

培优点二 几种涉及量的离子方程式的书写方法

一. 几种涉及量的离子方程式的书写方法

1. 过量型(配比型)离子方程式书写

典例 1. 写出相关离子方程式: NaHSO_4 溶液和 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应。

①加 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液至 SO_4^{2-} 恰好沉淀;

②加 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液至溶液呈中性。

2. 连续反应型方程式书写

典例 2. 写出相关离子方程式: CO_2 和 NaAlO_2 溶液的反应。

① CO_2 少量; ② CO_2 少量。

3. 定量型离子方程式书写

典例 3. 将 $x \text{ mol Cl}_2$ 通入 $a \text{ mol FeBr}_2$ 溶液中。

①当 $x \leq 0.5a \text{ mol}$ 时, 反应的离子方程式是_____。

②当 $x \geq 1.5a \text{ mol}$ 时, 反应的离子方程式是_____。

③当 $x = a \text{ mol}$ 时, 反应的离子方程式是_____。

二. 对点增分集训

1. Fe 与稀硝酸反应, 写出相关离子方程式。

2. 向 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液中逐渐滴入 NaOH 溶液直至过量, 写出相关离子方程式。

3. 向含有 OH^- 、 CO_3^{2-} 、 AlO_2^- 的溶液中, 逐滴加入稀盐酸至过量, 写出相关离子方程式。

4. 向 NaOH 溶液中滴入 AlCl_3 溶液至过量, 写出相关离子方程式。

5. 已知 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 、 CaHPO_4 均不溶于水, 且 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 溶解度比 CaHPO_4 小。将 $0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 溶液与 $0.15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液等体积混合, 搅拌充分进行反应, 写出该反应的离子方程式。

6. 将 $x \text{ mol Fe}$ 加入含 $a \text{ mol HNO}_3$ 的稀溶液中, 写出下列配比下的离子方程式。

(1) 当 $x \leq 0.25a \text{ mol}$ 时, 反应的离子方程式是_____。

(2) 当 $x \geq 0.375a \text{ mol}$ 时, 反应的离子方程式是_____。

(3)把 6.72g 铁粉放入 100mL $4\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的稀硝酸中,反应的离子方程式是_____。
_____。



参考答案

一、几种涉及量的离子方程式的书写方法

典例 1. 【答案】 ① $\text{H}^+ + \text{OH}^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$; ② $2\text{H}^+ + 2\text{OH}^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

【解析】 ①本题涉及 OH^- 与 H^+ 和 Ba^{2+} 和 SO_4^{2-} 的反应, 但是因为 1mol NaHSO_4 电离得到 1mol 氢离子, 1mol Ba(OH)_2 电离得到 2mol OH^- , 两种物质中 OH^- 与 H^+ 的比例不同, 当加 Ba(OH)_2 溶液至 SO_4^{2-} 恰好沉淀时, OH^- 过量, 写反应方程式时, 按 1mol H^+ 来写, 只需要 1mol OH^- , 于是离子方程式为 $\text{H}^+ + \text{OH}^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$; 当加 Ba(OH)_2 溶液至溶液呈中性, 按 2mol OH^- 来反应, 离子方程式为 $2\text{H}^+ + 2\text{OH}^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} = \text{BaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

典例 2. 【答案】 ① $3\text{AlO}_2^- + \text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al(OH)}_3\downarrow + \text{CO}_3^{2-}$

② $\text{AlO}_2^- + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Al(OH)}_3\downarrow + \text{HCO}_3^-$

【解析】 CO_2 和 NaAlO_2 溶液的反应实际上是 AlO_2^- 与弱酸碳酸的反应, 由 $\text{Al(OH)}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{AlO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$ 可知将少量 CO_2 通入 NaAlO_2 溶液中, CO_2 和水生成 H_2CO_3 继续和 NaAlO_2 反应, 于是反应方程式为 $3\text{AlO}_2^- + \text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al(OH)}_3\downarrow + \text{CO}_3^{2-}$; 若是通入过量的 CO_2 , 则过量的 CO_2 会与 CO_3^{2-} 继续反应, 生成 HCO_3^- , 于是反应方程式为 $\text{AlO}_2^- + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Al(OH)}_3\downarrow + \text{HCO}_3^-$ 。

典例 3. 【答案】 ① $\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} = 2\text{Cl}^- + 2\text{Fe}^{3+}$

② $3\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{Br}^- = 6\text{Cl}^- + 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}_2$

③ $2\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{Br}^- = 4\text{Cl}^- + 2\text{Fe}^{3+} + \text{Br}_2$

