



“离子反应”知识梳理

■ 师殿峰

一、离子反应

1. 离子反应的概念与本质

有离子参加或生成的反应叫做离子反应. 在中学阶段仅限于在溶液中进行的反应, 因此可以说离子反应是指在水溶液中有电解质参加的一类反应. 离子反应的本质是反应物的某些离子浓度减小.

2. 离子反应的类型

离子反应有复分解反应型和氧化还原反应型两种类型.

3. 离子反应的发生条件

(1) 复分解反应型离子反应的发生条件: 具备下列条件之一, 复分解反应型离子反应即可发生: ①生成难溶的物质; ②生成难电离的物质; ③生成挥发性的物质.

(2) 氧化还原反应型离子反应的发生条件: 强氧化剂 + 强还原剂 = 弱氧化剂(氧化产物) + 弱还原剂(还原产物).

4. 离子能否大量共存的判断

判断离子在溶液中能否大量共存, 就必须判断离子间在溶液中能否发生化学反应. 在溶液中, 若离子间彼此不发生任何化学反应, 则能大量共存; 若离子间能发生化学反应, 则不能大量共存. 同时, 须特别注意题中要求的条件, 如溶液的酸碱性、溶液中水电离出的 $c(\text{H}^+)$ 、与 Al 反应放出氢气的溶液、给定某物质或某离子的溶液、pH 或指示剂颜色的变化, 是否是无色溶液等(在常见离子中, Cu^{2+} 、 MnO_4^- 、 Fe^{3+} 、 Fe^{2+} 等为有色离子), 从而准确判断. 在溶液中离子间所发生的化学反应, 通常有以下几种情况:

(1) 生成难溶物或微溶物. 如: SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 PO_4^{3-} 、 SiO_3^{2-} 等分别与 Ba^{2+} 不能大量共存; Cl^- 、 Br^- 、 I^- 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 SO_3^{2-} 、 PO_4^{3-} 、 SiO_3^{2-} 等分别与 Ag^+ 不能大量共存; Ag^+ 、 Cu^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Fe^{3+} 、 Mg^{2+} 等分别与 OH^- 不能大量共存.

(2) 生成难电离的物质(弱酸、弱碱或水等). 如: CH_3COO^- 、 PO_4^{3-} 、 HPO_4^{2-} 、 H_2PO_4^- 、 F^- 、 ClO^- 、 OH^- 等分别与 H^+ 不能大量共存, NH_4^+ 、 H_2PO_4^- 、 HPO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、 HSO_3^- 、 HS^- 等分别与 OH^- 不能大量共存.

(3) 生成挥发性物质. 如: CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 SO_3^{2-} 、 HSO_3^- 、 S^{2-} 、 HS^- 等分别与 H^+ 不能大量共存.

(4) 发生氧化还原反应. 如: Fe^{3+} 与 S^{2-} 、 I^- 、 SO_3^{2-} 等不能大量共存; 在 H^+ 存在下, MnO_4^- (或 NO_3^-) 分别与 Fe^{2+} 、 S^{2-} 、 I^- 等不能大量共存; S^{2-} 、 I^- 、 Fe^{2+} 等分别与 ClO^- 不能大量共存.

(5) 发生络合反应. 如 Fe^{3+} 与 SCN^- 、 $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$ 等不能大量共

存.

二、离子方程式

1. 离子方程式的概念与适用条件

用实际参加反应的离子符号表示离子反应的式子叫做离子方程式. 离子方程式适用于在水溶液中进行的离子反应.

2. 离子方程式的意义

离子方程不仅可以表示一定物质间的某个反应, 而且可以表示所有同一类型的离子反应. 如 $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$, 不仅可以表示盐酸与 NaOH 溶液的反应, 而且可以表示强酸(或 NaHSO_4 、 KHSO_4) 溶液与强碱溶液生成可溶性盐和水反应.

3. 离子方程式的书写步骤

(1) 写: 写出反应的化学方程式.

(2) 拆: 把易溶于水、且易电离的物质拆写成离子形式, 而难溶的物质、难电离的物质和气体等仍用化学式表示.

