\nu(NaOH) = C \cdot V = 50 \cdot 10^{-3} \cdot 2 = 0,1 \text{ моль}$$

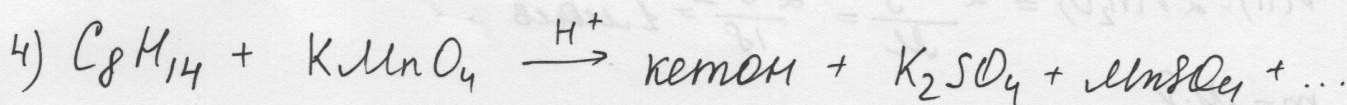
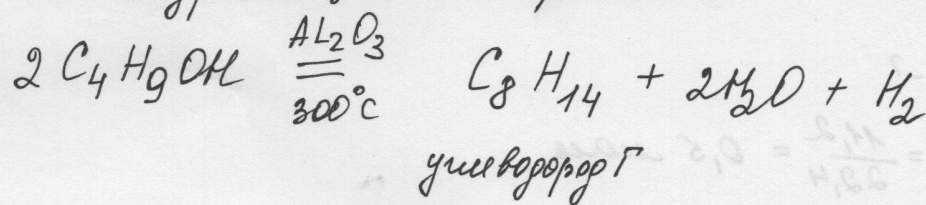
$$\nu(HCOOH) = \nu(NaOH) = \nu(B), \text{ т.е.}$$

$\Rightarrow$ B - муравьиная к-та HCOOH,

B - спирт C_4H_9OH

3) Дегидратация спирта В:

Чистовик



В кетоне $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}$: $\nu(\text{O}) = 1700 \text{ см}^{-1}$; тогда:

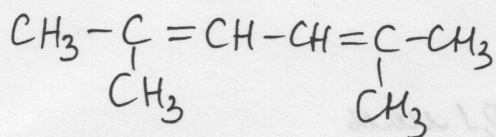
$$M_{\text{в.ва}} = \frac{A_2 \cdot \nu_2}{\omega_2}$$

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}) = \frac{16 \cdot 1}{0,2759} = 58 \text{ ч.м.в.}$$

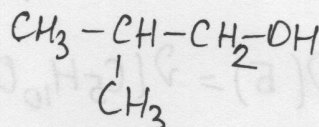
$$12n + 2n + 16 = 58$$

$n = 3 \Rightarrow \text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ — образующийся кетон Д

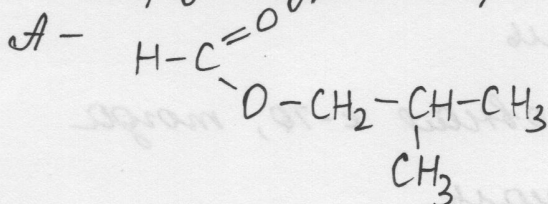
5) Тогда соединения Г:



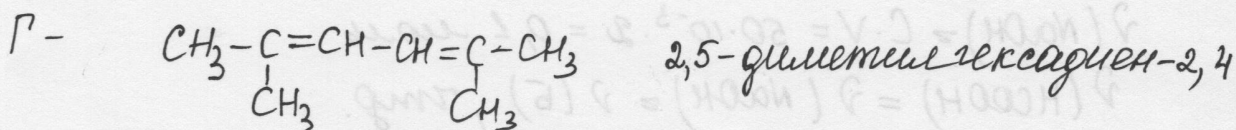
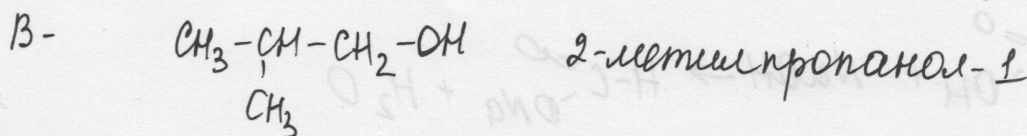
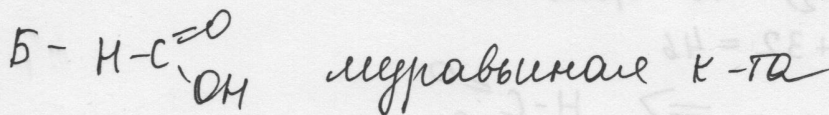
соединение В:



