

# Часть 1

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

Шифр: **21300441**

ID профиля: **854243**

Вариант 2

# ЧИСТОВИКИ

# Открытые химические элементы. Вариант 2.

## Задача 1

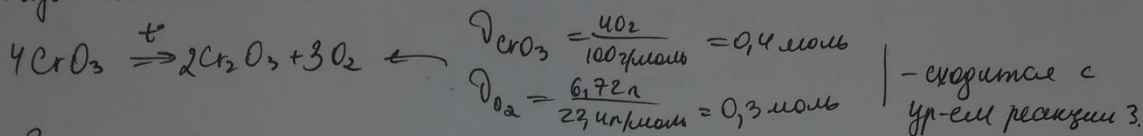
Пусть одно из веществ А или Б бинарное.

$$x_{\text{m O}} \quad \omega_{\text{O}} = 48\%$$

$$M(X) = \frac{\frac{16n}{0,48} - 16n}{m} = \frac{16n \cdot 1,083}{m} = \frac{17,33n}{m}$$

$$n=3, m=1: M(X) = 52 \text{ г/моль} \Rightarrow X - \text{Cr} \Rightarrow \text{одно из А или Б} - \underline{\text{CrO}_3}$$

Разложению  $\text{CrO}_3$  соответствует схема 3:



Значит, Б —  $\text{CrO}_3$ , Е —  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ . Тогда В — какой-то хромат.

Т.к. при реакции А и Б обр. хромат и выделяется один газ, то можно предположить, что А — карбонат.

По условию  $M(A) = M(B) = 100 \text{ г/моль} \Rightarrow A - \text{CaCO}_3$  (не может быть  $\text{KHCO}_3$ , т.к. по разложению не соотв. схеме 2).

Проверим по массам:

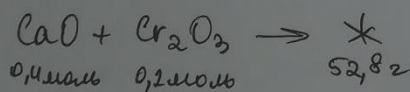


$$\nu_{\text{CaCO}_3} = \frac{402}{100 \text{ г/моль}} = 0,4 \text{ моль}$$

$$\nu_{\text{CO}_2} = \nu_{\text{Г}} = \frac{8,96 \text{ г}}{22,4 \text{ г/моль}} = 0,4 \text{ моль}$$

$\left| \begin{array}{l} \text{— сходится со} \\ \text{схемой 2} \end{array} \right. \quad (\nu_{\text{CaCO}_3} : \nu_{\text{CO}_2} = 1:1)$

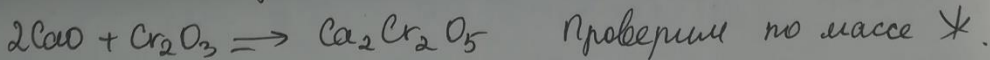
Значит, А —  $\text{CaCO}_3$ , Д —  $\text{CaO}$ , Г —  $\text{CO}_2$ .



$$\nu_{\text{CaO}} = \nu_{\text{CaCO}_3} = 0,4 \text{ моль}$$

$$\nu_{\text{Cr}_2\text{O}_3} = \nu_{\text{CrO}_3} / 2 = 0,2 \text{ моль}$$

Т.к. при р-ции Д и Е обр-ся только \*, то в-ва реагируют полностью (избытка — недостатка нет).



$$0,4 \text{ моль} \quad 0,2 \text{ моль}$$

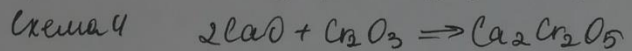
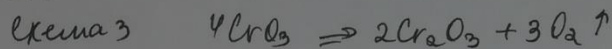
$$*, 52,82$$

$$\nu_* = \nu_{\text{Cr}_2\text{O}_3} = 0,2 \text{ моль} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow M_* = \frac{52,82}{0,2 \text{ моль}} = 264 \text{ г/моль}. \quad 264 = 2 \cdot 40 + 2 \cdot 52 + 5 \cdot 16 \text{ — сходится.}$$

Итого: 1) А —  $\text{CaCO}_3$     Д —  $\text{CaO}$   
               Б —  $\text{CrO}_3$     Е —  $\text{Cr}_2\text{O}_3$   
               В —  $\text{CaCrO}_4$     Ж —  $\text{Ca}_2\text{Cr}_2\text{O}_5$   
               Г —  $\text{CO}_2$

2) Уравнения реакций:



## Задача 2

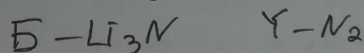
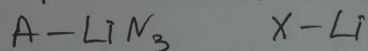
$$1) \rho_X = \frac{1,251 \cdot 10^{-3} \text{ г}}{1 \text{ см}^3} = \frac{1,251 \cdot 10^{-3} \text{ г}}{10^{-3} \text{ л}} = 1,251 \frac{\text{г}}{\text{л}}$$

$$M(X) = 1,251 \frac{\text{г}}{\text{л}} \cdot 22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}} = 28 \frac{\text{г}}{\text{моль}} \Rightarrow$$

учитывая, что А-соль, X —  $\text{N}_2$ .