(3) 删: 删去方程式两边不参加反应的离子.

(4) 查: 检查方程式两边各元素的原子个数和电荷数是否相等.

4. 离子方程式书写的注意事项

(1) 不是在溶液中进行的离子反应, 不能用离子方程式表示. 如固体物质与浓 H_2SO_4 的反应及实验室加热 NH_4Cl 固体与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 固体混合物制氨气的反应一般不用离子方程式表示.

(2) 离子方程式必须符合客观事实. 如铁与稀硫酸或稀盐酸反应的离子方程式, 若写为 $2\text{Fe} + 6\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2 \uparrow$ 则是错误的, 其正确的离子方程式为 $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$.

(3) 难溶物、难电离的物质(弱酸、弱碱、水等)、气体、单质及氧化物一律用化学式表示.

(4) 微溶物作反应物时, 若微溶物处于溶解状态写成离子形式, 若微溶物处于固体或浑浊状态写成化学式; 微溶物作生成物时, 一般写成化学式. 如澄清石灰水与过量 CO_2 反应的离子方程式, 若写为 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{CO}_2 = \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$ 则是错误的, 其正确的离子方程式为 $\text{OH}^- + \text{CO}_2 = \text{HCO}_3^-$; 石灰乳与 Na_2CO_3 溶液反应的离子方程式, 若写为 $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 \downarrow$ 则是错误的, 其正确的离子方程式为 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_3^{2-} = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{OH}^-$; CaCl_2 溶液与 NaOH 溶液反应的离子方程式为 $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Ca}(\text{OH})_2 \downarrow$.

(5) 弱酸的酸式酸根离子(如 HSO_3^- 、 HS^- 、 HCO_3^- 、 H_2PO_4^- 、 HPO_4^{2-} 等)不能拆写.

(6) 离子方程式应同时满足质量守恒和电荷守恒. 如钠与

水反应的离子方程式,若写为 $\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$ 则是错误的,其正确的离子方程式为 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$.

(7)不能漏写部分离子反应.如 CuSO_4 溶液与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应的离子方程式,若写为 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$ 或 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$ 则均是错误的,其正确的离子方程式为 $\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{BaSO}_4 \downarrow$.

(8)要注意同一物质中阴、阳离子个数的比例关系.如稀 H_2SO_4 与 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液反应的离子方程式,若写为 $\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- = \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 则是错误的,其正确的离子方程式为 $2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- = \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$.

(9)离子方程式应符合反应物用量的关系.如 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液与过量 NaOH 溶液反应的离子方程式,若写为 $\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 则是错误的,其正确的离子方程式为 $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + 2\text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$.又如 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液与少量 NaOH 溶液反应的离子方程式,若写为 $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + 2\text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ 则是错误的,其正确的离子方程式为 $\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^- = \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$.

三、高考题赏析

1. 考查离子能否大量共存的判断

例1 (2013年广东理综卷)水溶液中能大量共存的一组离子是()

- (A) Na^+ 、 Al^{3+} 、 Cl^- 、 CO_3^{2-}
- (B) H^+ 、 Na^+ 、 Fe^{2+} 、 MnO_4^-
- (C) K^+ 、 Ca^{2+} 、 Cl^- 、 NO_3^-
- (D) K^+ 、 NH_4^+ 、 OH^- 、 SO_4^{2-}

解析:(A)组中的 Al^{3+} 与 CO_3^{2-} 能够发生双水解反应而不能大量共存;(B)组中的 MnO_4^- 在 H^+ 存在下能够将 Fe^{2+} 氧化而不能大量共存;(C)组中的离子彼此不反应而能够大量共存;(D)组中的 NH_4^+ 与 OH^- 能够反应生成难电离的 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 而不能大量共存.故答案为(C).

例2 (2013年江苏化学卷)常温下,下列各组离子在指定溶液中一定能大量共存的是().

