



巧用电荷守恒快速解题

宁夏银川市第九中学 750021 马会林

电荷守恒原理是指,在电解质溶液中,溶液呈电中性,即阴离子所带负电荷的总浓度(或物质的量) = 阳离子所带正电荷的总浓度(或物质的量),在实际解题中可运用电荷守恒快速解题。笔者就电荷守恒原理的各种应用归纳如下,仅供大家参考,不妥之处请批评指正。

一、求离子浓度

例1 把500 mL有BaCl₂和KCl的混合溶液分成5等份,取一份加入含a mol硫酸钠的溶液,恰好使钡离子完全沉淀;另取一份加入含b mol硝酸银的溶液,恰好使氯离子完全沉淀。则该混合溶液中钾离子浓度为()。

- A. 0.1(b - 2a) mol/L B. 10(2a - b) mol/L
C. 10(b - a) mol/L D. 10(b - 2a) mol/L

解析 BaCl₂和KCl的混合溶液的电荷守恒式为2n(Ba²⁺) + n(K⁺) = n(Cl⁻),由题知,一份溶液中n(Ba²⁺) = a mol, n(Cl⁻) = b mol,代入电荷守恒式得2a + n(K⁺) = b,得n(K⁺) = (b - 2a) mol,则

$$c(K^+) = \frac{b-2a}{0.1} = 10(b-2a) \text{ mol/L} \text{ 答案: D}$$

练习1 (2006全国理综I)由硫酸钾、硫酸铝和硫酸组成的混合溶液,其pH = 1, c(Al³⁺) = 0.4 mol · L⁻¹, c(SO₄²⁻) = 0.8 mol · L⁻¹,则c(K⁺)为()。

- A. 0.15 mol · L⁻¹ B. 0.2 mol · L⁻¹
C. 0.3 mol · L⁻¹ D. 0.4 mol · L⁻¹

解析 由题知,溶液的pH = 1,则溶液中c(H⁺) = 0.1 mol · L⁻¹,则由混合溶液中电荷守恒得:c(H⁺) + c(K⁺) + 3c(Al³⁺) = 2c(SO₄²⁻),即0.1 + c(K⁺) + 3 × 0.4 = 2 × 0.8,则c(K⁺) = 0.3 mol · L⁻¹,故C正确。

练习2 在a L Al₂(SO₄)₃和(NH₄)₂SO₄的混合溶液中加入b mol的BaCl₂,恰好使溶液中的SO₄²⁻完全沉淀;如加入足量强碱并加热可得到c mol NH₃,则原溶液中的Al³⁺的浓度(mol/L)为()。

- A. $\frac{2b-c}{2a}$ B. $\frac{2b-c}{a}$
C. $\frac{2b-c}{3a}$ D. $\frac{2b-c}{6a}$

解析 由于NH₃的物质的量为c mol,由原子守恒和电荷守恒得:(NH₄)₂SO₄的物质的量为 $\frac{c}{2}$ mol,

反应时用去的BaCl₂的物质的量也为 $\frac{c}{2}$ mol,剩余的BaCl₂为 $(b - \frac{c}{2})$ mol,则Al₂(SO₄)₃中的SO₄²⁻的物

质的量也为 $(b - \frac{c}{2})$ mol,由电荷守恒得:n(Al³⁺) × 3

$$= (b - \frac{c}{2}) \times 2, \text{ 所以 } c(Al^{3+}) = \frac{2b-c}{3a} \text{ mol/L. 答案:}$$

C。

二、在同溶液中比较离子浓度大小

例2 下列溶液中有关物质的量浓度关系正确的是()。

A. pH = 2的HA溶液与pH = 12的MOH溶液任意比混合:

$$c(H^+) + c(M^+) = c(OH^-) + c(A^-)$$

B. pH相等的CH₃COONa、NaOH和Na₂CO₃三种溶液:

$$c(NaOH) < c(CH_3COONa) < c(Na_2CO_3)$$

C. 物质的量浓度相等CH₃COOH和CH₃COONa溶液等体积混合:

$$c(CH_3COO^-) + 2c(OH^-) = 2c(H^+) + c(CH_3COOH)$$

D. 0.1 mol · L⁻¹的NaHA溶液,其pH = 4: c(HA⁻) > c(H⁺) > c(H₂A) > c(A²⁻)

解析 选项A中根据电荷守恒,此关系式正确;选项B中pH相等,溶液中的c(OH⁻)相等,因为酸性越弱,水解越强,所以溶液中c(Na₂CO₃) < c(CH₃COONa);选项C中根据电荷守恒得:c(H⁺) + c(Na⁺) = c(OH⁻) + c(CH₃COO⁻) ……

① 由于c(CH₃COOH) = c(CH₃COONa),且它们

等体积混合,由原子守恒得: $2c(\text{Na}^+) = c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdots \cdots \textcircled{2}$ 将 $\textcircled{1} \times 2 - \textcircled{2}$ 得: $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + 2c(\text{OH}^-) = 2c(\text{H}^+) + c(\text{CH}_3\text{COOH})$; 选项D中NaHA溶液的pH=4,溶液呈酸性,即 $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$,同时也可以判断 HA^- 以电离为主,所以离子浓度的大小顺序是: $c(\text{HA}^-) > c(\text{A}^{2-}) > c(\text{H}^+) > c(\text{H}_2\text{A})$ 。

答案: A、C。

练习3 25℃时,将稀氨水逐滴加入到稀硫酸中,当溶液的pH=7时,下列关系正确的是()。

- A. $c(\text{NH}_4^+) = c(\text{SO}_4^{2-})$
- B. $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{SO}_4^{2-})$
- C. $c(\text{NH}_4^+) < c(\text{SO}_4^{2-})$
- D. $c(\text{OH}^-) + c(\text{SO}_4^{2-}) = c(\text{H}^+) + c(\text{NH}_4^+)$

