Часть 1

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

Шифр: **21301053**

ID профиля: **802156**

Вариант 2

ЗАДАЧА 1

ЧИСТОВИК

Схема 3: $5 \xrightarrow{t} E + O_2$

$4O_2 \rightarrow 6{,}72\text{л} = 0{,}3\text{моль}$

Схема 2: $A \xrightarrow{t} Д + Г\uparrow$

$4O_2$ $\quad$ $8{,}96\text{л} = 0{,}4\text{моль}$

Скорее всего, А и Б — оксиды вида $Э_nO_y$; Пусть $x = M(Э)$:

1) Э – II-валент. ($ЭO$)

$\frac{16}{x+16} = \frac{48}{100}$

$x = 17{,}3 \rightarrow \varnothing$

2) Э – I-валент. ($Э_2O$)

$\frac{16}{2x+16} = \frac{48}{100}$

$x = 8{,}6 \rightarrow \varnothing$

3) Э – III валент. ($Э_2O_3$)

$\frac{16 \cdot 3}{2x+16 \cdot 3} = \frac{48}{100}$

$x = 26 \rightarrow \varnothing$

4) Э – IV – валент. ($ЭO_2$)

$\frac{16 \cdot 2}{x+16 \cdot 2} = \frac{48}{100}$

$x = 34{,}6 \rightarrow \varnothing$

5) Э – V валент. ($Э_2O_5$)

$\frac{16 \cdot 5}{2x+16 \cdot 5} = \frac{48}{100}$

$x = 43{,}3 \rightarrow \varnothing$

6) Э – VI валент. ($ЭO_3$)

$\frac{16 \cdot 3}{x+16 \cdot 3} = \frac{48}{100}$

$x = 52$, это Cr

Э – это Cr $\Rightarrow$ Cr_2O_3 – это Б, т.к. он разлагается с выделением O_2

$M(CrO_3) = 100 \frac{г}{моль} = M(A)$

Схема 3:

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

Б $\quad$ E

$4O_2 = 0{,}4\text{моль}$ $\quad$ $0{,}3\text{моль} = 6{,}72\text{л}$

это соответствует условию

Т.к. $M(A) = 100 \frac{г}{моль}$ и $\omega(O)$ в $A = 48\%$, то

$m(O)$ в $A = 100 \cdot 0{,}48 = 48г \Rightarrow$ $n(O)$ в $A = 3$ и $m(\text{остаток}) = 52г$

⇓

это не может быть оксидом, т.к. не подошел ни один, кроме CrO_3, в расчете выше, значит, это соль $\Rightarrow$ A – это $CaCO_3$

$n(O) = 3$, $M(CaCO_3) = 100 \frac{г}{моль} \Rightarrow$ подходит

Схема 2:

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

A $\quad$ Д $\quad$ Г

$4O_2 = 0{,}4\text{моль}$ $\quad$ $0{,}4\text{моль} = 8{,}96\text{л}$

, что соответствует условию

1

II

ЗАДАЧА 1

ИСТОВИК

(2)

Схема 1:

$\underbrace{CaCO_3}_{A} + 2\underbrace{CrO_3}_{Б} \xrightarrow{t^\circ} \underbrace{CaCr_2O_7}_{В} + \underbrace{CO_2\uparrow}_{Г}$

Схема 4:

$\underbrace{CaO}_{Д} + \underbrace{Cr_2O_3}_{Е} \xrightarrow{t^\circ} \underbrace{Ca_xCr_2O_4}_{*}$

из схемы 2 $n(CaO) = n(CaCO_3) = 0{,}4$ моль

из схемы 3 $n(Cr_2O_3) = \frac{1}{2} n(CrO_3) = \frac{1}{2} \cdot 0{,}4$ моль $= 0{,}2$ моль

Предположим, что в реакции схемы 4 $n(CaO) = n(Cr_2O_3)$, то израсходуется весь Cr_2O_3, т.к. он в недостатке, а CaO останется, тогда

$n(CaO)_{реак.} = n(Cr_2O_3) = 0{,}2$ моль $= n(CaCr_2O_4) \Rightarrow m(CaCr_2O_4) = 41{,}6$ г,

тогда $n(Ca_2Cr_2O_5) = 0{,}2$ моль $\Rightarrow m(Ca_2Cr_2O_5) = 52{,}8$ г $\Rightarrow$ подходит

