# Часть 1

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

Шифр: **21300079**

ID профиля: **861693**

Вариант 2

листовик

Задача 1

При разложении Б выделяется $\frac{6,72\ л}{22,4\ л/моль} = 0,3$ моль $O_2$

$(m(O_2) = 0,3\ моль \cdot 32\ г/моль = 9,6\ г) \Rightarrow m(E) = 40\ г - 9,6\ г = 30,4\ г$

$m(ж) = m(Д) + m(E) \Rightarrow m(Д) = 52,8\ г - 30,4\ г = 22,4\ г$

$\Rightarrow m(Г) = 40\ г - 22,4\ г = 17,6\ г$, $n(Г) = \frac{8,96\ л}{22,4\ л/моль} = 0,4$ моль $\Rightarrow$

$M(Г) = \frac{17,6\ г}{0,4\ моль} = 44\ г/моль \Rightarrow Г - CO_2$

Более вероятно, что А – карбонат $Me_2(CO_3)_n$, где $n$ – степень окисления Ме

$\omega(O\ в\ Me_2(CO_3)_n) = \frac{48n}{2M(Me) + 12n + 48n} = 0,48$

$48n = 0,96M(Me) + 28,8n$

$M(Me) = 20n$, при $n = 2$ $M(Me) = 40$ г/моль $\Rightarrow$

$Me - Ca \Rightarrow A - CaCO_3$, $Д - CaO$

$M(CaCO_3) = 100$ г/моль $\Rightarrow M(Б) = 100$ г/моль, при этом Б содержит 3 атома О

В – ярко-жёлтого цвета $\Rightarrow$ более вероятно, что В – хромат

$\Rightarrow Б - CrO_3$ $(M(CrO_3) = 100$ г/моль, $\omega(O) = 48\%) \Rightarrow$

$В - CaCrO_4$

$CrO_3$ разлагается на $Cr_2O_3$ и $O_2$ $\Rightarrow E - Cr_2O_3$

$$\underset{0,4\ моль}{\overset{40\ г}{2CrO_3}} \xrightarrow{t^\circ} \underset{0,2\ моль}{Cr_2O_3} + \underset{0,3\ моль}{\frac{3}{2}O_2}$$

При сплавлении CaO и $Cr_2O_3$ образуется $Ca(CrO_2)_2$ – ж

Ответ: 1) А – $CaCO_3$ Б – $CrO_3$ В – $CaCrO_4$ (чистовик)

Г – $CO_2$ Д – $CaO$ Е – $Cr_2O_3$

Ж – $Ca(CrO_2)_2$

2) 1) $CaCO_3 + CrO_3 \xrightarrow{t^\circ} CaCrO_4 + CO_2$

2) $CaCO_3 \xrightarrow{t^\circ} CO_2\uparrow + CaO$

3) $4CrO_3 \xrightarrow{t^\circ} 2Cr_2O_3 + 3O_2\uparrow$

4) $CaO + Cr_2O_3 \xrightarrow{t^\circ} Ca(CrO_2)_2$

Задача 2

Окрашивание пламени в карминово-красный цвет наводит на мысль о том, что в состав А входит Li. Т.к. Б – бинарное соединение, А – соль, А и Б имеют одинаковое число атомов А – $LiN_3$, Б – $Li_3N$

$2LiN_3 \xrightarrow{t^\circ} 2Li + 3N_2$ $\quad 6Li + N_2 \rightarrow 2Li_3N$

$2Li_3N \xrightarrow{t^\circ} 6Li + N_2$, т.к. Х имеет маленькую плотность

Х – $N_2$ $\quad$ У – $Li$

По уравнению $\frac{PV}{T} = \frac{P_0V_0}{T_0}$ рассчитаем объём водяного $H_2$ на нормальное условие

$\frac{740 \cdot 44,848}{293} = \frac{765 \cdot V_0}{273}$ $\quad V_0 = \frac{740 \cdot 44,848 \cdot 273}{293 \cdot 765} = 40,42\,л \Rightarrow$

$n(H_2) = \frac{40,42\,л}{22,4\,л/моль} = 1,8$ моль $\Rightarrow$ $n(Li) = 2n(H_2) = 3,6$ моль