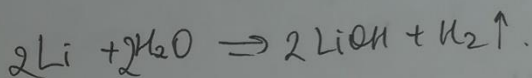
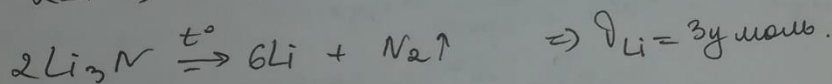
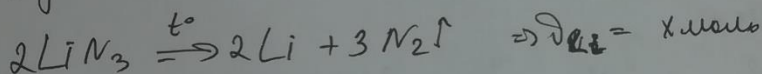
X может быть  $\text{N}_2$   
 $\text{CO}$   
 $\text{C}_2\text{H}_2$

Карминово-красный цвет: Y — Li.



2) Расчет массовой доли:

Пусть было  $x$  моль  $\text{LiN}_3$  и  $y$  моль  $\text{Li}_3\text{N}$ .

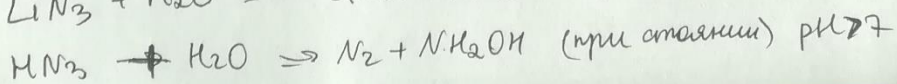
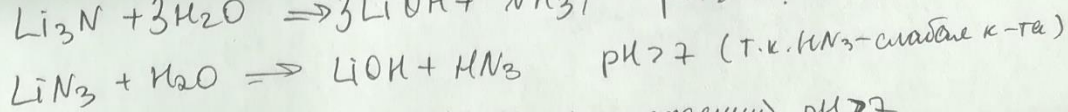
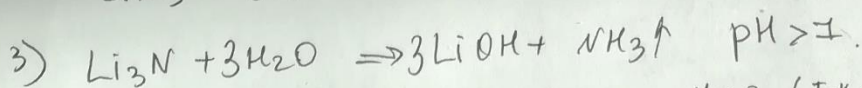


$$\nu_{\text{H}_2} = \frac{pV}{RT} = \frac{\frac{740}{760} \cdot 101,325 \text{ кПа} \cdot 44,8481}{8,314 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 293 \text{ К}} = 1,816 \text{ моль} \Rightarrow \nu_{\text{Li}} = 2\nu_{\text{H}_2} = 3,633 \text{ моль}$$

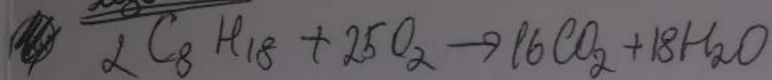
$$\begin{cases} x + 3y = 3,633 \\ 49x + 35y = 50 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 3,633 - 3y \\ 49(3,633 - 3y) + 35y = 50 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 178 - 142y + 35y = 50 \\ 142y = 128 \end{cases}$$

$$\begin{cases} x = 0,204 \text{ моль} \\ y = 1,143 \text{ моль} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} m_{\text{LiN}_3} = 0,204 \cdot 49 = 9,996 \text{ г} \approx 10 \text{ г} \\ m_{\text{Li}_3\text{N}} = 1,143 \cdot 35 = 40 \text{ г} \end{cases}$$

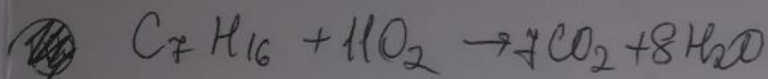
$$\omega_{\text{LiN}_3} = \frac{10}{50} \cdot 100\% = 20\%, \quad \omega_{\text{Li}_3\text{N}} = 80\%.$$



