Соли

трёх кислот, образованных серой

МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ СУЛЬФИТА(NA_2SO_3) И ГИДРОСУЛЬФИТА($NAHSO_3$) НАТРИЯ.

Сульфит натрия можно получить при взаимодействии щелочи и сернистого газа(оксида серы IV):

$SO_2 + 2NaOH = Na_2SO_3 + H_2O$

(бесцветные кристаллы)

$NaHSO_3 + NaOH = Na_2SO_3 + H_2O$

Гидросульфит натрия можно получить при взаимодействии раствора щелочи и сернистого газа(оксида серы IV), если он взят в избытке:

$NaOH + SO_2 = NaHSO_3$

Или при взаимодействии сульфита натрия воды и сернистого газа:

$Na_2SO_3 + SO_2 + H_2O = 2\ NaHSO_3$

Качественные реакции на анионы серосодержащих кислот: сульфат, сульфит и сульфид.

Качественные реакции на сульф**ид**–анионы

нужно вспомнить

Качественные реакции на сульф**ит**–анионы, взаимодействие с $BaCl_2$

$Na_2SO_3 + BaCl_2 = BaSO_3\downarrow + 2NaCl$

$2Na^{1+} + SO_3^{2-} + Ba^{2+} + 2Cl^{-} \rightarrow BaSO_3\downarrow + 2Na^{1+} + 2Cl^{1-}$

$SO_3^{2-} + Ba^{2+} \rightarrow BaSO_3\downarrow$

(осадок белого цвета)

$BaSO_3\downarrow + 2HCl \rightarrow BaCl_2 \cancel{+ H_2SO_3} + SO_2\uparrow + H_2O$

<u>Растворяется</u> в сильных кислотах

Качественные реакции на сульфат–анионы, взаимодействие с $BaCl_2$

$Na_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4\downarrow + 2NaCl$

$H_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4\downarrow + 2HCl$

$\cancel{2Na^{1+}} + SO_4^{2-} + Ba^{2+} + \cancel{2Cl^{1-}} \rightarrow BaSO_4\downarrow + \cancel{2Na^{1+}} + \cancel{2Cl^{1-}}$

$\cancel{2H^{1+}} + SO_4^{2-} + Ba^{2+} + \cancel{2Cl^{1-}} \rightarrow BaSO_4\downarrow + \cancel{2H^{1+}} + \cancel{2Cl^{1-}}$

$SO_4^{2-} + Ba^{2+} \rightarrow BaSO_4\downarrow$

(осадок белого цвета)

$BaSO_4\downarrow + HCl \neq$

Не растворяется в сильных кислотах

Сплавление сульфатов натрия и бария с коксом (С).

Сульфаты, в отличие от серной кислоты, «редко» проявляют свойства окислителей, только **<u>при нагревании</u>**, например:
при сплавлении с коксом
сульфаты восстанавливается до сульфидов:

$$\mathbf{BaS^{+6}O_4 + 4C^{o} \rightarrow BaS^{-2} + 4C^{+2}O\uparrow}$$

(ОВР; S^{+6} – окислитель, C^{o} – восстановитель)

$$\mathbf{Na_2S^{+6}O_4 + 4C^{o} \rightarrow Na_2S^{-2} + 4C^{+2}O\uparrow}$$

(ОВР; S^{+6} – окислитель, C^{o} – восстановитель)

Термолиз кислых солей

Кислые соли при нагревании разлагаются, образуя среднюю соль и соответствующую кислоту