Пусть $n(LiN_3) = x$ моль $\quad n(Li_3N) = y$ моль $\Rightarrow$

$\begin{cases} x + 3y = 3,6 \\ 49x + 35y = 50 \end{cases}$ $\quad x = 3,6 - 3y$ $\quad (m(LiN_3) = 49x_2,\ m(Li_3N) = 35y_2)$

чистовик

$176,4 - 147y + 35y = 50$

$y = 1,13 \qquad x = 0,21 \Rightarrow$

$n(LiN_3) = 1,13$ моль $\qquad n(Li_3N) = 0,21$ моль

$m(LiN_3) = 10,29$ г $\qquad m(Li_3N) = 39,55$ г

$\omega(LiN_3) = \frac{10,29\text{ г}}{49,84\text{ г}} \cdot 100\% = 20,65\% \Rightarrow$

$\omega(Li_3N) = 100\% - 20,65\% = 79,35\%$

Ответ: 1) А – $LiN_3$ Б – $Li_3N$

X – $N_2$ Y – $Li$

2) $\omega(LiN_3) = 20,65\%$ $\omega(Li_3N) = 79,35\%$

3) $LiN_3 + H_2O \rightleftarrows Li^+ +$

Задача 3

1) Пусть $V(C_8H_{18}) = x$ мл, $V(C_7H_{16}) = y$ мл $\Rightarrow$

$m(C_8H_{18}) = 0,69x$ г $\qquad m(C_7H_{16}) = 0,684y$ г

$M(C_8H_{18}) = 114$ г/моль $\qquad M(C_7H_{16}) = 100$ г/моль $\Rightarrow$

$n(C_8H_{18}) = \frac{0,69x}{114}$ моль $\qquad n(C_7H_{16}) = \frac{0,684y}{100}$ моль

$C_8H_{18} + C_7H_{16} \xrightarrow{O_2} CO_2 + H_2O$

$n(CO_2) = \frac{0,69x}{114} \cdot 8 + \frac{0,684y}{100} \cdot 7$

$n(H_2O) = \frac{0,69x}{114} \cdot 9 + \frac{0,684y}{100} \cdot 8$

чистовик.

$$Q(\text{реакции горения}) = \left(\frac{0,69x}{114}\cdot 8 + \frac{0,684y}{100}\right) Q_{обр}(CO_2) + \left(\frac{0,69x}{114}\cdot 9 + \frac{0,684y}{100}\cdot 8\right) \cdot$$

$$\cdot Q_{обр}(H_2O) - \frac{0,69x}{114}\cdot Q_{обр}(C_8H_{18}) - \frac{0,684y}{100}\cdot Q_{обр}(C_7H_{16}) =$$

$$= \left(\frac{0,69x}{114}\cdot 8 + \frac{0,684y}{100}\cdot 7\right)\cdot 393,5 + \left(\frac{0,69x}{114}\cdot 9 + \frac{0,684y}{100}\cdot 8\right)\cdot 285,8 -$$

$$- \frac{0,69x}{114}\cdot 208 - \frac{0,684y}{100}\cdot 224 = 33,36x + 32,95y = 3333,8 \text{ кДж}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} x + y = 100 \\ 33,36x + 32,95y = 3333,8 \end{cases} \qquad y = 100 - x$$

$$33,36x + 3295 + 32,95x = 3333,8$$

$$0,41x = 38,8$$

$$x = 94,63 \qquad y = 5,37 \Rightarrow$$

$V(C_8H_{18}) = 94,63$ мл $\qquad V(C_7H_{16}) = 5,37$ мл $\Rightarrow$

октановое число бензина $= 94,63$

2) Если 0,1 л горит с образованием 3333,8 кДж теплоты, то при горении 40 л образуется 1333520 кДж теплоты

Т.к. 1 моль $H_2$ горит с образованием 285,8 кДж, то для получения 1333520 кДж необходимо 4665,92 моль $H_2$

$\Rightarrow V(H_2) = 4665,92 \text{ моль} \cdot 22,4 \text{ л/моль} = 104516,6$ л

3) $m(40\text{л бенз}) = 40 \cdot 0,9463 \cdot 0,69 + 40 \cdot 0,0537 \cdot 0,684 =$

$= 27,587$ кг

По урави. Менделеева - Клайперона $n(H_2)$ в баллоне:

$$n = \frac{19,6 \cdot 10^3 \cdot 40}{8,314 \cdot 298} = 316,44 \text{ моль}$$, а это меньше, чем необходимо для получения того же теплового эффекта, что и у 40 л бензина, а масса больше $\Rightarrow$ это не целесообразно

I

4

чистовик.