### Задача 3



$$Q_1 = 11\,024,4 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$



$$Q_2 = 4816,9 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$$

x - массовая доля  $C_8H_{18}$

y - массовая доля  $C_7H_{16}$

$$\rho_{\text{бензина}} = x \rho_{C_8H_{18}} + y \rho_{C_7H_{16}} = 0,69x + 0,684y$$

$$m_{\text{бензина}} = 69x + 68,4y$$

$$\rho_{\text{бензина}} = \rho_{C_8H_{18}} + \rho_{C_7H_{16}} = \frac{69x}{114} + \frac{68,4y}{100} = 0,605x + 0,684y$$

$$Q_{\text{обж}} = 3333,8 \text{ кДж}$$

$$Q_{\text{обж}} = 11\,024,4 \cdot 0,605x + 4816,9 \cdot 0,684y =$$

$$= 6669,8x + 3294,76y = 3333,8$$

$$\begin{cases} 2x + 0,99y = 1 \\ x + y = 1 \end{cases} \quad \begin{aligned} 2x + 0,99 - 0,99x &= 1 \\ 1,01x &= 0,01 \\ 101x &= 1 \\ x &= 0,0099 \end{aligned}$$

$$x + y = 1$$

$$1,01x = 0,01$$

$$101x = 1$$

$$x = 0,0099$$

$$\rho_{C_8H_{18}} = 0,605 \cdot 0,0099 = 0,006 \text{ моль} \quad y = 0,9901$$

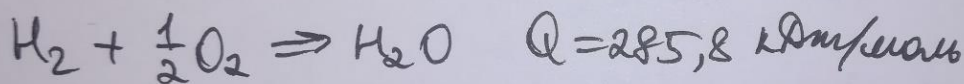
$$\rho_{C_7H_{16}} = 0,677 \text{ моль}$$

$$\text{Октановое число: } \frac{0,006}{0,006 + 0,677} \cdot 100 = 0,878$$

2) Если сгорит 400 бензина, то выделяется

в  $\frac{40}{0,1} = 400$  раз больше теплоты, чем

$$Q_{обж} = 3333,8 \text{ кДж.}$$



$$\nu_{\text{H}_2} = \frac{3333,8 \cdot 400}{285,8} = 4665,9 \text{ моль}$$

$$V_{\text{H}_2} = 104516,6 \text{ л.}$$



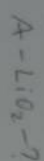
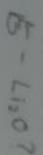
$$\nu_{\text{C}_2\text{H}_2} = 0,4 - 0,2 = 0,2 \text{ моль}$$

# черновики

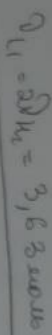




Каковы электроны - электроны?

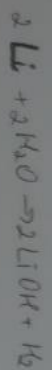


$$Q_{H_2} = \frac{P_{H_2}}{P_T} = \frac{740}{740 \cdot 101,325 \cdot 44,848} = 1,8 \text{ электроны}$$



$$P_X = 1,251 \cdot 10^{-3} \text{ моль}^3 = \frac{1,251 \cdot 10^{-3} \text{ моль}^3}{(0,104)^3} = 1,251 \frac{\text{моль}}{\text{л}}$$

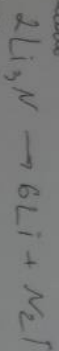
$$N_X = 1,251 \frac{\text{моль}}{\text{л}} \cdot 22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}} = 28 \text{ электроны}$$



$$P = 98,66 \text{ кПа}$$

$$Q_{H_2} = \frac{P_{H_2}}{P_T} = \frac{98,66 \cdot 44,848}{0,344 \cdot 293} = 1,810 \text{ электроны}$$

$$Q_{Li} = 3,63 \text{ электроны}$$



$$Q_{Li} = 3x + y = 3,63 \text{ электроны}$$

$$35x + 49y = 50$$

$$y = 3,63 - 3x \quad 35x + 49(3,63 - 3x) = 50$$

$$112x = 129,87$$

$$x = 1,14 \text{ электроны}$$

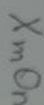
$$y = 0,2 \text{ электроны}$$

$$M_{Li_3N} = 40 \text{ г/моль}$$

$$M_{Li_3N_3} = 0,2 \cdot 49 = 9,8 \text{ г/моль}$$

## Задача 1

Атом углерода



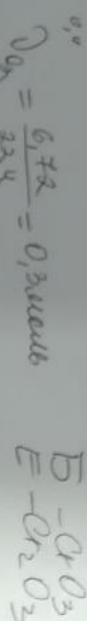
$$O(10) = 48 \text{ г/моль}$$

$$M = \frac{16n}{0,48} - 48n = \frac{16n \cdot 1,083}{m} = \frac{17,33n}{m}$$

$$n = 3, m = 1$$

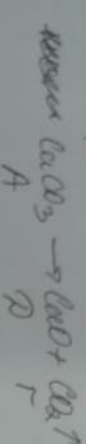
$$M(X) = 52 \text{ электроны}$$

$$\frac{O_{O_2}}{O_{O_2}} = \frac{40}{100} = 0,4 \text{ электроны}$$



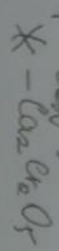
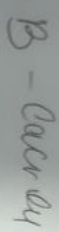
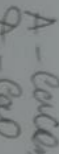
$$Q_{O_2} = \frac{6,72}{22,4} = 0,3 \text{ электроны}$$