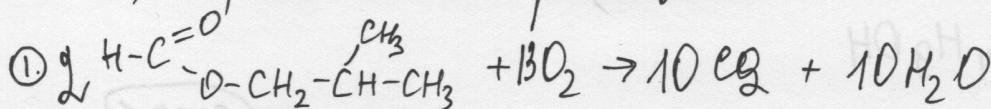
Ответ: 1) Структурные формулы и названия:

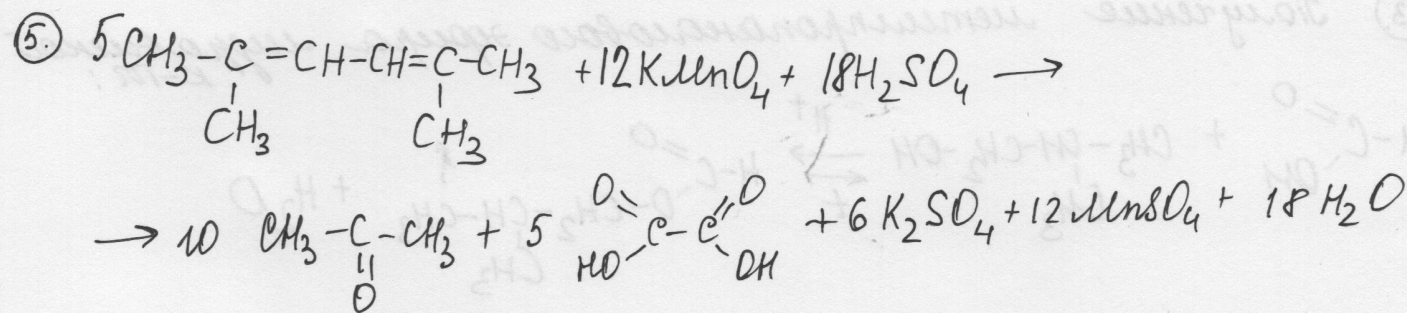
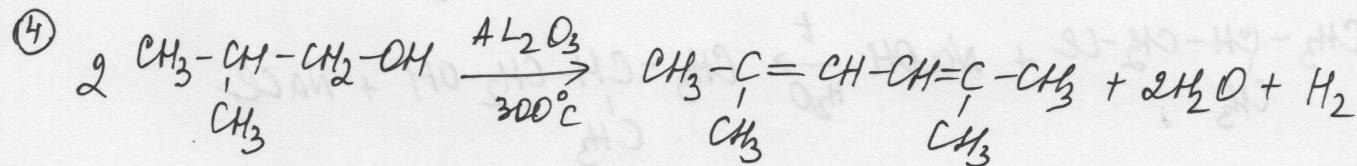
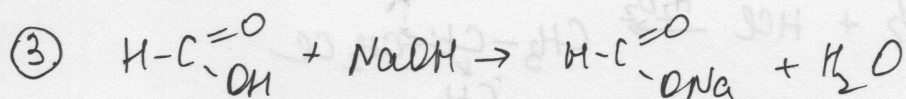
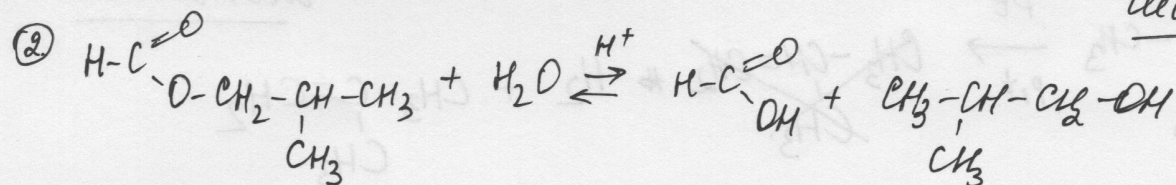