Гидросульфиды, гидросульфиты, гидросульфаты

$$2NaHS \xrightarrow{400-500^\circ C} Na_2S + H_2S$$

гидросульфид натрия — сульфид натрия — сероводородная кислота

$$2NaHSO_3 \xrightarrow{t^\circ C} Na_2SO_3 + \cancel{H_2SO_3} + SO_2 + H_2O$$

гидросульфит натрия — сульфит натрия — сернистая кислота

$$2NaHSO_4 \xrightarrow{t^\circ C < 240^\circ C} Na_2SO_4 + H_2SO_4$$

гидросульфат натрия — сульфат натрия — серная кислота

$$2NaHSO_4 \xrightarrow{t^\circ C < 340^\circ C} Na_2S_2O_7 + H_2O$$

гидросульфат натрия — пиросульфат натрия — соль пиросерной кислоты $H_2S_2O_7$

Термолиз средних солей

Средние соли щелочных металлов –

сульфиды и сульфаты плавятся без разложения, сульфиты щелочных металлов и сульфит аммония при нагревании диспропорционируют

- Na_2S – сульфид натрия термически устойчив, плавится без разложения;
- Na_2SO_4 – сульфат натрия термически устойчив, плавится без разложения;
- Na_2SO_3 – сульфит натрия при нагревании разлагается по реакции диспропорционирования

$$4Na_2S^{+4}O_3 \xrightarrow{t°C} Na_2S^{-2} + 3Na_2S^{+6}O_4$$

S^{+4} – окислитель, восстановитель;

- $(NH_4)_2S^{+4}O_3$ – сульфит аммония при нагревании разлагается по реакции диспропорционирования, полученный сульфид аммония, в свою очередь, также разлагается на аммиак и сероводород

$$4(NH_4)_2S^{+4}O_3 \xrightarrow{t°C} 2NH_3\uparrow + H_2S^{-2}\uparrow + 3(NH_4)_2S^{+6}O_4$$

S^{+4} – окислитель, восстановитель;

Термолиз сульфатов

- Сульфаты щелочных металлов плавятся без разложения,
- Сульфаты других металлов при нагревании разлагаются на оксид металла и оксид серы (VI);
- При дальнейшем нагревании оксид серы (VI) разлагается на оксид серы (IV) и кислород – конечные продукты термолиза – оксид металла, оксид серы (IV) и кислород;
- Сульфаты серебра и ртути при нагревании разлагаются, образуя оксид серы (IV), кислород и металл.

Термолиз $ZnSO_4$, $Cr_2(SO_4)_3$, $Al_2(SO_4)_3$

$$ZnSO_4 \xrightarrow{600–900°C} ZnO + SO_3\uparrow \text{ (не ОВР)}$$

$$2ZnSO_4 \xrightarrow{t° > 900°C} 2ZnO + 2SO_2\uparrow + O_2\uparrow$$

$$Al_2(SO_4)_3 \xrightarrow{770\text{-}860°C} 2Al_2O_3 + 6SO_2\uparrow + 3O_2\uparrow$$

$$2Cr_2(SO_4)_3 \xrightarrow{770\text{-}860°C} 2Cr_2O_3 + 6SO_2\uparrow + 3O_2\uparrow$$

O^{-2} – восстановитель; S^{+6} – окислитель

Термолиз $CrSO_4$, $FeSO_4$, $Fe_2(SO_4)_3$,

$$4Fe^{+2}SO_4 \xrightarrow{t°C} 2Fe^{+3}{}_2O_3 + 4SO_2\uparrow + O_2\uparrow$$

Fe^{+2}, O^{-2} — восстановители, S^{+6} — окислитель

$$4Cr^{+2}SO_4 \xrightarrow{t°C} 2Cr^{+3}{}_2O_3 + 4SO_2\uparrow + O_2\uparrow$$

Cr^{+2}, O^{-2} — восстановители, S^{+6} — окислитель

$$Fe_2(SO_4)_3 \xrightarrow{500\text{-}700°C} Fe_2O_3 + 3SO_3\uparrow \quad \text{(не ОВР)}$$

$$2Fe^{+3}{}_2(SO_4)_3 \xrightarrow{t°C>700°C} 2Fe^{+3}{}_2O_3 + 6SO_2\uparrow + 3O_2\uparrow$$