Атом углерода



$$Q_{CaCO_3} = Q_{CO_2} = 0,4 \text{ электроны}$$

$$CaO + Cr_2O_3 = (CaCrO_4)_2 \quad m_X = 0,2 \cdot (40 + 2(52 + 32)) = 9,2 \text{ электроны}$$





Задача 2

SrNO  
Sr<sub>3</sub>N<sub>2</sub>

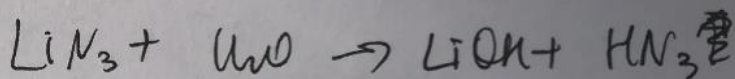
$$\rho_X = \frac{1,251 \cdot 10^{-3} \text{ г}}{\text{см}^3} = \frac{1,251 \cdot 10^{-3} \text{ г}}{10^{-3} \text{ л}} = 1,251 \frac{\text{г}}{\text{л}}$$

И.у:  $M_X = 1,251 \frac{\text{г}}{\text{л}} \cdot 22,4 \frac{\text{л}}{\text{моль}} = 28 \text{ г/моль}$

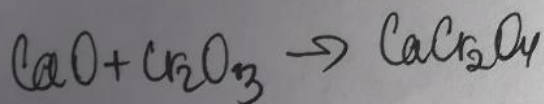
X: N<sub>2</sub> ✓ Т.к. соль.  
CO  
C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>

X - Na. Y - Li (карминово-красн. цвет).

A - LiN<sub>3</sub>, B - Li<sub>3</sub>N. и кепер. остаток  
D 0,2 моль.



HN<sub>3</sub>



Задача 3

$C_8H_{18}$

$C_7H_{16}$

$\Delta H(C_8H_{18}) = -20 \frac{\text{kJ}}{\text{mole}}$

натуральные газы углеводороды  
поблизости, температура  $T$ .

~~$2C_8H_{18} + 15O_2 \rightarrow 16CO_2 + 18H_2O$~~

(10)  $C_7H_{16} + 11O_2 \rightarrow 7CO_2 + 8H_2O$  (1)  $\rho(C_7H_{16}) = 0,684 \frac{\text{г}}{\text{мл}}$

(11)  $2C_8H_{18} + 25O_2 \rightarrow 16CO_2 + 18H_2O$  (2)  $\rho(C_8H_{18}) = 0,69 \frac{\text{г}}{\text{мл}}$

масса бензина:

$\rho_{\text{бензина}} = x\rho(C_8H_{18}) + y\rho(C_7H_{16})$

$m_{\text{бензина}} = V\rho_{\text{бензина}}$

$\Delta_r H^\circ(1) = 8 \cdot (-285,8) + 9 \cdot (-393,5) -$

$- (-224) = 4816,9 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} \Rightarrow Q = \dots$

$\Delta_r H^\circ(2) = 18 \cdot (-285,8) + 16 \cdot (-393,5) - (-208) =$

$= -11024,4 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}} \Rightarrow Q = \dots$

$Q_{\text{бензина}} = \frac{m_{\text{бензина}}}{M_{\text{бензина}}} = \frac{m_{\text{бензина}}}{4(C_8H_{18}) + 4(C_7H_{16})}$

~~Решение~~

$\rho_{\text{бензина}} = 0,69x + 0,684y$

$m_{\text{бензина}} = 100 \text{ г} \cdot (0,69x + 0,684y) = 69x + 68,4y$

$10 \quad 62,5 \quad 5-0,6+10 \cdot 0,14 = 3+4=7$

$M_{\text{бензина}} = \frac{m_{\text{бензина}}}{n_{\text{бензина}}}$

$Q_{\text{бензина}} = 0 \text{ г} \cdot x + 0 \text{ г} \cdot y = \frac{69x}{114} + \frac{68,4y}{100} =$