Ответ: 1) окт. число = 94,63

2) $V(H_2)$ = 104516,6 л

3) не целесообразно

(5)

(0)

# Часть 2

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

Шифр: **21300079**

ID профиля: **861693**

Вариант 2

чистовик

## Задача 4

$n(CO_2) = \frac{11{,}2\ л}{22{,}4\ л/моль} = 0{,}5$ моль $\Rightarrow$ $n(C) = 0{,}5$ моль

$m(H_2O) = 9$ г $\quad n(H_2O) = \frac{9\ г}{18\ г/моль} = 0{,}5$ моль $\Rightarrow$ $n(H) = 1$ моль

$m(O) = 10{,}2\ г - 0{,}5 \cdot 12 - 1 = 3{,}2$ г

$n(O) = \frac{3{,}2\ г}{16\ г/моль} = 0{,}2$ моль

$n(C) : n(H) : n(O) = 0{,}5 : 1 : 0{,}2 = 5 : 10 : 2$

По описанным свойствам А можно догадаться, что А - сложный эфир $\Rightarrow$ А имеет брутто-формулу $C_5H_{10}O_2$

На титрование Б уходит 0,05 л NaOH

$n(NaOH) = 0{,}05\ л \cdot 2\ моль/л = 0{,}1$ моль $\Rightarrow$

$n(Б) = 0{,}1$ моль $\quad m(Б) = 4{,}6$ г $\Rightarrow$

$M(Б) = \frac{4{,}6\ г}{0{,}1\ моль} = 46\ г/моль$ $\Rightarrow$ Б - $H-C(=O)-OH$ $\Rightarrow$

В имеет брутто-формулу $C_4H_9OH$

$\omega(O\ в\ D) = \frac{16}{M(D)} = 0{,}2759$ $\Rightarrow$ $M(D) = 58$ г/моль

$\Rightarrow$ D - ацетон $CH_3-C(=O)-CH_3$ $\Rightarrow$

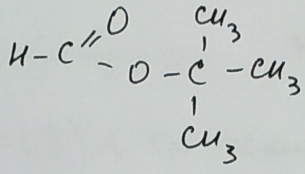
Г имеет 4 атома С $\Rightarrow$ Г - $CH_3-C(CH_3)=CH_2$

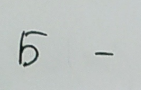
$\Rightarrow$ В - $CH_3-C(CH_3)(OH)-CH_3$ $\Rightarrow$

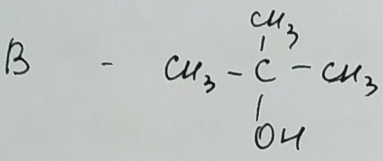
А - $H-C(=O)-O-C(CH_3)_2-CH_3$

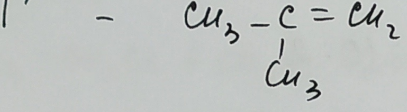
(6)

