

“离子反应”复习导航

河南省鲁山县第三高级中学 (467300) 师殿峰

一、知识归纳

1. 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):

- 生成难溶的物质;
- 生成难电离的物质;
- 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; 若离子间有化学反应发生, 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

► 解析 由于短周期主族元素 X、Y、Z、W 原子序数依次增大, Y 是至今发现的非金属性最强的元素, 所以 Y 是 F 元素; X 原子序数比 Y 的小, 且最外层有 6 个电子, 故 X 是 O 元素, Z 在周期表中处于周期序数等于族序数的位置, 故 Z 为 Al 元素, W 的单质广泛用作半导体材料, 所以 W 是 Si 元素. X、Y、Z、W 最外层电子数依次为 6、7、3、4, 故 A 正确; 由于电子层

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.

2. 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离子反应.

(2) 离子方程式的意义: 离子方程式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的反应.

(3) 离子方程式的书写步骤: 离子方程式的书

数越多, 半径越大, 同周期从左向右原子半径依次减小(稀有气体除外), 故原子半径由大到小的顺序是 $\text{Al} > \text{Si} > \text{O} > \text{F}$, $\text{Z} > \text{W} > \text{X} > \text{Y}$, 即 B 错误; 由于 Al 是金属元素, 而本选项主要体现的是非金属性, 故 C 错误; 非金属性越强, 其氢化物越稳定, 因非金属性 $\text{F} > \text{O} > \text{Si}$, 因此氢化物稳定性为: $\text{HF} > \text{H}_2\text{O} > \text{SiH}_4$, 故 D 错误.

(收稿日期: 2015-06-15)

写通常分为以下四步:

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: 离子方程式的书写需要注意以下十个方面的问题.

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 $2\text{Fe} + 6\text{H}^+ \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{3+} + 3\text{H}_2 \uparrow$ 则是错误的, 其正确的离子方程式为 $\text{Fe} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 \uparrow$.

③强酸、强碱和易溶于水且完全电离的盐应拆写成离子形式, 而难溶物、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氨水作为反应物写为“ $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ”; 氨水作为生成物, 若有加热条件或浓度很大时, 写为“ $\text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ ”, 否则写为“ $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ”.

⑤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 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$ 则是错误的, 其正确的离子方程式为 $\text{OH}^- + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{HCO}_3^-$; 石灰乳与 Na_2CO_3 溶液反应的离子方程式, 若写为 $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow$ 则是错误的, 其正确的离子方程式为 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_3^{2-} \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{OH}^-$; CaCl_2 溶液与 NaOH 溶液反应的离子方程式为 $\text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Ca}(\text{OH})_2 \downarrow$.

⑥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.

⑦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 $\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$ 则是错误的, 其正确的离子方程式为 $2\text{Na} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{Na}^+ + 2\text{OH}^- + \text{H}_2 \uparrow$.

⑧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 $\text{Cu}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow$ 或 $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow$

则均是错误的, 其正确的离子方程式为 $\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{OH})_2 \downarrow + \text{BaSO}_4 \downarrow$.

⑨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 $\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 则是错误的, 其正确的离子方程式为 $2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$.

⑩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 $\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ 则是错误的, 其正确的离子方程式为 $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$. 又如 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液与少量 NaOH 溶液反应离子方程式, 若写为 $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}_2\text{O}$ 则是错误的, 其正确的离子方程式为 $\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$.