解析 由题知,溶液的pH=7,则溶液呈中性,即 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$ 。所以,由电荷守恒得: $c(\text{H}^+) + c(\text{NH}_4^+) = c(\text{OH}^-) + 2c(\text{SO}_4^{2-})$ 则 $c(\text{NH}_4^+) = 2c(\text{SO}_4^{2-})$ 故B正确。

练习4 (2002年全国理综) 常温下,将甲酸和氢氧化钠溶液混合,所得溶液pH=7,则此溶液中()。

- A. $c(\text{HCOO}^-) > c(\text{Na}^+)$
- B. $c(\text{HCOO}^-) < c(\text{Na}^+)$
- C. $c(\text{HCOO}^-) = c(\text{Na}^+)$
- D. 无法确定 $c(\text{HCOO}^-)$ 与 $c(\text{Na}^+)$ 的关系

解析 由题知,溶液的pH=7,则溶液呈中性,即 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$ 。由电荷守恒得: $c(\text{H}^+) + c(\text{Na}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{HCOO}^-)$, 则 $c(\text{H}^+) = c(\text{HCOO}^-)$ 故C正确。

三、比较不同溶液中离子浓度大小

例3 25℃时pH和体积相等的氨水和烧碱溶液中, $c(\text{NH}_4^+)$ 和 $c(\text{Na}^+)$ 的关系正确的是()。

- A. $c(\text{NH}_4^+) > c(\text{Na}^+)$ B. $c(\text{NH}_4^+) = c(\text{Na}^+)$
- C. $c(\text{NH}_4^+) < c(\text{Na}^+)$ D. 无法判断

解析 由题意知,25℃时pH和体积相等的氨水和烧碱溶液中 $c(\text{OH}^-)$ (氨水) = $c(\text{OH}^-)$ (烧碱) 则两溶液中 $c(\text{H}^+)$ (氨水) = $c(\text{H}^+)$ (烧碱)。则分别写出两溶液中的电荷守恒如下:

氨水中 $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{H}^+) (\text{氨水}) = c(\text{OH}^-)$

(氨水); 烧碱中, $c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) (\text{烧碱}) = c(\text{OH}^-) (\text{烧碱})$, 由此得: $c(\text{NH}_4^+) = c(\text{Na}^+)$, 故B正确。

练习5 25℃时pH和体积相等的醋酸和硫酸溶液中, $c(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ 和 $c(\text{SO}_4^{2-})$ 的关系正确的是()。

- A. $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) > 2c(\text{SO}_4^{2-})$
- B. $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) < c(\text{SO}_4^{2-})$
- C. $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 2c(\text{SO}_4^{2-})$
- D. 无法判断

解析 由题意知 $c(\text{H}^+)_{(\text{醋酸})} = c(\text{H}^+)_{(\text{硫酸})}$, 则两溶液中 $c(\text{OH}^-)_{(\text{醋酸})} = c(\text{OH}^-)_{(\text{硫酸})}$ 。则分别写出两溶液中的电荷守恒如下:

醋酸中, $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) + c(\text{OH}^-)_{(\text{醋酸})} = c(\text{H}^+)_{(\text{醋酸})}$; 硫酸中, $2c(\text{SO}_4^{2-}) + c(\text{OH}^-)_{(\text{硫酸})} = c(\text{H}^+)_{(\text{硫酸})}$, 由此得: $c(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 2c(\text{SO}_4^{2-})$, 故C正确。

四、在复杂计算中求某种物质的物质的量(或物质的量浓度)

例4 将3.20 g Cu跟30.0 mL 10.0 mol/L的 HNO_3 充分反应,还原产物有NO和 NO_2 , 若反应后溶液中有 a mol H^+ , 则被还原的 HNO_3 物质的量是()。

- A. $0.5a$ mol B. $(0.2 - a)$ mol
- C. 0.1 mol D. $(a + 0.1)$ mol

解析 $n(\text{Cu}) = \frac{3.20 \text{ g}}{64 \text{ g/mol}} = 0.05 \text{ mol}$,

$n(\text{HNO}_3) = 30.0 \times 10^{-3} \text{ mL} \times 10.0 \text{ mol/L} = 0.3 \text{ mol}$

由题意知, $n(\text{HNO}_3)_{(\text{被还原})} = n(\text{HNO}_3)_{(\text{总})} - n(\text{HNO}_3)_{(\text{未被还原})}$ 因反应后溶液中主要有 Cu^{2+} 、 NO_3^- 、 H^+ 、 OH^- , 则由电荷守恒得: $2n(\text{Cu}^{2+}) + n(\text{H}^+) = n(\text{NO}_3^-) + n(\text{OH}^-)$ 因反应后溶液显酸性 $n(\text{OH}^-)$ 极小,可忽略不计,则:

$n(\text{NO}_3^-) = 2n(\text{Cu}^{2+}) + n(\text{H}^+) = 2 \times 0.05 + a = (a + 0.1) \text{ mol}$

又因 $n(\text{HNO}_3)_{(\text{未被还原})} = n(\text{NO}_3^-) = (a + 0.1) \text{ mol}$

所以 $n(\text{HNO}_3)_{(\text{被还原})} = n(\text{HNO}_3)_{(\text{总})} - n(\text{HNO}_3)_{(\text{未被还原})} = 0.3 - (a + 0.1) = (0.2 - a) \text{ mol}$ 。故B正确。

(收稿日期: 2015-11-15)