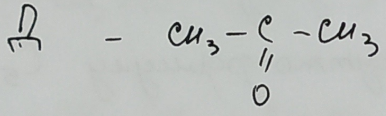
листовик

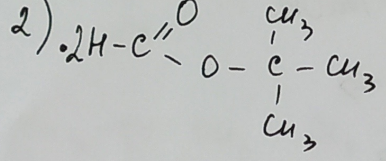
Ответ: 1) А –  2-метилпропил-2-формиат

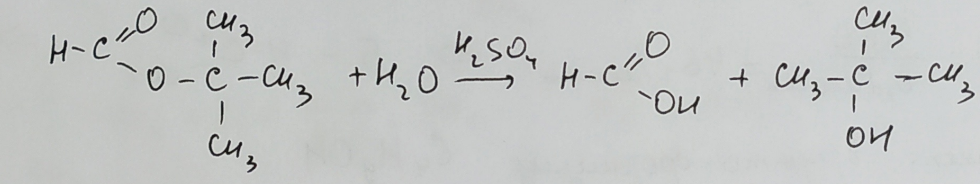
Б –  муравьиная кислота

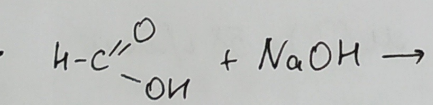
В –  2-метилпропанол-2

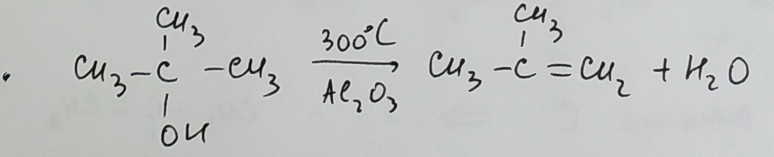
Г –  2-метилпропен-1

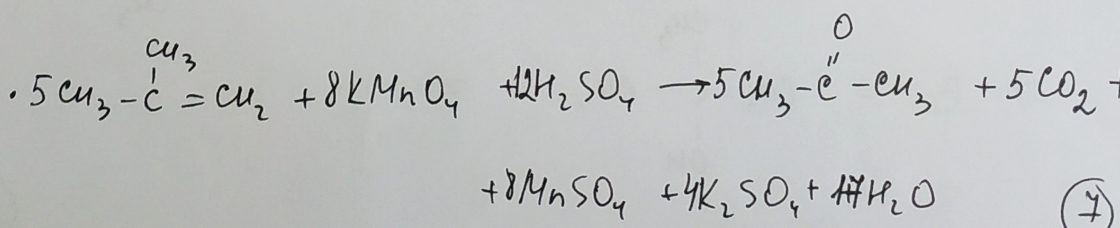
Д –  ацетон (пропанон-2)

2) 









(7)

чистовик

3) $CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} CH_3Cl + HCl$

$CH_3Cl + KOH \xrightarrow[H_2O]{} CH_3OH + KCl$

$5CH_3OH + 6KMnO_4 + 9H_2SO_4 \rightarrow H\text{-}C(=O)\text{-}OH + 6MnSO_4 + 3K_2SO_4 + 14H_2O$

$CH_4 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} CH_3Cl + HCl$

$2CH_3Cl + 2Na \rightarrow CH_3\text{-}CH_3 + 2NaCl$

$CH_3\text{-}CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} CH_3\text{-}CH_2Cl + HCl$

$CH_3\text{-}CH_2Cl + CH_3Cl + 2Na \rightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_3 + 2NaCl$

$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} CH_3\text{-}CH(Cl)\text{-}CH_3 + HCl$

$CH_3\text{-}CH(Cl)\text{-}CH_3 + CH_3Cl + 2Na \rightarrow CH_3\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_3 + 2NaCl$

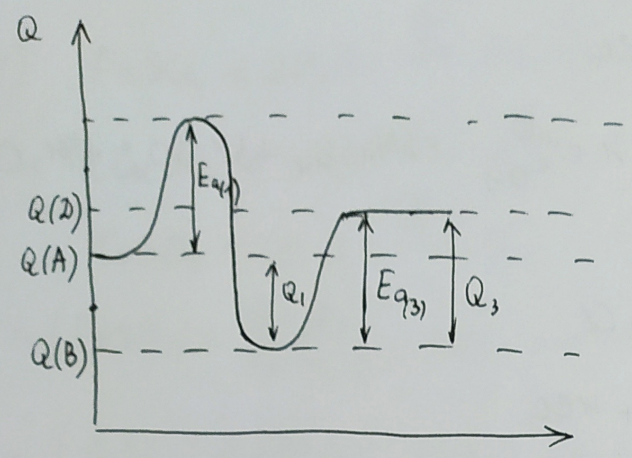
$CH_3\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_3 + Cl_2 \xrightarrow{h\nu} CH_3\text{-}C(Cl)(CH_3)\text{-}CH_3 + HCl$

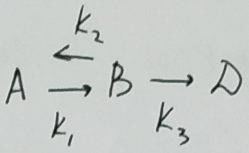
$CH_3\text{-}C(Cl)(CH_3)\text{-}CH_3 + KOH \xrightarrow[H_2O]{} CH_3\text{-}C(OH)(CH_3)\text{-}CH_3 + KCl$

$CH_3\text{-}C(OH)(CH_3)\text{-}CH_3 + H\text{-}C(=O)\text{-}OH \xrightarrow{H_2SO_4} H\text{-}C(=O)\text{-}O\text{-}C(CH_3)_2\text{-}CH_3 + H_2O$

гистовых

Задача 5.