【解析】 Fe^{2+} 的还原性大于 Br^- , 通入 Cl_2 时, 先发生反应 $\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} = 2\text{Cl}^- + 2\text{Fe}^{3+}$, 当溶液中的 Fe^{2+} 被完全氧化后, 再发生反应 $\text{Cl}_2 + 2\text{Br}^- = 2\text{Cl}^- + \text{Br}_2$ 。因此, ①当 $x \leq 0.5a \text{ mol}$ 时, 离子方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} = 2\text{Cl}^- + 2\text{Fe}^{3+}$ 。② $x \geq 1.5a \text{ mol}$ 时, Cl_2 过量, 离子方程式为 $3\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} + 4\text{Br}^- = 6\text{Cl}^- + 2\text{Fe}^{3+} + 2\text{Br}_2$ 。③当 $x = a \text{ mol}$ 时, $n(\text{Cl}_2) : n(\text{FeBr}_2) = 1 : 1$ 。因为 1mol 的 Cl_2 得到 2mol 电子, 而 1mol 的 Fe^{2+} 只能失 1mol 电子, 则另 1mol 电子只能由 Br^- 来提供, 所以参加反应的 Br^- 只有 1mol , 离子方程式为 $\text{Cl}_2 + \text{Fe}^{2+} + \text{Br}^- = 2\text{Cl}^- + \text{Fe}^{3+} + 1/2\text{Br}_2$, 两边同乘以 2 去分母后得离子方程式为 $2\text{Cl}_2 + 2\text{Fe}^{2+} + 2\text{Br}^- = 4\text{Cl}^- + 2\text{Fe}^{3+} + \text{Br}_2$ 。

二、对点增分集训

1. **【答案】** $3\text{Fe} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{Fe}^{3+} + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$; $3\text{Fe} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- = 3\text{Fe}^{2+} + 2\text{NO}\uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

【解析】 铁与稀硝酸反应时, 当铁少量时, 因为稀硝酸的强氧化性, 将 Fe 氧化为 Fe^{3+} , 同时生成 NO , 故反应离子方程式为 $\text{Fe} + 4\text{H}^+ + \text{NO}_3^- = \text{Fe}^{3+} + \text{NO}\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$; 当铁粉过量时, 生成的

Fe^{3+} 易与Fe反应, $\text{Fe}+2\text{Fe}^{3+}=3\text{Fe}^{2+}$, 故过量的铁粉与稀硝酸反应的离子方程式为 $3\text{Fe}+8\text{H}^{+}+2\text{NO}_3^{-}=3\text{Fe}^{2+}+2\text{NO}\uparrow+4\text{H}_2\text{O}$ 。

2. 【答案】 $\text{Ca}^{2+}+\text{HCO}_3^{-}+\text{OH}^{-}=\text{CaCO}_3\downarrow+\text{CO}_3^{2-}+\text{H}_2\text{O}$; $\text{Ca}^{2+}+2\text{HCO}_3^{-}+2\text{OH}^{-}=\text{CaCO}_3\downarrow+\text{CO}_3^{2-}+2\text{H}_2\text{O}$

【解析】 本题中少量的NaOH溶液进入 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液中后, 由于1mol NaOH电离得到1mol OH^{-} , 1mol $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 电离出2mol HCO_3^{-} , NaOH少量, 写离子方程式时将 OH^{-} 系数定为1, 则 $\text{OH}^{-}+\text{HCO}_3^{-}=\text{CO}_3^{2-}+\text{H}_2\text{O}$, 生成的碳酸根离子再结合 Ca^{2+} 生成 CaCO_3 沉淀, 于是离子方程式为 $\text{Ca}^{2+}+\text{HCO}_3^{-}+\text{OH}^{-}=\text{CaCO}_3\downarrow+\text{CO}_3^{2-}+\text{H}_2\text{O}$; 当加入NaOH溶液过量时, 按照2mol HCO_3^{-} 完全反应来写, 于是离子方程式为 $\text{Ca}^{2+}+2\text{HCO}_3^{-}+2\text{OH}^{-}=\text{CaCO}_3\downarrow+\text{CO}_3^{2-}+2\text{H}_2\text{O}$ 。

3. 【答案】 $\text{H}^{+}+\text{OH}^{-}=\text{H}_2\text{O}$; $\text{AlO}_2^{-}+\text{H}^{+}+\text{H}_2\text{O}=\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow$
 $2\text{H}^{+}+\text{CO}_3^{2-}=\text{CO}_2+2\text{H}_2\text{O}$; $3\text{H}^{+}+\text{Al}(\text{OH})_3=\text{Al}^{3+}+3\text{H}_2\text{O}$

【解析】 由于 OH^{-} 、 CO_3^{2-} 、 AlO_2^{-} 均能与 H^{+} 反应, 且 AlO_2^{-} 反应生成的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 也会继续反应, 所以逐渐滴加盐酸至过量需要考虑到离子反应先后的顺序, 反应顺序为 OH^{-} 、 AlO_2^{-} 、 CO_3^{2-} 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 。所以相关的离子方程式依次为 $\text{H}^{+}+\text{OH}^{-}=\text{H}_2\text{O}$; $\text{AlO}_2^{-}+\text{H}^{+}+\text{H}_2\text{O}=\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow$; $2\text{H}^{+}+\text{CO}_3^{2-}=\text{CO}_2+2\text{H}_2\text{O}$; $3\text{H}^{+}+\text{Al}(\text{OH})_3=\text{Al}^{3+}+3\text{H}_2\text{O}$ 。