втор-бутилформиат



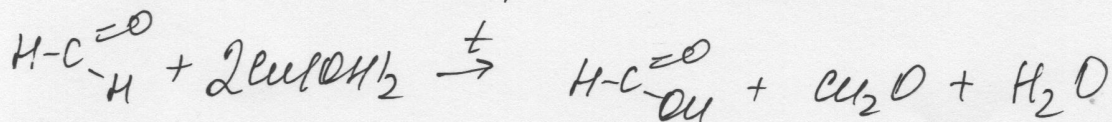
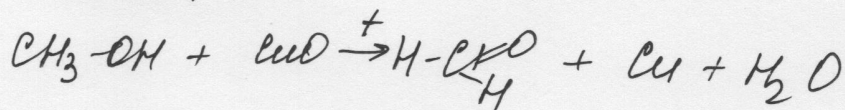
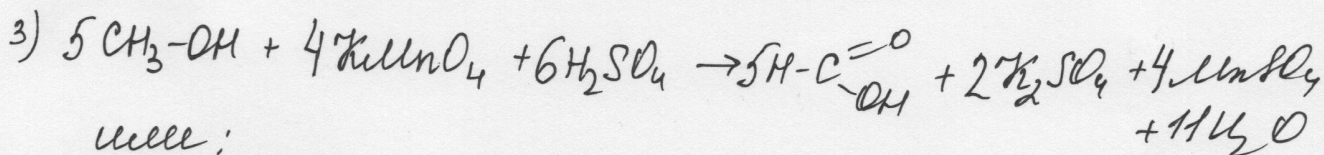
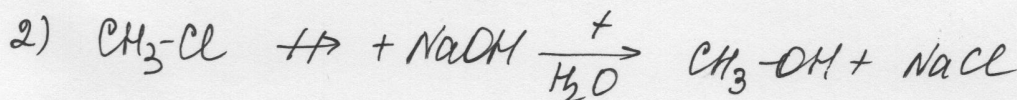
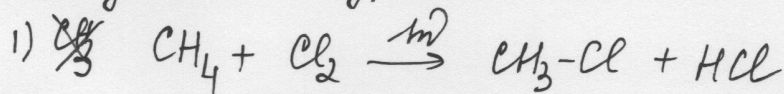
2) Уравнения реакций:



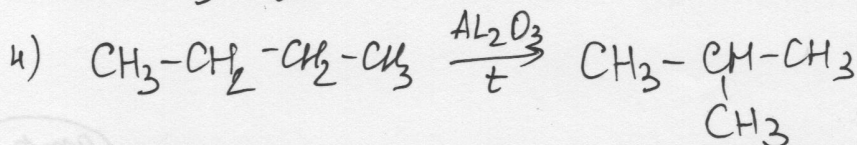
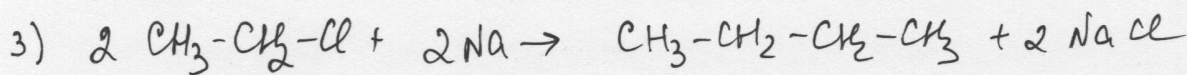
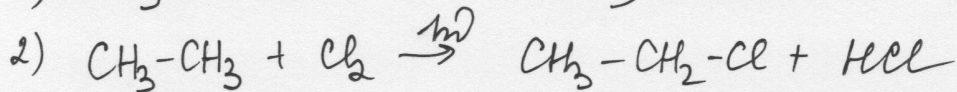
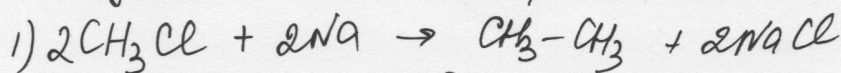