O^{-2} — восстановитель; S^{+6} — окислитель

Термолиз $CuSO_4$, $HgSO_4$, Ag_2SO_4

$$2CuS^{+6}O^{-2}_4 \xrightarrow{t^\circ > 650^\circ C} 2CuO + 2S^{+4}O_2\uparrow + O_2^{0}\uparrow$$

O^{-2} — восстановитель; S^{+6} — окислитель

$$HgSO_4 \xrightarrow{t^\circ C} Hg + SO_2\uparrow + O_2\uparrow$$

$$Ag_2SO_4 \xrightarrow{t^\circ C} 2Ag + SO_2\uparrow + O_2\uparrow$$

O^{-2} — восстановитель; Hg^{+2}, Ag^{+}, S^{+6} — окислители

Гидролиз солей серосодержащих кислот

Задание :

Написать УХР гидролиза указанных солей (Na_2S, Na_2SO_3, Na_2SO_4, Al_2S_3, $Al_2(SO_3)_3$, $Al_2(SO_4)_3$) и определить pH среды раствора

Уравнения реакций гидролиза Na_2S и Na_2SO_3

$Na_2S = 2Na^{1+} + S^{2-}$ (сильное основание, слабая кислота)

$S^{2-} + H^+—OH^- \leftrightarrow HS^{1-} + OH^{1-}$

$Na^+ + H_2O \neq$

$S^{2-} + H_2O + 2Na^{1+} \leftrightarrow HS^{1-} + OH^{1-} + 2Na^{1+}$

$Na_2S + H_2O \leftrightarrow NaHS + NaOH$

pH >7, щелочная среда, обратимый гидролиз

$Na_2SO_3 = 2Na^+ + SO_3^{2-}$ (сильное основание, слабая кислота)

$Na^+ + H_2O \neq$

$SO_3^{2-} + H^+—OH \leftrightarrow HSO_3^{1-} + OH^{1-}$

$2Na^+ + SO_3^{2-} + H_2O \leftrightarrow HSO_3^{1-} + OH^{1-} + 2Na^+$

$Na_2SO_3 + H_2O \leftrightarrow NaHSO_3 + NaOH$

pH >7, щелочная среда, обратимый гидролиз

Уравнения реакций гидролиза Na_2SO_4 и $Al_2(SO_4)_3$

$Na_2SO_4 = 2Na^{1+} + SO_4^{2-}$ (сильное основание, сильная кислота)

$2Na^{1+} + H_2O \neq$

$SO_4^{2-} + H_2O \neq$

pH = 7, нейтральная среда, гидролиз отсутствует

$Al_2(SO_4)_3 = 2Al^{3+} + 3SO_4^{2-}$ (слабое основание, сильная кислота)

$3SO_4^{2-} + H_2O \neq$

$Al^{3+} + H^+—OH^- \leftrightarrow AlOH^{2+} + H^{1+}$

$2Al^{3+} + 3SO_4^{2-} + 2H^+—OH^- \leftrightarrow 2AlOH^{2+} + 2H^{1+} + 3SO_4^{2-}$

$Al_2(SO_4)_3 + 2H_2O \leftrightarrow 2Al(OH)SO_4 + H_2SO_4$

pH<7, кислая среда, обратимый гидролиз

Уравнения реакций гидролиза Al_2S_3 и $Al_2(SO_3)_3$

Al_2S_3 не диссоциирует (слабое основание, слабая кислота)

$Al_2S_3 + 6H_2O \rightarrow 3H_2S\uparrow + 2Al(OH)_3\downarrow$

pH ≈7, нейтральная среда, необратимый гидролиз

$Al_2(SO_3)_3$ не диссоциирует

(слабое основание, кислота средней силы)

$Al_2(SO_3)_3 + 3H_2O \rightarrow 2Al(OH)_3\downarrow + H_2O + 3SO_2\uparrow$

pH ≈7, нейтральная среда, необратимый гидролиз