РЕШЕНИЕ:

1) А – $CaCO_3$ Г – CO_2
Б – CrO_3 Д – CaO
В – $CaCr_2O_7$ Е – Cr_2O_3
* – $CaCr_2O_4$

2) $CaCO_3 + 2CrO_3 \xrightarrow{t^\circ} CaCr_2O_7$

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

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

$CaO + Cr_2O_3 \rightarrow Ca_2Cr_2O_5$

(*) также присутствует непрореагировавший CaO, $n(CaO) = 0{,}4 - 0{,}2 = 0{,}2$ моль, $m(CaO_{ост.}) = 56 \frac{г}{моль} \cdot 0{,}2 = 11{,}2$ г $\Rightarrow$ итого, суммарно твердый остаток весит $11{,}2 + 41{,}6 = 52{,}8$ г, что соответствует условию.

ЗАДАЧА 2

ШКОЛЬНИК

3

$M = \rho V = 1{,}251 \cdot 10^{-3} \frac{г}{см^3} \cdot 22{,}4 \cdot 10^3 см^3 = 28 \frac{г}{моль} = M(X)$

X – либо N_2, либо CO, либо C_2H_2; вероятнее всего, это N_2

А и Б – вещества состава Me_xN_y

горение красным пламенем – скорее всего Li

1) А – LiN_3 X – N_2

Б – Li_3N У – Li

$2LiN_3 \xrightarrow{t^o} 2Li + 3N_2$

$6Li + N_2 \rightarrow 2Li_3N$

$2Li_3N \xrightarrow{t^o} 6Li + N_2$

3) $2LiN_3 + 4H_2O \rightarrow 2LiOH + 3N_2 + H_2$

$Li_3N + 6H_2O \rightarrow 3LiOH + NH_3 \cdot H_2O$

pH > 7, т.к. это щелочные растворы:

LiOH – щелочь

$NH_3 \cdot H_2O$ – слабое основание

2) $\omega(LiN_3) =$

$n(H_2) = \frac{44{,}848 л}{22{,}4 \frac{л}{моль}} = 2$ моль $\Rightarrow$ по ур. реак.

4

ЗАДАЧА 3

ЧИСТОВИК

1) k = октановое число.

(Я думаю, что тут перечеркнуто, не должно быть перечеркнуто, это тоже часть решения)

$$k = \frac{\chi(\text{изооктан})}{} = \frac{V(\text{изооктан})}{V(\text{изооктан} + \text{н-гептан})} = \frac{M(\text{изоокт.})}{\rho(\text{изоокт.})} =$$

$$= \frac{\frac{114\ \frac{г}{моль}}{0{,}690\ \frac{г}{см^3}}}{\frac{1}{2}\cdot\frac{114}{0{,}690} + \frac{1}{2}\cdot\frac{100}{0{,}684}} = \frac{165{,}217}{165{,}217 + 146{,}199} = \boxed{0{,}53}$$

$$= \frac{M_{изоокт.}}{\rho(\text{изоокт.})} \cdot \frac{1}{2} + \frac{1}{2}\cdot\frac{M_{гепт.}}{\rho_{гепт.}}$$

при образовании смеси, состоящей из 1 моль изооктана, гептана, CO_2 и H_2O (каждого по 1 моль), выделяется 1111,3 кДж, а при сгорании 100 мл бензина вид. 3333,8 кДж $\Rightarrow$ чтобы получить данную смесь, надо сжечь 300 мл бензина, а значит, смесь изооктана и гептана действительно 1:1 (модельная)

2)

0,1 л — 3333,8 кДж

40 л — x кДж

$$x = \frac{3333{,}8 \cdot 40}{0{,}1} = 1333520 \text{ кДж}$$

1 моль H_2 — 285,8 кДж

y моль H_2 — 1333520 кДж

$y = 4666$ моль

$$V(H_2) = n(H_2) \cdot 22{,}4\ \frac{л}{моль} = 4666 \text{ моль} \cdot 22{,}4\ \frac{л}{моль} = \boxed{104518{,}4 \text{ л}}$$