4. 【答案】 $\text{Al}^{3+}+4\text{OH}^{-}=\text{AlO}_2^{-}+2\text{H}_2\text{O}$; $\text{Al}^{3+}+3\text{AlO}_2^{-}+6\text{H}_2\text{O}=4\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow$

【解析】 向NaOH溶液中滴加 AlCl_3 溶液, 起始时, OH^{-} 过量, $\text{Al}^{3+}+4\text{OH}^{-}=\text{AlO}_2^{-}+2\text{H}_2\text{O}$, 继续滴加 AlCl_3 溶液, 溶液中的 Al^{3+} 与 AlO_2^{-} 发生双水解反应, 生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$, 于是离子反应方程式为 $\text{Al}^{3+}+3\text{AlO}_2^{-}+6\text{H}_2\text{O}=4\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow$

5. 【答案】 $3\text{Ca}^{2+}+6\text{H}_2\text{PO}_4^{-}+9\text{OH}^{-}=\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2+\text{PO}_4^{3-}+3\text{HPO}_4^{2-}+9\text{H}_2\text{O}$

【解析】 $n[\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2]:n(\text{NaOH})=1:3$, $2\text{H}_2\text{PO}_4^{-}+3\text{OH}^{-}=\text{HPO}_4^{2-}+\text{PO}_4^{3-}+3\text{H}_2\text{O}$, 两边同乘以3再加3个 Ca^{2+} , 于是得离子方程式为 $3\text{Ca}^{2+}+6\text{H}_2\text{PO}_4^{-}+9\text{OH}^{-}=\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2+\text{PO}_4^{3-}+3\text{HPO}_4^{2-}+9\text{H}_2\text{O}$ 。易错写为 $5\text{Ca}^{2+}+4\text{H}_2\text{PO}_4^{-}+6\text{OH}^{-}=\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2+2\text{CaHPO}_4+6\text{H}_2\text{O}$, 原因是未考虑 Ca^{2+} 与 $\text{H}_2\text{PO}_4^{-}$ 的配比。

6. 【答案】 (1) $\text{Fe}+4\text{H}^{+}+\text{NO}_3^{-}=\text{Fe}^{3+}+\text{NO}\uparrow+2\text{H}_2\text{O}$
 (2) $3\text{Fe}+8\text{H}^{+}+2\text{NO}_3^{-}=3\text{Fe}^{2+}+2\text{NO}\uparrow+4\text{H}_2\text{O}$
 (3) $6\text{Fe}+2\text{OH}^{-}+5\text{NO}_3^{-}=3\text{Fe}^{3+}+3\text{Fe}^{2+}+5\text{NO}\uparrow+10\text{H}_2\text{O}$

【解析】 将Fe加入 HNO_3 的稀溶液中后, $\text{Fe}+4\text{H}^{+}+\text{NO}_3^{-}=\text{Fe}^{3+}+\text{NO}\uparrow+2\text{H}_2\text{O}$, HNO_3 反应完后继续加入Fe粉, 则有 $\text{Fe}+2\text{Fe}^{3+}=3\text{Fe}^{2+}$ 。因此, (1) 当 $x\leq 0.25a$ mol时, 反应的离子方

程式为 $\text{Fe}+4\text{H}^++\text{NO}_3^-=\text{Fe}^{3+}+\text{NO}\uparrow+2\text{H}_2\text{O}$ 。(2) 当 $x\geq 0.375a$ mol 时, 反应的离子方程式为 $3\text{Fe}+8\text{H}^++2\text{NO}_3^-=3\text{Fe}^{2+}+2\text{NO}\uparrow+4\text{H}_2\text{O}$; (3) 当 Fe 的量对于反应①过量而对于反应②不足时, 产物中既有 Fe^{3+} 也有 Fe^{2+} 。发生反应的有: $0.1\text{Fe}+0.4\text{H}^++0.1\text{NO}_3^-=0.1\text{Fe}^{3+}+0.1\text{NO}\uparrow+0.2\text{H}_2\text{O}$ ①; $0.02\text{Fe}+0.04\text{Fe}^{3+}=0.06\text{Fe}^{2+}$ ②; ①+②得总反应为 $0.12\text{Fe}+0.4\text{H}^++0.1\text{NO}_3^-=0.06\text{Fe}^{3+}+0.06\text{Fe}^{2+}+0.1\text{NO}\uparrow+0.2\text{H}_2\text{O}$, 经化简得总反应的离子方程式为: $6\text{Fe}+2\text{OH}^++5\text{NO}_3^-=3\text{Fe}^{3+}+3\text{Fe}^{2+}+5\text{NO}\uparrow+10\text{H}_2\text{O}$ 。