(5) 离子方程式正误的判断: 判断离子方程式的正误, 就必须判断其是否符合离子方程式的书写原则. 若符合离子方程式的书写原则, 则是正确的; 若不符合离子方程式书写的任一原则(如不符合客观事实, 表示各物质的化学式或离子符号书写不正确, 质量或电荷不守恒, 漏写部分离子反应, 反应物或产物的阴阳离子的配比关系不正确, 不符合反应物用量的关系, 连接符号或状态符号应用不正确等), 则是错误的. 通常要做到七看: 一看是否符合客观事实; 二看表示各物质的化学式或离子符号书写是否正确; 三看质量或电荷是否守恒; 四看是否漏写部分离子反应; 五看反应物或产物的阴阳离子的配比关系是否正确; 六看是否符合反应物用量的关系; 七看连接符号(“ $\rightleftharpoons$ ”或“ $\rightleftharpoons$ ”)和状态符号(“ $\uparrow$ ”或“ $\downarrow$ ”)应用是否正确.

二、高考题例析

1. 考查离子能否大量共存的判断

例1 (2014年山东理综卷) 下列有关溶液组成的描述合理的是().

- A. 无色溶液中可能大量存在 Al^{3+} 、 NH_4^+ 、 Cl^- 、 S^{2-}
- B. 酸性溶液中可能大量存在 Na^+ 、 ClO^- 、 SO_4^{2-} 、 I^-
- C. 弱碱性溶液中可能大量存在 Na^+ 、 K^+ 、 Cl^- 、 HCO_3^-
- D. 中性溶液中可能大量存在 Fe^{3+} 、 K^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-}

解析 对于 A 项, Al^{3+} 与 S^{2-} 能够发生双水解反应而不能大量共存; 对于 B 项, 在酸性溶液中 ClO^- 能将 I^- 氧化而不能大量共存; 对于 C 项, 弱碱

性溶液中四种离子彼此不反应而能够大量共存(HCO_3^- 水解使溶液呈弱碱性,即弱碱性溶液中 HCO_3^- 能够大量共存);对于D项,在中性溶液中 Fe^{3+} 能够发生强烈的水解反应生成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀而不能大量共存.故答案为C.

例2 (2014年江苏化学卷) 25℃时,下列各组离子在指定溶液中一定能大量共存的是().

A. pH=1的溶液中: Na^+ 、 K^+ 、 MnO_4^- 、 CO_3^{2-}

B. $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-13} \text{ mol/L}$ 的溶液中:

Mg^{2+} 、 Cu^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^-

C. 0.1 mol/L NH_4HCO_3 溶液中:

K^+ 、 Na^+ 、 NO_3^- 、 Cl^-

D. 0.1 mol/L FeCl_3 溶液中:

Fe^{2+} 、 NH_4^+ 、 SCN^- 、 SO_4^{2-}

解析 pH=1的溶液中有大量的 H^+ , H^+ 能与A组中的 CO_3^{2-} 反应而不能大量共存; $c(\text{H}^+) = 1 \times 10^{-13} \text{ mol/L}$ 的溶液为强碱性溶液,在强碱性溶液中有大量的 OH^- , OH^- 能与B组的 Mg^{2+} 、 Cu^{2+} 反应而不能大量共存;在0.1 mol/L NH_4HCO_3 溶液中,C组离子彼此不反应而能够大量共存;0.1 mol/L FeCl_3 溶液中有大量的 Fe^{3+} , Fe^{3+} 能与D组的 SCN^- 反应(发生络合反应生成络合物)而不能大量共存.故答案为C.

2. 考查离子方程式正误的判断

例3 (2014年四川理综卷) 能正确表示下列反应的离子方程式是().

A. Cl_2 通入 NaOH 溶液:

$\text{Cl}_2 + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$

B. NaHCO_3 溶液中加入稀 HCl :

$\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

C. AlCl_3 溶液中加入过量稀氨水:

$\text{Al}^{3+} + 4\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{AlO}_2^- + 4\text{NH}_4^+ + 2\text{H}_2\text{O}$

D. Cu 溶于稀 HNO_3 :

$3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightleftharpoons 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$

解析 A项错在质量不守恒和电荷不守恒,其正确的离子方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Cl}^- + \text{ClO}^- + \text{H}_2\text{O}$;B项错在将难电离的弱酸的酸式酸根离子写成离子形式,其正确的离子方程式为 $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$;C项错在产物不符合客观事实,产物有 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀生成(氢氧化铝不溶于氨水),其正确的离子方程式为 $\text{Al}^{3+} + 3\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{NH}_4^+$;而D项符合离子方程式的书写原则.故答案为D.