3) $\frac{pV}{T} = const$

$pV = \frac{m}{M}RT$

$19{,}6 \cdot 10^3 \text{ кПа} \cdot \frac{2}{M} = \frac{2}{M} \cdot 10^{-}$

$$\frac{19{,}6 \cdot 10^3 \text{ кПа} \cdot 0{,}04 \text{ м}^3}{298 \text{ К}} = 2{,}631 = const \Leftarrow \frac{101{,}325 \text{ кПа} \cdot 104{,}8184 \text{ м}^3}{29}$$

$$\frac{101{,}325 \text{ кПа} \cdot 104{,}8184 \text{ м}^3}{298 \text{ К}} = 35{,}838$$

$$\frac{19{,}6 \cdot 10^3 \text{ кПа}}{101{,}325 \text{ кПа}} = \frac{104518{,}4 \text{ л}}{x \text{ л}} \qquad x = 540{,}32 \text{ л } H_2,$$

т.е. баллонов по 40 л понадобится 13,5 (т.е. 14) $\Rightarrow$ весить они будут $76{,}5 \cdot 14 = 1071$ кг, что больше 1 т

(5) ЗАДАЧА 3 ЧИСТОВИК

Одновременно на тот же объем H_2 можно использовать 40 л бензина, которые займут гораздо меньше места и соответственно будут весить меньше. Значит, не целесообразно.

Часть 2

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

Шифр: **21301053**

ID профиля: **802156**

Вариант 2

B – это C_4H_9OH. При дегидратации при 300°C в присутствии Al_2O_3 получается алкен. Т.к. после взаимодействия с $KMnO_4$ (H^+) получается только один кетон Д, то: (2)

1) Г – это $CH_3-CH=CH-CH_3$, а Д – $H_3C-C(=O)-CH_3$,
но $\omega(O) = \frac{36,36}{\cdot}$ %, что не подходит

2) Г – это $H_2C=C(CH_3)-CH_3$, а Д – $CH_3-C(=O)-CH_3$

$\omega(O) = \frac{16}{16+12\cdot2+6} = 0,2759$, т.е. 27,59%, как и в условии

ОТВЕТ:

(1) А – $HC(=O)-O-C(CH_3)_2-CH_3$

третбутилформиат

Д – $CH_3-C(=O)-CH_3$

ацетон

Б – $H-C(=O)-OH$

муравьиная (метановая) кислота

ЧИСТОВИК

В – $CH_3-C(CH_3)(OH)-CH_3$

третбутиловый спирт
(2-метилбутанол-2)

Г – $CH_2=C(CH_3)-CH_3$

2-метилпропен

ЧИСТОВИК

(3)

а) $CH_4 + H_2O \rightarrow CO + H_2$

$CO + NaOH \xrightarrow[\text{сплав.}]{t^\circ} HCOONa$

$HCOONa \xrightarrow{H^+} HCOOH$

(3)

б) $CH_4 + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl + HCl$

$2CH_3Cl + 2Na \rightarrow CH_3-CH_3 + 2NaCl$

$CH_3-CH_3 + Cl_2 \rightarrow CH_3-CH_2Cl + HCl$

$2CH_3-CH_2Cl + 2Na \rightarrow CH_3-CH_2-CH_2-CH_3 + 2NaCl$

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3 \xrightarrow[\text{кат.}]{t^\circ} CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{CH}}-CH_3$

$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle |}{CH}}-CH_3 + Cl_2 \rightarrow CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle Cl}{\overset{|}{C}}}-CH_3 + HCl$

$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle Cl}{\overset{|}{C}}}-CH_3 + NaOH \xrightarrow[H_2O]{} CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle OH}{\overset{|}{C}}}-CH_3$

в) $HCOOH + CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle OH}{\overset{|}{C}}}-CH_3 \rightarrow HC(=O)-O-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{C}}}-CH_3 + H_2O$

(2)

$2\,HC(=O)-O-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{C}}}-CH_3 + 13O_2 \rightarrow 10CO_2 + 10H_2O$

$HC(=O)-O-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{C}}}-CH_3 + H_2O \xrightarrow{H^+} HC(=O)-OH + CH_3-\underset{\displaystyle OH}{\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{C}}}-CH_3$