$= 0,605x + 0,684y$

$\Delta_r H = 3333,8 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$

$= 4816,9 \cdot 0,684y + 11024,4 \cdot 0,605x =$

$3294,46y + 6669,8x = 3333,8$

$\begin{cases} x+y=1 \Rightarrow y=1-x \\ 3294,46(1-x) + 6669,8x = 3333,8 \end{cases}$

$3294,46 - 3294,46x + 6669,8x = 3333,8$

$x = 0,01157$

$y = 0,98843$

# Часть 2

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

Шифр: **21300441**

ID профиля: **854243**

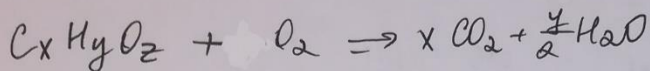
Вариант 2

# ЧИСТОВИКИ

# Олимпиада. Часть 2.

## Задача 4

Т.к. при сгорании образуется только  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ , то А содержит C, H, O либо C, H.

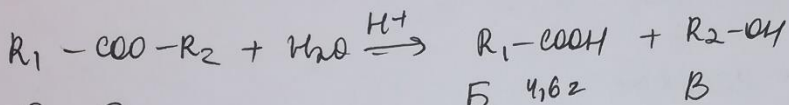


$$\nu_{\text{CO}_2} = \frac{10,22}{23,4 \text{ г/моль}} = 0,437 \text{ моль}, \quad \nu_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{9 \text{ мм} \cdot 17 \text{ мм}}{18 \text{ г/моль}} = 0,5 \text{ моль} \Rightarrow \nu_{\text{H}} = 2\nu_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \text{ моль}.$$

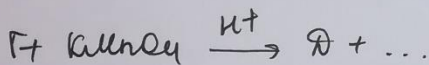
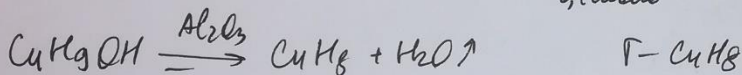
$$y = 2x \quad \text{А} - \text{C}_x\text{H}_{2x}\text{O}_z \quad M_{\text{A}} = \frac{m_{\text{A}}}{\nu_{\text{A}}} = \frac{10,22}{\frac{\nu_{\text{CO}_2}}{x}} = \frac{x \cdot 10,22}{0,5 \text{ моль}} = x \cdot 20,4 \text{ г/моль}.$$

$$x = 5: M_{\text{A}} = 102 \text{ г/моль}$$

$$z = (102 - 60 - 10) / 16 = 2 \quad \text{А} - \text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_2.$$



$$\nu_{\text{A}} = \nu_{\text{B}} = 0,1 \text{ моль} \Rightarrow M(\text{B}) = \frac{4,62}{0,1 \text{ моль}} = 46,2 \text{ г/моль} \Rightarrow \text{Б} - \text{HCOOH}, \text{В} - \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$$

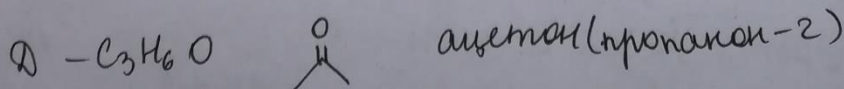
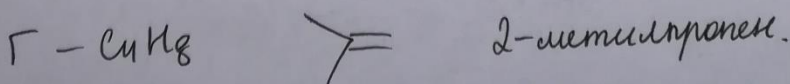
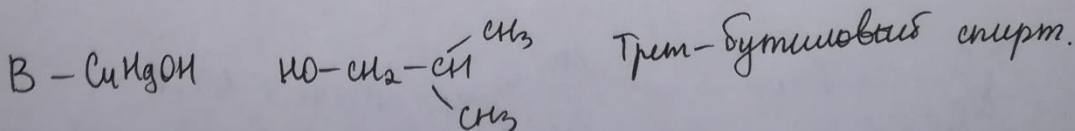
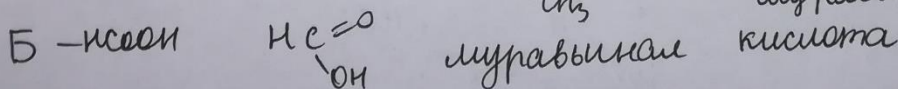
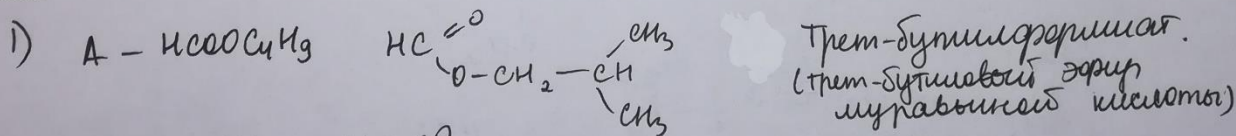