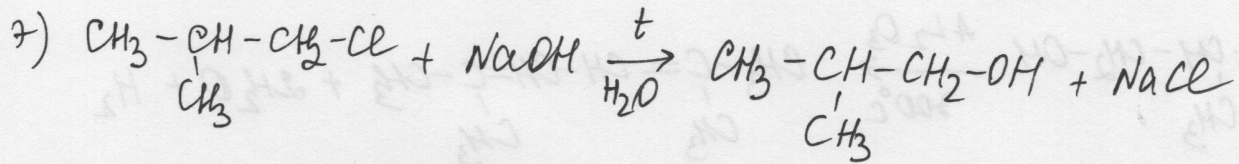
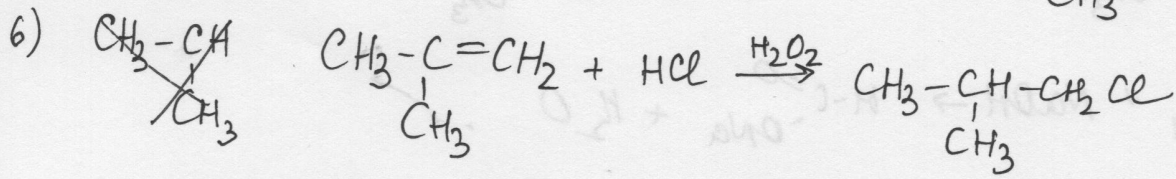
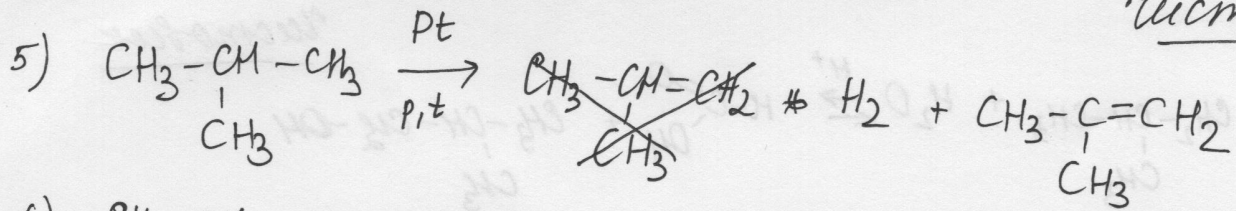
3) Схема синтеза А:

① Получение метилпропановой к-ты:

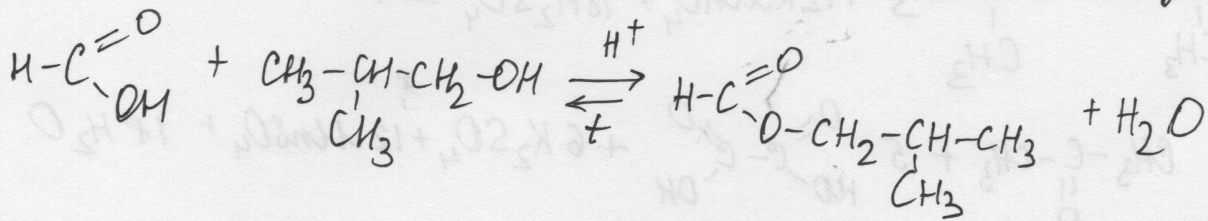


② Получение метилпропанола-1:





③ Получение метилпропанового эфира муравьиной К-фор:



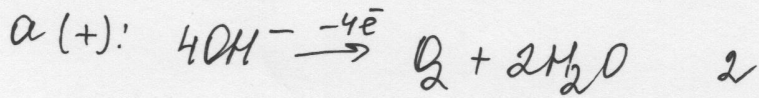
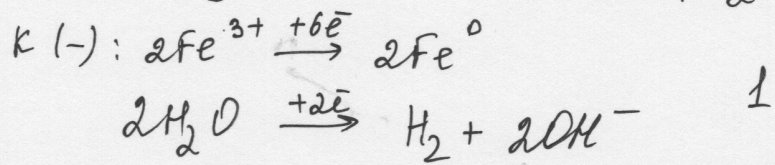
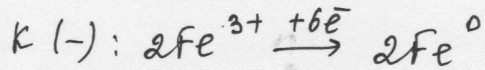
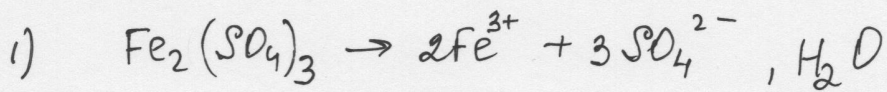
$$\left. \begin{aligned} Q_3 &= 1,5 |Q_1| \\ Q_1 &= \frac{2}{3} E_{a_1} \end{aligned} \right\} \Rightarrow Q_3 = \frac{3}{2} \cdot \frac{2}{3} E_{a_1} = E_{a_1}$$
$$Q_3 - |Q_1| = 1,5|Q_1| - |Q_1| = 0,5|Q_1|$$