例4 (2014年江苏化学卷) 下列指定反应的

离子方程式正确的是().

A. Cu 溶于稀硝酸 HNO_3 :

$\text{Cu} + 2\text{H}^+ + \text{NO}_3^- \rightleftharpoons \text{Cu}^{2+} + \text{NO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

B. $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 溶液与过量 NaOH 溶液反

应制 $\text{Fe}(\text{OH})_2$:

$\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$

C. 用 CH_3COOH 溶解 CaCO_3 :

$\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$

D. 向 NaAlO_2 溶液中通入过量 CO_2 制 $\text{Al}(\text{OH})_3$:

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

解析 A项错在还原产物不符合客观事实(应为 NO),且电荷不守恒,其正确的离子方程式为 $3\text{Cu} + 8\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- \rightleftharpoons 3\text{Cu}^{2+} + 2\text{NO} \uparrow + 4\text{H}_2\text{O}$;B项错在漏写 NH_4^+ 与 OH^- 之间的离子反应,其正确的离子方程式为 $2\text{NH}_4^+ + \text{Fe}^{2+} + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$;C项错在将难电离的 CH_3COOH 写成离子形式,其正确的离子方程式为 $\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+} + 2\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$;向 NaAlO_2 溶液中通入过量 CO_2 生成 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 沉淀和 NaHCO_3 ,且D项符合离子方程式的书写原则.故答案为D.

3. 考查离子方程式的意义

例5 (2010年全国理综卷II) 下列反应中,可用离子方程式 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$ 表示的是().

A. $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{NaCl} + \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$

B. $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{MgCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

C. $\text{NaOH} + \text{NaHCO}_3 \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

D. $\text{NaOH} + \text{HNO}_3 \rightleftharpoons \text{NaNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

解析 因离子方程式 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$ 表示强酸(或 NaHSO_4 、 KHSO_4)与强碱生成可溶性盐和水的反应,则只有D项符合题意.或将题给化学方程式改写为离子方程式:A项的离子方程式为 $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$,B项的离子方程式为 $\text{Mg}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Mg}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$,C项的离子方程式为 $\text{OH}^- + \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$,D项的离子方程式为 $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}$;显然,只有D项符合题意.故答案为D.

4. 考查离子的推断

例6 (2013年上海化学卷) 某溶液可能含有 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} 、 NH_4^+ 、 Fe^{3+} 、 Al^{3+} 和 K^+ .取该溶液100 mL,加入过量 NaOH 溶液,加热,得到0.02 mol气体,同时产生红褐色沉淀;过滤,洗涤,灼烧,得到1.6 g

固体; 向上述滤液中加足量 BaCl_2 溶液, 得到 4.66 g 不溶于盐酸的沉淀. 由此可知原溶液中().