1) 


Т.к. $k_1 = k_3$, $E_{a(1)} = E_{a(3)}$

Пусть $Q(\text{р-ция } 1) = x \Rightarrow E_{a(1)} = \frac{3}{2}x$

$Q(\text{р-ция } 3) = 1{,}5x = \frac{3}{2}x \Rightarrow E_{a(1)} = Q_3 = E_{a(3)}$

2) Тепловой эффект реакции $A \to D$ будет экзотермическим, т.к. $\Delta Q_3 > \Delta Q_1$ в 1,5 раза

3) $E_{a(2)}(A \leftarrow B) = E_{a(1)}(A \to B) + Q_1 = \frac{3}{2}x + x = \frac{5}{2}x \Rightarrow$

$$\frac{E_{a(1)}}{E_{a(2)}} = \frac{\frac{3}{2}x}{\frac{5}{2}x} = \frac{3}{5}$$

$$k_1 = A \cdot e^{\frac{-\frac{3}{2}x}{RT}} \qquad k_2 = A \cdot e^{\frac{-\frac{5}{2}x}{RT}}$$

$$\frac{k_2}{k_1} = \frac{e^{\frac{-\frac{5}{2}x}{RT}}}{e^{\frac{-\frac{3}{2}x}{RT}}} = e^{\left(\frac{-\frac{5}{2}x}{RT} - \frac{-\frac{3}{2}x}{RT}\right)} = e^{\frac{-\frac{5}{2}x + \frac{3}{2}x}{RT}} = e^{\frac{-x}{RT}}$$

чистовик

## Задача 6

1) $FeSO_4 + 2H_2O \xrightarrow{\downarrow} Fe + H_2 + O_2 + H_2SO_4$

$2CuSO_4 + 2H_2O \xrightarrow{\downarrow} 2Cu + O_2 + 2H_2SO_4$

$CoSO_4 + 2H_2O \xrightarrow{\downarrow} Co + H_2 + O_2 + H_2SO_4$

$n(FeSO_4) = \frac{60,8г}{56+32+64} = 0,4$ моль

$n(CuSO_4) = \frac{64г}{64+32+64} = 0,4$ моль

$n(CoSO_4) = \frac{62г}{59+32+64} = 0,4$ моль

Сначала будет происходить электролиз $CuSO_4$, затем $CoSO_4$, затем $FeSO_4$, т.к. в ряду напряжений металлов расположены в порядке: Fe Co Cu $\xrightarrow{\text{активн. уменьшается}}$

2) $t = 10г\,43мин = 38580$ сек

$I = 3A \Rightarrow$

кол-во электричества $V = t \cdot I = 115746$ Кл

$n = \frac{V}{F} = \frac{115746 Кл}{96500 Кл/моль} = 1,2$ моль $\Rightarrow$ прошло 1,2 моль электронов

(F – пост. Фарадея)

· для электролиза $CuSO_4$ необходимо $0,4$ моль $\cdot 2 = 0,8$ моль электронов $\Rightarrow$ процесс прошёл до конца

· для электролиза $CoSO_4$ необходимо $0,4$ моль $\cdot 4 = 1,6$ моль электронов $\Rightarrow$ процесс прошёл на $\frac{1}{4}$, т.к. после электролиза $CuSO_4$ осталось $0,4$ моль электронов

· электролиз $FeSO_4$ не происходит

чистовик

$\Rightarrow$ в растворе 0,4 моль + 0,1 моль = 0,5 моль $H_2SO_4$, 0,3 моль $CoSO_4$, 0,4 моль $FeSO_4$

3) чтобы в растворе содержалось только 1 в-во ($H_2SO_4$) необходимо ещё 1,2 моль + 1,6 моль = 2,8 моль электронов

$\Rightarrow$ $V = nF = 2{,}8 \cdot 96500 = 270200$ Кл

$$t = \frac{V}{I} = \frac{270200\ Кл}{3\ А} = 90067\ сек = 1501{,}12\ мин$$

Ответ: 2) 0,5 моль $H_2SO_4$; 0,3 моль $CoSO_4$; 0,4 моль $FeSO_4$

3) время необходимо увеличить на 1501,12 мин