$HC(=O)-OH + NaOH \rightarrow HC(=O)-ONa + H_2O$

$CH_3-\underset{\displaystyle OH}{\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{C}}}-CH_3 \xrightarrow[Al_2O_3]{300^\circ C} CH_2=C(CH_3)-CH_3 + H_2O$

$5\,CH_2=C(CH_3)-CH_3 + 8\,KMnO_4 + 12\,H_2SO_4 \rightarrow 5\,CH_3-\underset{\displaystyle O}{\overset{\displaystyle ||}{C}}-CH_3 + 5O_2 +$

$+ 4\,K_2SO_4 + 8\,MnSO_4 + 17\,H_2O$

ЗАДАЧА 6 ЧИСТОВИК (4)

(1) $2FeSO_4 + 2H_2O \xrightarrow{\downarrow} 2Fe + 2H_2SO_4 + O_2$ ~~← перепроверь~~

~~$FeSO_4 + H_2O \xrightarrow{\downarrow} FeSO_4 + O_2 + H_2$ без перепроверки~~

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

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

Исходя из ряда активности металлов, первым будет электролиз Fe, потом Co, потом Cu, т.к. Fe – самый активный, а Cu – самый не активный.

(2) $n(FeSO_4) = \frac{60,8\ г}{152\ \frac{г}{моль}} = 0,4\ моль = n(Fe)$

$n(CuSO_4) = \frac{64\ г}{160\ \frac{г}{моль}} = 0,4\ моль = n(Cu)$

$n(CoSO_4) = \frac{62\ г}{155\ \frac{г}{моль}} = 0,4\ моль = n(Co)$

} выпало в осадок и в состав р-р не входит

$\boxed{n(H_2SO_4)} = n(Fe) + n(Cu) + n(Co) = 0,4\ моль \cdot 3 = \boxed{1,2\ моль}$

$m(H_2O) = 1250,6 - 60,8 - 64 - 62 = 1121,8\ г \Rightarrow n(H_2O)_{изнач.} = 62,\frac{2}{3}\ моль$

затратилось $n(Fe) + n(Cu) + n(Co)\ моль = 1,2\ моль \Rightarrow$

$\Rightarrow \boxed{n(H_2O)_{конеч.}} = 62,\frac{2}{3} - 1,2 = \boxed{61,1\ моль}$ ← ОТВЕТ

(4) $pH = -\lg[H^+] = -\lg 10^{-3} = 3$

~~$[H^+] = 2 \cdot [H_2SO_4] = 2 \cdot \frac{1,2\ моль}{1214,4\ г + 100\ г} = 2 \cdot 2,89 \cdot 10^{-3} = 2,18 \cdot 10^{-3}$~~

$[H^+] = 2\frac{1,2\ моль}{1217,4\ г + 100\ г} = 2 \cdot 2,89 \cdot 10^{-3} = 2,18 \cdot 10^{-3} = 1 \cdot 10^{-3}$

ОТВЕТ : $pH = 3$

(5) ЗАДАЧА 5 ЧИСТОВИК

(1) $A \underset{k_1}{\overset{k_2}{\rightleftharpoons}} B \xrightarrow{k_3} D$

$k_1 = k_3$ по ур. Аррениуса

$\Delta Q_{AB} = -X$

$\Delta Q_{BA} = \frac{3}{2}X \Rightarrow$

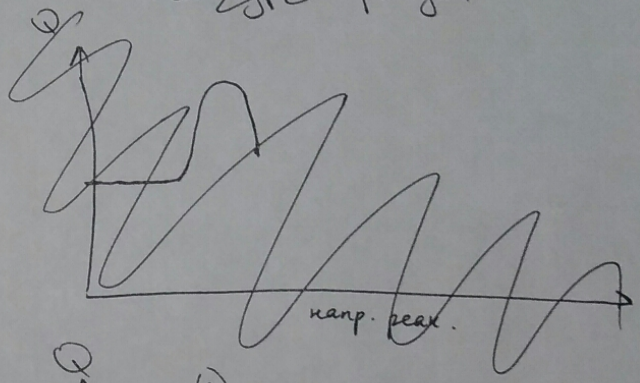
$\Delta Q_{AB} = \frac{2}{3} E_{A_{AB}}$