- (A)使甲基橙变红色的溶液: Mg^{2+} 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^-
- (B)使酚酞变红色的溶液: Na^+ 、 Cu^{2+} 、 HCO_3^- 、 NO_3^-
- (C) $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ AgNO}_3$ 溶液: H^+ 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 、 I^-
- (D) $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaAlO}_2$ 溶液: H^+ 、 Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-}

解析:对于(A)组,使甲基橙变红色的溶液为酸性溶液(有大量的 H^+),在酸性溶液中该组的四种离子彼此不反应而一定能大量共存;对于(B)组,使酚酞变红色的溶液为碱性溶液(有大量的 OH^-),该组的 Cu^{2+} 和 HCO_3^- 均能与 OH^- 反应(且 Cu^{2+} 和 HCO_3^- 也能够反应)而不能大量共存;对于(C)组,该组的

SO_4^{2-} 和 I^- 均能够与 Ag^+ 反应而不能大量共存;对于(D)组,该组的 H^+ 能够与 AlO_2^- 反应而不能大量共存.故答案为(A).

2. 考查离子方程式正误的判断

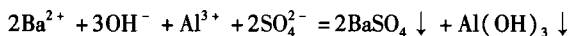
例3 (2013年全国理综卷II)能正确表示下列反应的离子方程式是()

- (A)浓盐酸与铁屑反应: $2\text{Fe} + 6\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2 \uparrow$
- (B)钠与 CuSO_4 溶液反应: $2\text{Na} + \text{Cu}^{2+} = \text{Cu} \downarrow + 2\text{Na}^+$
- (C) NaHCO_3 溶液与稀 H_2SO_4 反应: $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$
- (D)向 FeCl_3 溶液中加入 $\text{Mg}(\text{OH})_2$: $3\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{Fe}^{3+} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{Mg}^{2+}$

解析:(A)错在不符合客观事实, H^+ 的氧化性较弱,浓盐酸与铁屑反应生成 Fe^{2+} ,其正确的离子方程式为 $\text{Fe} + 2\text{H}^+ = \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$;(B)错在不符合客观事实,钠与 CuSO_4 溶液反应的实质是 Na 先与水反应,生成的 NaOH 再与硫酸铜反应,其正确的离子方程式为 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cu}^{2+} = 2\text{Na}^+ + \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{H}_2 \uparrow$;(C)错在将难电离的 HCO_3^- 拆开书写,其正确的离子方程式为 $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ = \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$;而(D)符合离子方程式的书写原则.故答案为(D).

例4 (2013年全国理综大纲卷)能正确表示下列反应的离子方程式是()

- (A)用过量氨水吸收工业尾气中的 SO_2 :
 $2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 = 2\text{NH}_4^+ + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
- (B)氯化钠与浓硫酸混合加热:
 $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{Cl}^- \xrightarrow{\Delta} \text{SO}_2 \uparrow + \text{Cl}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- (C)磁性氧化铁溶于稀硝酸:
 $3\text{Fe}^{2+} + 4\text{H}^+ + \text{NO}_3^- = 3\text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 3\text{H}_2\text{O}$
- (D)明矾溶液中滴入 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液使 SO_4^{2-} 恰好完全沉淀:



解析:(B)错在不是离子反应,且产物不符合客观事实,其正确的化学方程式为 $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaCl} \xrightarrow{\Delta} \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl} \uparrow$ 或 $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaCl} \xrightarrow{\Delta} \text{NaHSO}_4 + \text{HCl} \uparrow$;(C)错在将难溶的磁性氧化铁写成离子形式,其正确的离子方程式为 $3\text{Fe}_3\text{O}_4 + 28\text{H}^+ + \text{NO}_3^- = 9\text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 24\text{H}_2\text{O}$;(D)错在 Ba^{2+} 与 OH^- 不符合配比关系(应是2:4)、产物为 BaSO_4 沉淀和 AlO_2^- 及 H_2O ,其正确的离子方程式为 $2\text{Ba}^{2+} + 4\text{OH}^- + \text{Al}^{3+} + 2\text{SO}_4^{2-} = 2\text{BaSO}_4 \downarrow + \text{AlO}_2^- + 2\text{H}_2\text{O}$;而(A)符合离子方程式的书写原则.故答案为(A).

[河南省鲁山县第三高级中学(467300)]