$$\text{Кетон Д: } \text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O} \quad w_{\text{O}} = \frac{16}{16 + 14n} = 0,2759$$

$$58 = 16 + 14n \Rightarrow n = 3.$$

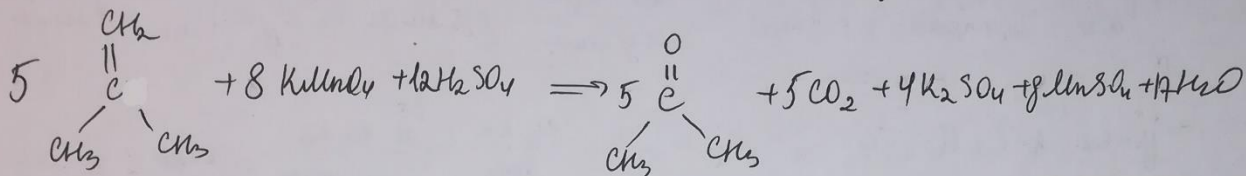
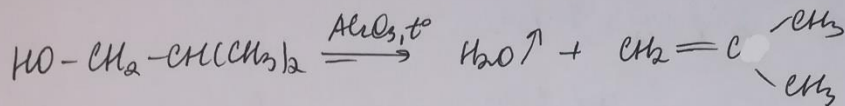
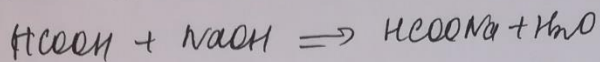
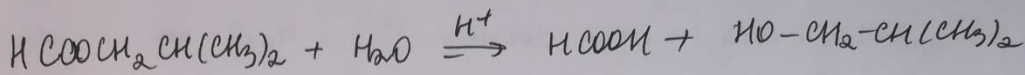
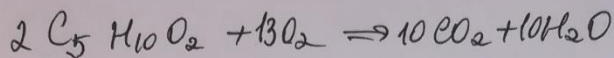


Итого:

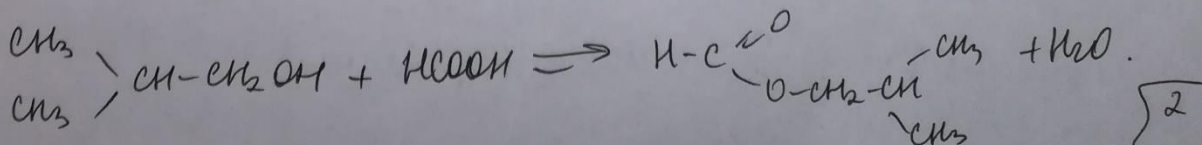
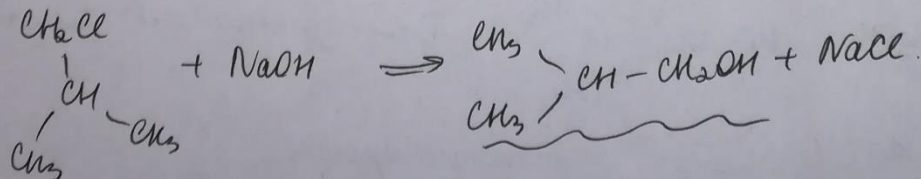
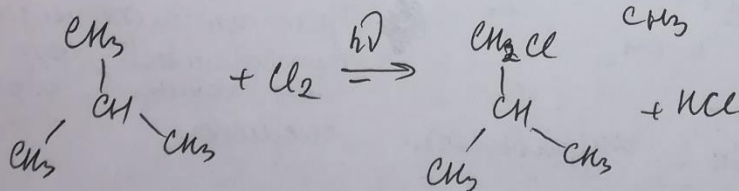
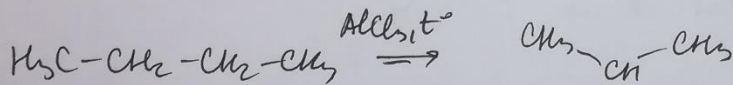
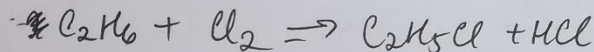
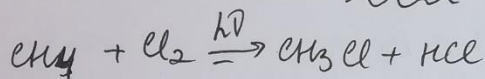
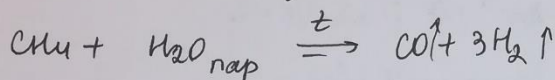