3) Исходя из графика:

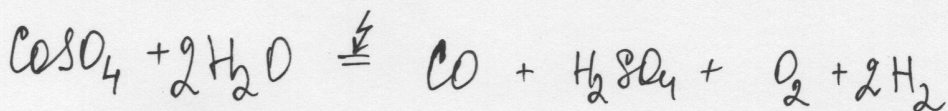
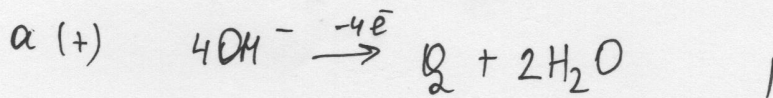
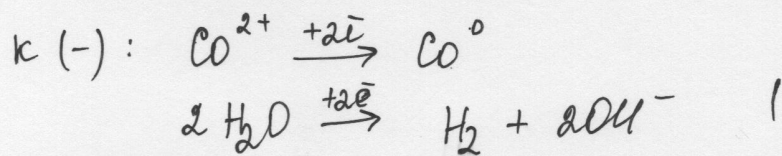
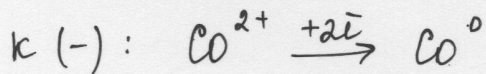
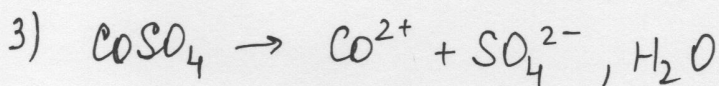
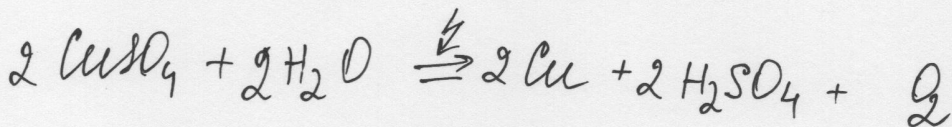
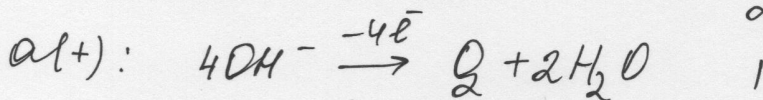
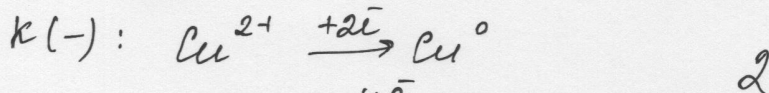
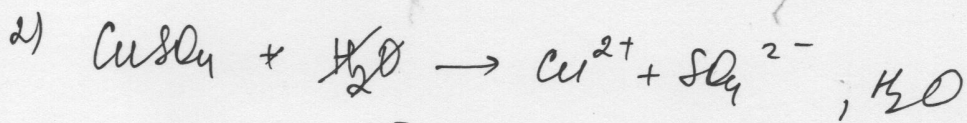
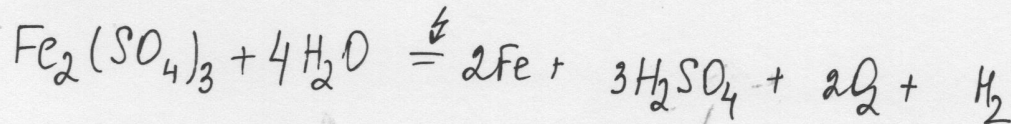
$$\frac{E_{a_1}}{E_{a_2}} = \frac{x}{x + 0,5x} = \frac{1}{1,5} = \frac{2}{3}$$

(отношение энергий актива-
ции процессов $A \rightarrow B$ и $B \rightarrow A$)

Задача 6.

Усмовки

Суммарное урав-е:



$$4) \nu_{\text{исх}}(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3) = \frac{60,8}{400} = 0,152 \text{ моль}$$

$$\nu_{\text{исх}}(\text{CuSO}_4) = \frac{64}{160} = 0,4 \text{ моль}$$

$$\nu_{\text{исх}}(\text{CoSO}_4) = \frac{62}{155} = 0,4 \text{ моль}$$