0 849951 610001

84-99-51-61
(62.3)

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В.ЛОМОНОСОВА

Выход 14:01 — 14:05

Вариант _____

Место проведения Москва
город

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Олимпиада школьников Ломоносов
наменование олимпиады

по химии
профиль олимпиады

Абзальдинова Умара Хайдаровича
фамилия, имя, отчество участника (в родительном падеже)

Дата

«12» марта 2023 года

Подпись участника

84-99-51-61 (62.3)

Чистовик.

1	2	3	4	5	6	7	Σ
10	15	8	4	20	20	10	87

Задание 1

Пусть соль железа имеет вид $Fe_n(X^{n-})_2$, если мы имеем дело с Fe^{2+}, где X^{n-} – n-зарядный анион. Тогда крит-ты соли будут выглядеть как.

I) $Fe_n(X)^{n-}_2 \cdot zH_2O$ и II) $Fe_n(X^{n-})_2 \cdot yH_2O$

Предположим, что в к-те I мы имеем дело с двух зарядным анионом. Тогда ф-ла будет иметь вид:

$FeX \cdot zH_2O$.

$$w(H_2O) = \frac{18z}{56 + X + 18z} = 0{,}453$$

$$56 + X = 21{,}735z$$

$$X = 21{,}735z - 56$$

Подставляя под z довольно распростр. значение 7 получаем, что

$$X = 21{,}735 \cdot 7 - 56 = 96 \frac{г}{моль},$$ что соотв. аниону SO_4^{2-}

Тогда $I = FeSO_4 \cdot 7H_2O$ +

из I мы знаем, что $II = FeSO_4 \cdot yH_2O$

$$w(H_2O) = \frac{18y}{152 + 18y} = 0{,}321$$

Решая ур-е, получаем $y = 4$

+

$II = FeSO_4 \cdot 4H_2O$

Р-ция разложения:

$$2FeSO_4 \cdot 7H_2O \xrightarrow{t^{o}} Fe_2O_3 + 2SO_2\uparrow + \frac{1}{2}O_2\uparrow + 7H_2O$$

+

Восемьдесят семь

87

+

Задание 2

Чистовик.

По условию задачи ясно, что реакция взаимодействия оксидов происходит следующим образом:

$$x Na_2O + y Al_2O_3 \rightarrow 2 Na_x Al_y O_n$$

$$n = \frac{3y + x}{2}$$

$$\nu(Na_2O) = \frac{12,4 г}{23 \cdot 2 + 16} = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(Al_2O_3) = 18,48 г - 12,4 г = 4,08 г$$

$$\nu(Al_2O_3) = \frac{4,08}{102} = 0,04 \text{ моль.}$$

По соотношению

$$\frac{\nu(Na_2O)}{\nu(Al_2O_3)} = \frac{0,2}{0,04} = 5$$

ясно, что реакция должна выглядеть след. образом:

$$5Na_2O + Al_2O_3 \rightarrow 2 Na_5AlO_4$$

+

Т.о. искомое в-во – Na_5AlO_4, что доказывает проверка с помощью молярной массы.

$$\nu(Na_5AlO_4) = \frac{18,48}{5 \cdot 23 + 27 + 64} = 0,08 = 2\nu(Al_2O_3)$$

$$Na_5AlO_4 + 4H_2O \rightarrow Na[Al(OH)_4] + 4NaOH$$

+

+

Задание 4 Чистовик.

~~ЗАДЧ~~

I – PO_4^{3-}

II – HPO_4^{2-}

III – $H_2PO_4^-$

IV – H_3PO_4.

$H_3PO_4 \rightleftarrows H^+ + H_2PO_4^-$

$H_2PO_4^- \rightleftarrows H^+ + HPO_4^-$

$HPO_4^- \rightleftarrows H^+ + PO_4^{3-}$

Чем меньше pH р-ра, тем больше концентрация в нем ионов водорода. Если в равновесном р-ре преобладает PO_4^{3-}, это означает, что кислота продиссоциировала сильнее, и pH р-ра минимален. С каждой следующей более протонированной формой pH повышается.

$PO_4^{3-} + H_2PO_4^- \rightarrow 2HPO_4^{2-}$ +

$HPO_4^{2-} + H_3PO_4 \rightarrow 2H_2PO_4$ +

Задание 6

По условию задачи понятно, что речь идёт о получении металлов подгруппы Ti. Тогда нетрудно понять, что Б – I_2, и Д = MI_4. Реакция имеет вид

$M + 2I_2 \rightarrow MI_4$

$m(MI_4) = \frac{45058}{49,8,7} = 90,3509$ г.

Подставляя под M различные ~~значения~~ металлы подгруппы Ti понимаем, что под условие массы техн. А 8,5 г подходит только Ti. Т.е.

продолжение см. на след. стр.