A. 至少存在 5 种离子

B. Cl^- 一定存在, 且 $c(\text{Cl}^-) \geq 0.4 \text{ mol/L}$

C. SO_4^{2-} 、 NH_4^+ 一定存在, Cl^- 可能不存在

D. CO_3^{2-} 、 Al^{3+} 一定不存在, K^+ 可能存在

解析 100 mL 溶液中加入过量 NaOH 溶液, 加热, 得到 0.02 mol 气体, 同时产生红褐色沉淀; 说明含有 0.02 mol NH_4^+ , 并且含有 Fe^{3+} , 则不存在 CO_3^{2-} ; 因红褐色沉淀灼烧得到 1.6 g 固体为 Fe_2O_3 , 则含有 0.02 mol Fe^{3+} ; 因向滤液中加足量 BaCl_2 溶液, 得到 4.66 g 不溶于盐酸的沉淀为 BaSO_4 , 说明含有 0.02 mol SO_4^{2-} ; 但无法判断 Al^{3+} 、 K^+ 是否存在; 则根据电荷守恒原理可知一定含有 Cl^- , 且 $c(\text{Cl}^-) \geq 0.4 \text{ mol/L}$. 若不存在 Al^{3+} 和 K^+ , 根据电荷守恒原理得, $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{Fe}^{3+}) \times 3 = c(\text{SO}_4^{2-}) \times 2 + c(\text{Cl}^-)$, 即 $0.2 \text{ mol/L} + 0.2 \text{ mol/L} \times 3 = 0.2 \text{ mol/L} \times 2 + c(\text{Cl}^-)$, 解得 $c(\text{Cl}^-) = 0.4 \text{ mol/L}$; 若存在 Al^{3+} 和 K^+ , 同理可解得 $c(\text{Cl}^-) > 0.4 \text{ mol/L}$; 从而可知, 溶液中一定存在 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 NH_4^+ 和 Fe^{3+} 四种离子, 一定不存在 CO_3^{2-} , 可能存在 Al^{3+} 和 K^+ , 则只有 B 项正确. 故答案为 B.

例 7 (2014 年上海化学卷) 某未知溶液可能含 Cl^- 、 CO_3^{2-} 、 Na^+ 、 SO_4^{2-} 、 Al^{3+} . 将溶液滴在蓝色石蕊试纸上, 试纸变红. 取少量试液, 滴加硝酸酸化的氯化钡溶液, 有白色沉淀生成; 在上层清液中滴加硝酸银溶液, 产生白色沉淀. 下列判断合理的是().

A. 一定有 Cl^- B. 一定有 SO_4^{2-}

C. 一定没有 Al^{3+} D. 一定没有 CO_3^{2-}

解析 因将溶液滴在蓝色石蕊试纸上, 试纸变红, 说明溶液显酸性, 则一定没有 CO_3^{2-} . 取少量试液, 滴加硝酸酸化的氯化钡溶液, 有白色沉淀生成, 则一定有 SO_4^{2-} ; 在其上层清液中滴加硝酸银溶液, 产生白色沉淀, 则白色沉淀是氯化银, 但由于加入了氯化钡溶液而引入了 Cl^- , 则不能确定原溶液中是否含有 Cl^- . 根据电中性原理可知, Na^+ 和 Al^{3+} 至少有一种. 故答案为 B、D.

5. 考查根据离子反应推断物质

例 8 (2009 年全国理综高考题卷 II) 现有 A、B、C、D、E、F 六种化合物, 已知它们的阳离子有 K^+ 、 Ag^+ 、 Ca^{2+} 、 Ba^{2+} 、 Fe^{2+} 、 Al^{3+} , 阴离子有 Cl^- 、 OH^- 、 CH_3COO^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 CO_3^{2-} , 现将它们分别配成 0.1 mol/L 的溶液, 进行如下实验:

①测得溶液 A、C、E 呈碱性, 且碱性为 $A > E > C$;

②向 B 溶液中滴加稀氨水, 先出现沉淀, 继续滴加氨水, 沉淀消失;

③向 D 溶液中滴加 $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ 溶液, 无明显现象;

④向 F 溶液中滴加氨水, 生成白色絮状沉淀, 沉淀迅速变成灰绿色, 最后变成红褐色. 根据上述实验现象, 回答下列问题:

(1) 实验②中反应的化学方程式 _____;

(2) E 溶液是 _____, 判断依据是 _____;

(3) 写出下列四种化合物的化学式:

A _____, C _____, D _____, F _____.