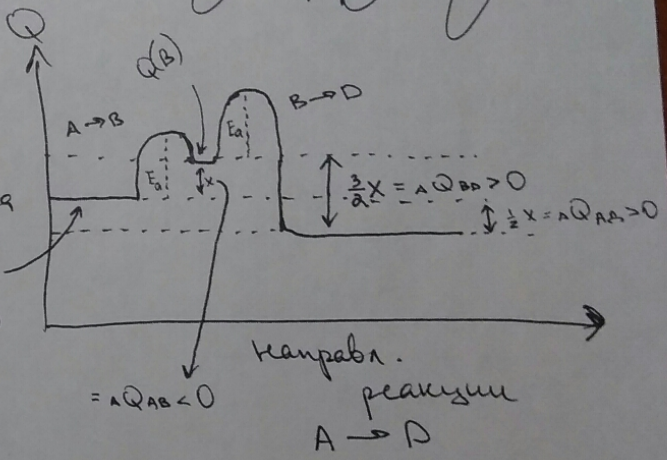
$-X = \frac{2}{3} E_{A_{AB}}$

$E_{A_{AB}} = \frac{3}{2}X$

$E_{A_{BA}} = \frac{3}{2}X$

$k_1 = k_3 \Rightarrow$ по ур. Аррениуса $E_{A_{AB}} = E_{A_{BA}}$





(2) общий эффект исходя из графика будет экзотерм.

(3) 1) $A \to B$ — экзотерм. реак. $\Delta Q_{AB} < 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow B \to A$ — экзотерм. реак. $\Delta Q_{BA} > 0$

2) $|E_{A_{AB}}| = \frac{3}{2}X$

$|E_{A_{BA}}| = \frac{1}{2}X$

$\Rightarrow \frac{|E_{A_{AB}}|}{|E_{A_{BA}}|} = \frac{\frac{3}{2}}{\frac{1}{2}} = \frac{3}{1}$

ЗАДАЧА 4

ЧИСЛОВИК

Скорее всего, А – это кислородсодержащее соединение.

$$\underbrace{C_xH_yO_n}_{10,2\,г} + O_2 \xrightarrow{t} \underbrace{CO_2}_{11,2\,л = \frac{1}{2}\,моль} + \underbrace{H_2O}_{9\,мл = \frac{1}{2}\,моль}$$

(1)

$n(C) = \frac{1}{2}$ моль $\Rightarrow m(C) = 12\,\frac{г}{моль} \cdot \frac{1}{2}$ моль $= 6$ г

$n(H) = \frac{1}{2}$ моль $\cdot 2 = 1$ моль $\Rightarrow m(H) = 1\,\frac{г}{моль} \cdot 1$ моль $= 1$ г

$\Downarrow$

$m(O) = 10,2\,г - 6\,г - 1\,г = 3,2\,г \Rightarrow n(O) = 0,2$ моль

$\Downarrow$

$$\frac{n(C)}{n(H)}{n(O)} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{0,2}} = \frac{5}{\frac{10}{2}} \Rightarrow C_xH_yO_n \text{ – это } C_5H_{10}O_2$$

Т.к. при кислотном гидролиз образуются кислота и спирт, скорее всего, это сложный эфир.

$$n(C_5H_{10}O_2) = \frac{10,2\,г}{(12\cdot 5 + 10 + 16\cdot 2)\,\frac{г}{моль}} = 0,1\,моль = n(\text{кислота Б})$$

$m(\text{кислота Б}) = 4,6\,г \Rightarrow M(Б) = \frac{4,6\,г}{0,1\,моль} = 46\,\frac{г}{моль}$

$\Rightarrow$ Б – это $HC(=O)OH$

$n(NaOH) = 2\,\frac{моль}{л} \cdot 0,05\,л = 0,1\,моль = n(HCOOH)$, как и по условию.

В – это C_4H_9OH. При дегидратации спирта при 650°C в присутствии Al_2O_3 получается алкен. Т.к. после взаимодействия с $KMnO_4(H^+)$ получается только одна кислота, содерж. 4 атома. Один углер. двойная связь была так: $H_3C-CH=CH-CH_3$, а кислота

$\omega(O) = 36,36\%$, как и в условии

$H_3C-C(=CH_2)-CH_3$, а кислота: $CH_3-CH(CH_3)-COOH$

$\omega(O) = \frac{16\cdot 2}{16\cdot 2 + \ldots} = 0,363$