Задание 5 Чистовик.

$$2SO_2 + O_2 \rightarrow 2SO_3$$ +

$Q_r = 2Q_f(SO_3) - 2Q_f(SO_2) = 2\cdot 395 - 2\cdot 297 =$

$= 196 \frac{кДж}{моль}$. +

$Q_r = 6E(S=O)_{SO_3} - 4E(S=O)_{SO_2} - E(O=O) =$

$= 6E(S=O)_{SO_3} - 4\cdot 1{,}13\, E(S=O)_{SO_3} - E(O=O) =$

$= 1{,}48\, E(S=O)_{SO_3} - E(O=O)$

$E(S=O)_{SO_3} = \frac{E(O=O) + Q_r}{1{,}48} =$

$= \frac{498 + 196}{1{,}48} = 470{,}27 \frac{кДж}{моль}$ +

$E(S=O)_{SO_2} = 1{,}13\cdot 470{,}27 = 531{,}4051 \frac{кДж}{моль}$

Задание 7.

$Z_б = 1 + 3 = 4$ $\frac{\nu(V)}{\nu(H)} = \frac{1}{2}$

$Z_м = 8$. +

Искомое в-во — VH_2.

Задание 8 продолжение.

А – Ti ; Б – I_2 ; Д – TiI_4

$\nu(TiI_4) = \frac{90{,}3509}{556} = 0{,}1625$ моль $= \nu(Ti)$

Чистовик.

$m(Ti) = 0,1625 \cdot 48 = 7,8$ г.

$W_{прим} = 100\% \cdot \frac{8,5-7,8}{8,5} = 8,235\ \%$.

(Для Zr; Hf. m(M) > m(A)техн; см-ю они не соотв усл. задачи. Аналогично с др. ч-х валентными металлами)

$Ti + 2I_2 \rightarrow TiI_4$.

+

Задание. 3

X – NH_3. + Z – ~~CO~~

Y – ~~H_2~~.

$2NH_3 + 2KMnO_4 \rightarrow N_2 + 2MnO_2 + 2KOH + 2H_2O$. +

$3CO_2 + 2NH_3 \xrightarrow{2H_2} N_2 + 3CO + 3H_2O$ –

$3Br_2 + 2NH_3 \rightarrow N_2 + 6HBr$. +

±

Черновик

$2K\overset{+7}{Mn}O_4 + 2NH_3 \rightarrow 2KOH + N_2 + 2MnO_2 + 2H_2O$

$KMnO_4 + B_2H_6 \rightarrow$

$\overset{-2}{N_2}H_4 - ?$

$NH_3 +$

$B_2H_6 + K\overset{+7}{Mn}O_4 \rightarrow \overset{0}{B} + \overset{+4}{Mn}O_2 + H_2O + KOH$

$\cancel{N_2H_4}$

$\cancel{NH_3 + CO_2 + H_2 \rightarrow N_2 + CO + KOH}$

$(H^-)_6 - 6e^- \rightarrow 3(H_2)^0$

$NH_3 + H_2$

$CO - ?$

$3Br_2 + 2NH_3 \rightarrow N_2 + 6HBr$

$\cancel{2NH_3 + 2CO_2 \rightarrow N_2 + 2CO + 2H_2O}$

$\cancel{NH_3 + CO_2}$

$3\overset{+4}{C}O_2 + 2\overset{-3}{N}H_3 \xrightarrow{H_2} \overset{0}{N_2} + 3\overset{+2}{C}O + 3H_2O$