解析 因 CO_3^{2-} 只与六种阳离子中的 K^+ 不反应, 则 CO_3^{2-} 能与 K^+ 形成显碱性的溶液; 另外可能形成碱性溶液的为碱或醋酸盐溶液, 由于 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 微溶, 则碱为 $\text{Ba}(\text{OH})_2$; 由于醋酸的酸性大于碳酸, CO_3^{2-} 的水解能力大于 CH_3COO^- , 碳酸盐溶液的碱性大于醋酸盐溶液, 由实验①可知, A 为 $\text{Ba}(\text{OH})_2$, E 为 K_2CO_3 , C 为醋酸盐. 由实验②可知, B 中的阳离子为 Ag^+ , 而 Ag^+ 只与 NO_3^- 不反应, 则 B 为 AgNO_3 . 由实验④可知, F 中的阳离子为 Fe^{2+} ; 由实验③可知, D 中不含 SO_4^{2-} ; 则 F 为 FeSO_4 . 因 CH_3COO^- 能够与 Al^{3+} 发生双水解反应, 则 C 为 $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$; 从而可知 D 为 AlCl_3 .

故答案为:

(1) $\text{AgNO}_3 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{AgOH} \downarrow + \text{NH}_4\text{NO}_3$

$\text{AgOH} + 2\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} = \text{Ag}(\text{NH}_3)_2\text{OH} + 2\text{H}_2\text{O}$

(2) K_2CO_3 ; 由实验①中碱性强弱的顺序可知, E 是碳酸盐, 六种阳离子中可以与碳酸根离子形成可溶性盐的只有钾离子, 所以 E 是 K_2CO_3 .

(3) $\text{Ba}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, AlCl_3 , FeSO_4 .

例 9 (2012 年海南化学卷) 两种盐的固体混合物:

①加热时有气体产生,

②加水溶解时有沉淀生成, 且沉淀溶于稀盐酸. 满足上述条件的混合物是().

A. BaCl_2 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ B. AgNO_3 和 NH_4Cl

C. FeCl_3 和 NaHCO_3 D. KCl 和 Na_2CO_3

解析 对于 A 项, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ 加热时会分解放出气体, BaCl_2 和 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ 溶于水有 BaSO_3 沉淀生成, 且 BaSO_3 沉淀溶于稀盐酸, A 项符合题意; 对于 B 项, AgNO_3 和 NH_4Cl 加热时均会分解放出气体, AgNO_3 和 NH_4Cl 溶于水有 AgCl 沉淀生成, 但 AgCl 沉淀不能溶于稀盐酸, B 项不符合题意; 对于 C 项, NaHCO_3 加热时会分解放出气体, FeCl_3 和

综合法在化学计算中的应用

黑龙江省大庆实验中学 (163316) 张万霞 刘 鹏

综合法,就是将具有一定关系的不同事物联合起来,作为一个整体进行研究的思维方法.运用这种思维方法解答化学计算题,可开辟解题捷径,简化运算过程.

一、按物质的性质进行综合

思维方法 将性质相似的物质的有关物理量联系起来,建立计算关系.

例1 把 6.56 g NaHCO_3 和 $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 的混合物溶于水,制成 100 mL 溶液,则溶液中 Na^+ 浓度为 0.500 mol/L. 如果将 6.56 g 这种混合物加热到恒重,质量会减轻多少克?

评讲 题目所讨论的混合物中的两种成分,溶于水都会电离出 Na^+ , 加热都会分解,并且都生成 Na_2CO_3 固体. 因此,这两种成分的质量、电离产生 Na^+ 的物质的量、分解得到的 Na_2CO_3 的质量都可以联合起来考虑,不必分开求解.

$$\text{解 } n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{1}{2}n(\text{Na}^+)$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.500 \times 100 \times 10^{-3}$$

$$= 0.0250(\text{mol})$$

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0.0250 \times 106 = 2.65(\text{g})$$

加热后减轻的质量为:

$$6.56 - 2.65 = 3.91(\text{g})$$

例2 把一定量的碳酸钠、碳酸氢钠和硫酸钠的混合物溶解在 200 mL 浓度为 1.00 mol/L 的盐酸中,完全反应后,生成的二氧化碳在标准状况下的体积为 2016 mL. 然后,加入 400 mL 0.100 mol/L 的氢氧化钡溶液,使硫酸根离子完全沉淀. 再加入 40.0 mL 1.00 mol/L 的盐酸,恰好把溶液中过量的碱完全中和,得到沉淀的质量为 1.48 g. 求原混合物中三种成分的质量分数.

