

例谈高考对离子反应的考查

黑龙江生态工程职业学院 150025 张淑琴

离子反应是历年高考必考内容,高考对离子反应的主要考查方式一是离子能否大量共存,二是离子方程式的书写及正误判定。笔者对近三年江苏高考化学试题统计,离子反应考查重现率100%。

一、离子共存题

离子反应不计其数,但基本上可分为两类:一类是离子互换类,属于非氧化还原反应;另一类是电子转移氧化还原反应。离子大量共存的本质是离子间不发生离子反应且满足题设条件,如溶液颜色、酸碱度等。

1. 考查溶液酸碱性

例1 (2013年江苏)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. 使酚酞变红的溶液: Na^+ 、 Cu^{2+} 、 HCO_3^- 、 NO_3^-
 C. 0.1 mol/L AgNO_3 溶液: H^+ 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 、 I^-
 D. 0.1 mol/L NaAlO_2 溶液: H^+ 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 Cl^-

解析 A选项使甲基橙变红的溶液显酸性,在酸性溶液中: Mg^{2+} 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 可以大量共存;B选项能使酚酞变红的溶液呈碱性, OH^- 能与 Cu^{2+} 结合成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 沉淀,还能使 HCO_3^- 生成 CO_3^{2-} ;C选项 Ag^+ 与 I^- 可结合成 AgI 沉淀;D选项 AlO_2^- 只存在于碱性溶液中,所以不能与 H^+ 共存。答案A。

例2 下列各溶液中一定能大量共存的离子组是()。

- A. 加入铝粉有氢气生成的溶液中: Mg^{2+} 、 Cu^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 K^+
 B. 使pH试纸呈红色的溶液中: Fe^{2+} 、 I^- 、 NO_3^- 、 Cl^-
 C. 常温下, $c(\text{H}^+) = 10^{-14}$ mol/L的溶液中, Na^+ 、 AlO_2^- 、 S^{2-} 、 SO_3^{2-}
 D. 常温下,水电离出的 $c(\text{H}^+)$ 和 $c(\text{OH}^-)$ 乘积为 10^{-28} 的溶液中: K^+ 、 Na^+ 、 HCO_3^- 、 Ca^{2+}

解析 加入铝粉有氢气生成的溶液为酸性或强碱性,强碱性溶液中 Mg^{2+} 和 Cu^{2+} 与 OH^- 反应生成难溶的 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Cu}(\text{OH})_2$,而不能大量共存,选项A错;pH试纸呈红色的溶液为酸性,酸

性溶液中 NO_3^- 具有氧化性,可与 Fe^{2+} 、 I^- 发生反应: $4\text{H}^+ + \text{NO}_3^- + 3\text{Fe}^{2+} = 3\text{Fe}^{3+} + \text{NO} \uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$, $8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- + 6\text{I}^- = 3\text{I}_2 + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$,B错; $c(\text{H}^+) = 10^{-14}$ mol/L溶液中 $c(\text{OH}^-) = 1$ mol/L,呈强碱性, Na^+ 、 AlO_2^- 、 S^{2-} 、 SO_3^{2-} 可以大量共存,C正确;任何条件下水电离出的 H^+ 和 OH^- 浓度均相等,此溶液中水电离的 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) = 10^{-14}$ mol/L即水的电离被抑制。溶液应为 H^+ 浓度为1 mol/L的强酸性溶液,此时 HCO_3^- 不能大量存在,或 OH^- 浓度为1 mol/L的碱性溶液,此时 HCO_3^- 、 Ca^{2+} 不能大量存在,D错。答案C。

2. 考查溶液颜色

例3 下列某无色溶液中,能大量共存的离子组是()。

- A. NH_4^+ 、 Cu^{2+} 、 K^+ 、 Cl^- B. Na^+ 、 AlO_2^- 、 K^+ 、 NO_3^-
 C. MnO_4^- 、 K^+ 、 SO_4^{2-} 、 Na^+ D. K^+ 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 、 Ba^{2+}

解析 A项中 Cu^{2+} 为蓝色,C项中 MnO_4^- 为紫红色,A、C错;D项中 Ba^{2+} 与 SO_4^{2-} 不能大量共存。答案B。

3. 考查微粒间的化学反应

例4 在同一溶液中,含有 Na^+ 、 I^- 、 Ba^{2+} 、 Cl^- 等离子,则该溶液的pH和介质是()。

- A. pH=1 稀硝酸为介质
 B. pH=3 H_2SO_4 溶液为介质
 C. pH=8 NaClO 溶液为介质
 D. pH=12 氨水为介质

解析 A选项, HNO_3 为氧化性酸, I^- 不能共存(见例2选项B),A错误;B选项, Ba^{2+} 不能存在: $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4 \downarrow$,B错误;C选项, NaClO 溶液具有氧化性,不能与 I^- 共存,C错误;答案D。

例5 (2013年安徽)下列分子或离子在指定的分散系中能大量共存的是()。

- A. 银氨溶液: Na^+ 、 K^+ 、 NO_3^- 、 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
 B. 空气: C_2H_2 、 CO_2 、 SO_2 、 NO
 C. 氢氧化铁胶体: H^+ 、 K^+ 、 S^{2-} 、 Br^-
 D. 高锰酸钾溶液: H^+ 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、葡萄糖分子