Черновик

O = S = O. O

$E(S=O)_{SO_2} = 1{,}13 \cdot E(S=O)_{SO_3}$

$Q_f(SO_2) = 297 \frac{кДж}{моль}$

$Q_f(SO_3) = 396 \frac{кДж}{моль}$

$E(O=O) = 498 \frac{кДж}{моль}$

$2SO_2 + O_2 \longrightarrow 2SO_3$

$Q_r = 2 \cdot Q_f(SO_3) - 2 \cdot Q_f(SO_2) =$

$= 2 \cdot 396 - 2 \cdot 297 = 198 \frac{кДж}{моль}$

$Q_r = 6 \cdot E(S=O)_{SO_3} - E(O=O) -$

$- 4 \cdot E(S=O)_{SO_2} = 6E(S=O)_{SO_3} - E(O=O) -$

$- 4{,}52 \cdot E(S=O)_{SO_3} = 1{,}48 E(S=O)_{SO_3} - E(O=O)$

$E(S=O)_{SO_3} = \frac{Q_r + E(O=O)}{1{,}48} = 470{,}27 \frac{кДж}{моль}$

7

H3 = 4/4/2

VH_2

$2NH_3 + H_2 \xrightarrow{Pt} N_2H_2 + 4H_2O$

$2NH_3 + H_2 \xrightarrow{Pt} N_2H_2$

$Ti + Cl_2 \rightarrow TiCl_4$

x_2

1,65 г

7,8 г

90,35 г

0,1625 моль

$2NH_3 + O_2 \rightarrow N_2O + 3H_2O$

$2NH_3 + O_2 \rightarrow 2NO + 3H_2O$

Черновик

$H_2A \rightleftarrows H^+ + HA^-$ $\qquad NH_4^+$

$HA^- \rightleftarrows H^+ + A^{2-}$ $\qquad NH_3$

$$K_1 = \frac{[H^+][HA^-]}{[H_2A]} ; \quad K_2 = \frac{[H^+][A^{2-}]}{[HA^-]}$$

$$\frac{K_1[H_2A]}{[H^+]}$$

$$[H^+] = [HA^-] + 2[A^{2-}]$$

$$\cancel{[H^+] = \alpha_{HA^-} \cdot C_0 + 2\alpha_{A^{2-}} \cdot C_0}$$

$$[H^+] = [HA^-]$$

$$\frac{K_1[H_2A]}{[H^+]} + 2 \cdot \frac{K_2 \cdot [HA^-]}{[H^+]}$$

$$[H^+] = \frac{2K_2[HA^-] + K_1[H_2A]}{[H^+]}$$

$$\cancel{[H^+]^2 = 2K_2[HA^-] + K_1[H_2A]}$$

$$\cancel{\alpha(HA^-) = \frac{K_1 \cdot [HA^-]}{[HA^-] + [A^{2-}] + [H^+]} = \frac{[H_2A]\, K_1 [H^+]}{}}$$

$$\alpha(H_2A) = \frac{[H_2A]}{[HA^-] + [A^{2-}] + [H^+] + [H_2A]} =$$

$$= \frac{\frac{[H^+]\cancel{[HA^-]}}{K_1}}{\cancel{[HA^-]} + \frac{\cancel{[HA^-]}K_2}{[H^+]} + \frac{K_2\cancel{[HA^-]}}{[A^{2-}]} + \frac{[H^+]\cancel{[HA^-]}}{K_1}}$$

Черновик.

(3) ЭН - ?

$NH_3 + H_2$.

B_2H_6; CH_4; NH_3; H_2S; SiH_4.

$1\,KMnO_4 + 1\,NH_3 + H_2O \rightarrow KNO_3 + MnO_2 +$

$H_3PO_4 \rightleftarrows H^+ + H_2PO_4^-$

$\alpha(H_3PO_4) = \frac{[H^+]}{D}$

$KMnO_4 + NH_3 + H_2O \rightarrow$

$KMnO_4 + NH_3 \rightarrow$

$KMnO_4 + NH_3 + H_2O \rightarrow$

I H_3PO_4

II $H_2PO_4^-$

III HPO_4^{2-}

IV PO_4^{3-}

B_2H_6 $2KMnO_4 + 2NH_3 \rightarrow$

$2NH_3 + Br_2 \rightarrow 2NH_4Br + N_2$

$\rightarrow N_2 + 2MnO_2 + 2KOH + 2H_2O$

$NH_3 + Br_2 \rightarrow HBr + N_2$

$H_2A \rightleftarrows H^+ + HA^-$

$HA^- \rightleftarrows H^+ + A^{2-}$

$K_1 = \frac{[H^+][HA^-]}{[H_2A]}$

$K_2 = \frac{[H^+][A^{2-}]}{[HA^-]}$

B, C, N

$(H^-)_6$ $-6e \rightarrow 3(H^0)_2$

$N^{-3} \rightarrow N^0$

$2KMnO_4 + 2NH_3 + H_2O \rightarrow$

$\rightarrow 1N_2 + 2KOH + 2MnO_2 + H_2 + O_2$

$Mn^{+7} \rightarrow Mn^{+4}$

$H_3PO_4 \rightleftarrows H^+ + H_2PO_4^-$

$H_2PO_4^- \rightleftarrows H^+ + HPO_4^{2-}$

$HPO_4^- \rightleftarrows PO_4^{3-} + H^+$

$2N^{3-} - 6e \rightarrow (N^0)_2$

$Mn^{+7} + 3e \rightarrow Mn^{+4}$ | $\times 2$

ЧЕРНОВИК.

к-т

$Fe_2X_3 \cdot nH_2O$ $FeX \cdot nH_2O$.

$FeSO_4 \cdot 7H_2O$

к-т.

$FeX \cdot nH_2O$. $FeY_3 \cdot nH_2O$

$FeSO_4 \cdot mH_2O$.

$w(H_2O) = \frac{18m}{152+18m} = 0,327$

~~$FeSO_4 \cdot 4H_2O$~~.

Пусть соль состоит из двухвал. железа. и катиона со ст.

$Fe^{+2}_n(X^{n-})_2 \cdot zH_2O$

$w(H_2O) = \frac{18z}{56n + 2X + 18z} = 0,453$

$56n + 2X = 39,735z$

Предположим, что анион имеет заряд -2, тогда. $n = 2$.

$112 + 2X = 21,735z$

$2FeSO_4 \cdot 7H_2O \xrightarrow{t^\circ} Fe_2O_3 + SO_2 + 7H_2O + O_2$

$\frac{18z}{56+X+18z} = 0,453$

$56 + X + 18z = 39,735z$

$X = 21,735z - 56$

0,2 моль Na_2O.

$xNa_2O + yAl_2O_3 \rightarrow Na_xAl_yO_{\frac{3y+x}{2}}$

$2Na_5AlO_4 + 4H_2O \rightarrow 1[Na_2[Al(OH)_4]] + 4NaOH$

$2Na_2O + Al_2O_3 \rightarrow 2Na_4Al_2O_5$

$2Na_5AlO_4$