► NaHCO_3 溶于水有 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀生成,且 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉淀溶于稀盐酸, C 项符合题意; 对于 D 项, KCl 和 Na_2CO_3 受热都不会分解生成气体,且 KCl 和 Na_2CO_3 溶于水时无沉淀生成, D 项不符合题意.

故答案为 A、C.

6. 考查根据离子反应鉴别物质

例10 (2010 年重庆理综卷) 能鉴别 MgI_2 、 AgNO_3 、 Na_2CO_3 、 NaAlO_2 四种溶液的试剂是 ().

A. HNO_3 B. KOH C. BaCl_2 D. NaClO

解析 因 KOH 溶液与 Na_2CO_3 溶液和 NaAlO_2 溶液分别混合时均无明显现象产生; BaCl_2 溶液与 MgI_2 溶液和 NaAlO_2 溶液分别混合时均无明显现象产生, BaCl_2 溶液与 AgNO_3 溶液和 Na_2CO_3 溶液分别混合时均产生白色沉淀; NaClO 溶液与 AgNO_3 、 Na_2CO_3 、 NaAlO_2 三种溶液分别混合时均无明显现象产生; 只有 HNO_3 与 MgI_2 、 AgNO_3 、 Na_2CO_3 、 NaAlO_2 四种溶液分别混合时产生的现象各不相同, 分别是使溶液显黄色或褐色(因 HNO_3 将 I^- 氧化生成 I_2)、无明显现象产生、产生无色无味的气体、产生白色沉淀又可溶于过量的 HNO_3 , 则能鉴别这四种溶液的

试剂是 HNO_3 . 故答案为 A.

例11 (2014 年重庆理综卷) 下列实验可实现鉴别目的是 ().

A. 用 KOH 溶液鉴别 $\text{SO}_3(\text{g})$ 和 SO_2

B. 用湿润的碘化钾淀粉试纸鉴别 $\text{Br}_2(\text{g})$ 和 NO_2

C. 用 CO_2 鉴别 NaAlO_2 溶液和 CH_3COONa 溶液

D. 用 BaCl_2 溶液鉴别 AgNO_3 溶液和 K_2SO_4 溶液

解析 尽管 $\text{SO}_3(\text{g})$ 和 SO_2 均能与 KOH 溶液反应, 但均没有明显现象产生, 则用 KOH 溶液不能鉴别 $\text{SO}_3(\text{g})$ 和 SO_2 ; $\text{Br}_2(\text{g})$ 和 NO_2 均具有氧化性, 均能将 I^- 氧化为 I_2 而使湿润的碘化钾淀粉试纸变蓝, 则用湿润的碘化钾淀粉试纸不能鉴别 $\text{Br}_2(\text{g})$ 和 NO_2 ; CO_2 与 NaAlO_2 溶液反应能够产生白色沉淀, CO_2 与 CH_3COONa 溶液不反应(将 CO_2 通入 CH_3COONa 溶液无明显现象产生), 则用 CO_2 能够鉴别 NaAlO_2 溶液和 CH_3COONa 溶液; BaCl_2 溶液分别与 AgNO_3 溶液和 K_2SO_4 溶液反应均产生白色沉淀(分别生成 AgCl 和 Ag_2SO_4), 则用 BaCl_2 溶液不能鉴别 AgNO_3 溶液和 K_2SO_4 溶液. 故答案为 C.

(收稿日期: 2015-02-12)