2) Уравнения реакций:



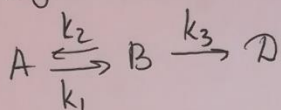
3) Схема синтеза А из метана:



2



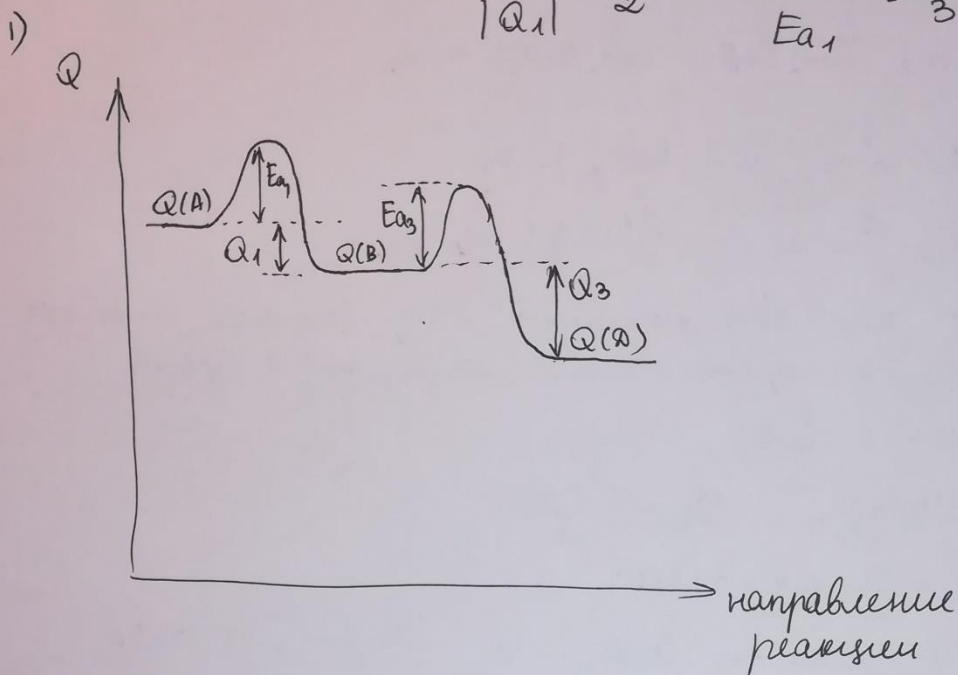
### Задача 5



$$k_1 = k_3 \Rightarrow E_{a1} = E_{a3}$$

$$\frac{Q_3}{|Q_1|} = \frac{3}{2}$$

$$\frac{|Q_1|}{E_{a1}} = \frac{2}{3}$$



$$2) Q_{\text{общ}} = Q_1 + Q_3$$

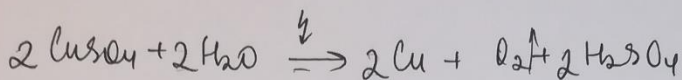
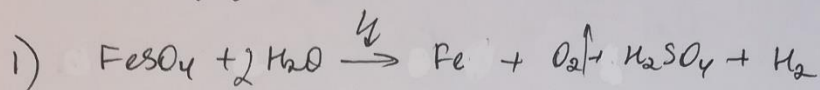
$$Q_1 < 0, \text{ но } \frac{Q_3}{|Q_1|} = \frac{3}{2} \Rightarrow Q_3 > |Q_1| \Rightarrow Q_{\text{общ}} > 0$$

~~Процесс~~ Процесс экзотермический.

Задача 6

$$\nu_{\text{FeSO}_4} = \frac{60,8}{152} = 0,4 \text{ моль}, \quad \nu_{\text{CuSO}_4} = \frac{62}{160} = 0,4 \text{ моль}$$

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



Опираемся на ряд электрохимических напряжений металлов, последовательность протекания электролиза будет такая:  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{CoSO}_4$ ,  $\text{FeSO}_4$

2) По 3-му Фарадее  $Q(t) = \frac{I \cdot t}{nF}$

$$t = 10 \times 43 \text{ мин} = 643 \text{ мин} = 38580 \text{ с.}$$

Время, необх. на э-лиз  $\text{CuSO}_4$ :  $t = \frac{\nu_{\text{Cu}} \cdot nF}{I} = 25733,3 \text{ с.}$