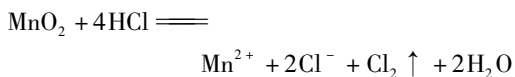
解析 A 项银氨溶液的制取是向 AgNO_3 溶液滴加氨水至过量,所以 A 选项正确。B 选项空气中的 O_2 与 NO 反应不能共存。C 选项中 H^+ 既能与 S^{2-} 结合又可使 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体溶解。D 选项中葡萄糖是多羟基醛,具有还原性,能被酸性高锰酸钾氧化。正确答案 A。

二、离子方程式正误判断

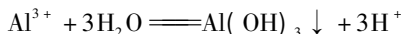
离子方程式正误判断考查的主要知识点:反应微粒的表示方法(是离子还是分子);反应产物是否符合反应事实;离子方程式是否遵循守恒原则(包括质量守恒、电荷守恒、得失电子守恒)以及反应条件、物质状态标注是否正确等。

例 6 (2013 年江苏)下列表示对应的化学反应的离子反应方程式正确的是()。

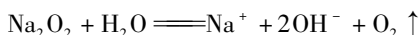
A. MnO_2 与浓盐酸反应制 Cl_2 :



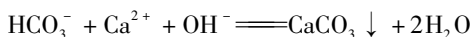
B. 明矾溶于水产生 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 胶体:



C. Na_2O_2 溶于水产生 O_2 :



D. $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液与少量 NaOH 溶液反应:

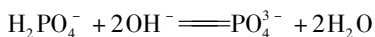


解析 A 项中 HCl 为强酸,用 H^+ 、 Cl^- 离子表示。B 项中 Al^{3+} 离子水解方程式是可逆的,且生成的 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 是胶体不是沉淀。C 项离子方程式没有配平。D 项正确,酸式盐与强碱反应应按“以少定多”的原则书写化学方程式,即先将少量物质中实际参加反应的离子按化学式的组成写出,过量物质实际参加反应的离子数,由少量物质的离子数目的消耗来确定。

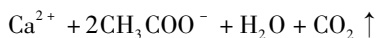
例 7 下列离子方程式书写错误正确的是()。

A. 铁与盐酸反应: $2\text{Fe} + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2 \uparrow$

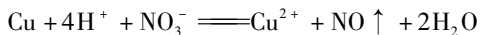
B. 磷酸二氢钙溶液跟氢氧化钙溶液反应:



C. 碳酸钙和醋酸反应:



D. 铜片与稀硝酸反应:

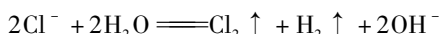


解析 A 选项,铁与盐酸反应的正确产物为

FeCl_2 , A 错误; B 选项,二者反应产物 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 不溶于水,应用化学式表示, B 错误; D 选项氧化剂和还原剂之间得失电子不守恒,即离子方程式未配平, D 错误,答案 C。

例 8 下列离子方程式书写正确的是()。

A. 用铂电极电解 MgCl_2 溶液:



B. 氟气与水反应: $\text{F}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{F}^- + \text{HFO}$

C. 硫化钠水溶液呈碱性: $\text{S}^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} + 2\text{OH}^-$

D. 含等物质的量的 KHCO_3 和 $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液等体积混合: $\text{HCO}_3^- + \text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{BaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$

解析 A 选项电解产物的 OH^- 与 Mg^{2+} 形成 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 沉淀, A 错误; B 选项反应产物错误,正确的离子方程式 $2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{F}^-$; C 选项盐类的水解从第一步水解为主,即 $\text{S}^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HS}^- + \text{OH}^-$; 答案 D。

三、推断题

例 9 一混合物水溶液中可存在下列离子中的一种或几种: K^+ 、 NH_4^+ 、 Cl^- 、 Mg^{2+} 、 Ba^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 SO_4^{2-} , 现取三份 100 mL 溶液进行如下实验:

(1) 第一份加入 AgNO_3 溶液有沉淀产物; (2) 第二份加足量 NaOH 溶液加热后,收集到气体 0.04 mol; (3) 第三份加足量 BaCl_2 溶液后得到干燥沉淀 6.27 g,经足量盐酸洗涤、干燥后,沉淀质量为 2.33 g。根据上述实验,以下推断正确的是()。

A. K^+ 一定存在

B. 100 mL 溶液中含 0.01 mol CO_3^{2-}

C. Cl^- 可能存在

D. Ba^{2+} 一定不存在, Mg^{2+} 可能存在

解析 实验(1)加入 AgNO_3 有沉淀产生,推断原溶液可能存在 Cl^- 、 CO_3^{2-} 或 SO_4^{2-} ; 实验(2)生成的气体为氨,推断原溶液含 NH_4^+ 0.04 mol。实验(3)得到的沉淀可能是 BaSO_4 或 BaCO_3 , 其中不溶于 HCl 的是 BaSO_4 , 溶于 HCl 的是 BaCO_3 , SO_4^{2-} 物质的量 $n = 2.33 \text{ g} / 233 \text{ g/mol} = 0.01 \text{ mol}$, CO_3^{2-} 物质的量 $n = (6.27 \text{ g} - 2.33 \text{ g}) / 197 \text{ g/mol} = 0.02 \text{ mol}$, 此项实验还可以确定原溶液不含有 Ba^{2+} 、 Mg^{2+} 。

以上实验不能确定是否存在 Cl^- , 但由电荷守恒原则可确定一定存在 K^+ 。答案 A。

(收稿日期: 2013-11-12)