Оставшееся время:  $\tau = 12846,7 \text{ с.}$

$$\nu_{\text{Co}} = \frac{3A \cdot 12846,7 \text{ с}}{2 \cdot 96500 \text{ Кл/моль}} = 0,2 \text{ моль} = \nu_{\text{CoSO}_4} \text{ реак.}$$

После электролиза в р-ре содержится:  $\text{CoSO}_4$ ,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$

$$\nu_{\text{CuSO}_4} = 0,4 - 0,2 = 0,2 \text{ моль}, \quad \nu_{\text{FeSO}_4} = 0,4 \text{ моль}, \quad \nu_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 0,4 + 0,2 = 0,6 \text{ моль.}$$

3) Чтобы в р-ре осталась только серная к-та, нужно провести электролиз р-ра 0,2 моль  $\text{CoSO}_4$  и 0,4 моль  $\text{FeSO}_4$ .

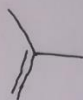
$$\Delta t = \frac{\nu_{\text{Co}} \cdot 2F}{I} + \frac{\nu_{\text{Fe}} \cdot 2F}{I} = \frac{2F}{I} (\nu_{\text{Co}} + \nu_{\text{Fe}}) = \frac{2F}{I} (\nu_{\text{CoSO}_4} + \nu_{\text{FeSO}_4}) = 38600 \text{ с} = 643,3 \text{ мин.}$$

4) После электролиза в р-ре содержится ~~0,4 моль  $\text{H}_2\text{SO}_4$~~  0,6 моль  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 0,2 моль  $\text{CoSO}_4$  и 0,4 моль  $\text{FeSO}_4$ .

# Черновики

~~2000000000~~

Кислота D  
Тетрамер. about ...  
36,36 ?

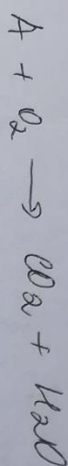


$$C_n H_{2n} O_n$$

$$\frac{32}{32 \times 14n} \approx 0,96$$



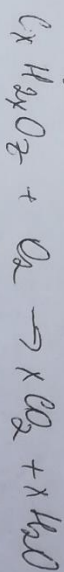
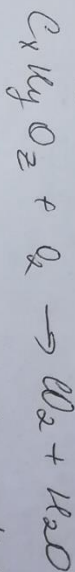
Задача 4



A compound  $C_5 H_{10} O$  with  $C, H$ .

$\text{CO}_2 = \frac{44,2}{22,4} = 0,5 \text{ moles}$       $\text{H}_2O = \frac{9m \cdot 18 / m}{18 \text{ grams}} = 0,5 \text{ moles}$

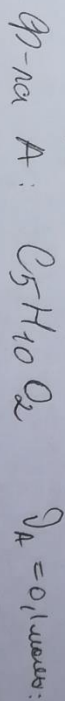
$\text{CO}_2 = 1 \text{ mole}$



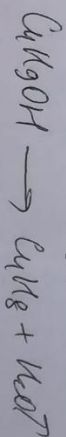
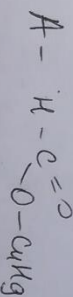
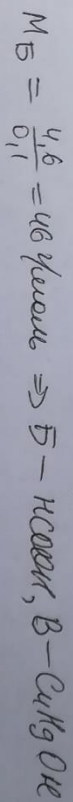
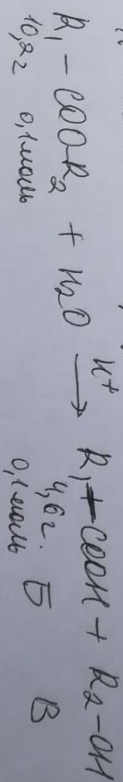
$M(A) = \frac{m(A)}{V(A)} = \frac{m(A)}{\frac{V_{CO_2}}{x}} = \frac{x \cdot m(A)}{V_{CO_2}} = \frac{x \cdot 10,82}{0,5 \text{ moles}} = 20,4 \times \frac{x}{\text{moles}}$

$x = 5: M(A) = 102 \text{ grams}$

$102 = 12 \cdot 5 + 1 \cdot 10 + 16 \cdot 2 \Rightarrow z = 2$



A - compound. 300000



$C_n H_{2n} O$   
 $\frac{w_O}{w_C} = \frac{16}{16 + 14n} = 0,2459$   
 $SE = 16 + 14n$   
 $92 = 14n$   
 $n = 7$