

例析电荷守恒法考点

江苏省启东中学 226200 陈金春

电荷守恒法是利用反应前后各离子所带电荷总量不变或电解质溶液中阳离子所带正电荷总数与阴离子所带负电荷总数相等的原理进行推导和计算的方法。熟练掌握电荷守恒法,可以缩短解题时间,开拓思维,提高学习兴趣。本文结合几种典型情况予以说明。

一、中性溶液中电荷守恒

溶液通常是电中性的,即阴离子所带负电荷总数与阳离子所带正电荷总数应相等。可表示为:

$$nc(A^{n+}) + mc(B^{m+}) + \dots = pc(X^{p-}) + qc(Y^{q-}) + \dots$$

例 1 (上海高考)将硫酸钾、硫酸铝、硫酸铝钾三种盐混合溶于硫酸酸化的水中,测得: $c(\text{SO}_4^{2-}) = 0.105 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $c(\text{Al}^{3+}) = 0.055 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,溶液的 $\text{pH} = 2.0$,假设溶液中硫酸完全电离为 H^+ 、 SO_4^{2-} ,则 $c(\text{K}^+)$ 为()。

- A. $0.045 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ B. $0.035 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
C. $0.055 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ D. $0.40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

解析 溶液中的离子有: SO_4^{2-} 、 K^+ 、 Al^{3+} 、 H^+ 、 OH^- ,据电荷守恒有:

$$c(\text{K}^+) + c(\text{H}^+) + 3c(\text{Al}^{3+}) = 2c(\text{SO}_4^{2-}) + c(\text{OH}^-)$$

因溶液呈酸性,忽略 OH^- ,整理得:

$$c(\text{K}^+) = 2c(\text{SO}_4^{2-}) - c(\text{H}^+) - 3c(\text{Al}^{3+})$$

$$= 0.035 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

因此答案应选 B。

例 2 等体积等浓度的 MOH 强碱溶液和 HA 弱酸溶液混合后,混合液中有关离子浓度应满足的关系是()。

- A. $c(\text{M}^+) > c(\text{A}^-) > c(\text{OH}^-) > c(\text{H}^+)$
B. $c(\text{M}^+) > c(\text{A}^-) > c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$
C. $c(\text{M}^+) > c(\text{OH}^-) > c(\text{A}^-) > c(\text{H}^+)$
D. $c(\text{M}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{A}^-) + c(\text{OH}^-)$

解析 因为酸碱都是一元的,可完全反应生成强碱弱酸盐 MA , A^- 水解呈碱性,故选项 A 是正确的。再据电荷守恒,各离子浓度必符合:

$$c(\text{M}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{A}^-) + c(\text{OH}^-)$$

选项 D 也正确,因此答案应选 A、D。

二、离子交换中电荷守恒

离子与离子发生交换时,交换离子所带电荷的电性相同,电荷数也相等,以保证交换双方仍为电中性。

例 3 先用稀 HCl 预处理强酸性阳离子交换树脂,使之变为 HR ,并用蒸馏水洗涤至中性,然后用该树脂软化 100 mL 含 $0.001 \text{ mol Mg}^{2+}$ 的中性溶液,使 Mg^{2+} 完全被树脂交换,再用 100 mL 蒸馏水洗涤树脂,将交换液和洗涤液收集在一起,该混合溶液的 pH 为()。

► (3) 如图 2 乙所示,实验前检查该装置气密性的方法是_____。(其余略)

解析 (3) 实验装置气密性的检查主要利用气压原理,要产生压强差,先要关闭分液漏斗的活塞,由于注射器活塞是可以移动的,不太适合采用加热法,可以将注射器活塞向外拉出一段,产生压强差,观察松开手一会后看活塞是否能回到原位。

答案: (3) 关闭分液漏斗的活塞(此点不做严

格要求)将注射器活塞向外拉出一段,松开手一会后若活塞又回到原位,则气密性良好。

三、装置气密性检查的一般方法和步骤

装置气密性检查一般有温度差法和压强差法。在进行气密性检查时,一定要先使装置形成密闭系统,然后根据加热(微热)或者加水的方法来改变温度或者压强,从而根据密闭容器中产生相应的现象验证装置气密性是否良好。

(收稿日期:2017-07-15)

A. 2.0 B. 2.3 C. 3.0 D. 7.0

解析 很多学生对该题感到茫然,无从下手。其实掌握电荷守恒后相当简单:1 mol Mg^{2+} 所带电荷相当于 2 mol H^+ 所带电荷,0.001 mol Mg^{2+} 被交换进入树脂,树脂必同时向溶液提供 0.002 mol H^+ ,则混合溶液中

$$c(H^+) = \frac{0.002 \text{ mol}}{0.1 \text{ L} + 0.1 \text{ L}} = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\text{pH} = 2.0$$

因此答案应选 A。

三、离子方程式中电荷守恒

电荷守恒是离子方程式的三大守恒之一,也是配平离子方程式的重要方法和入手点。

例 4 20 mL 0.05 mol · L⁻¹ 含 M^{n+} 离子的溶液,恰好把 15 mL 浓度为 0.1 mol · L⁻¹ 含 S^{2-} 溶液中 S^{2-} 全部沉淀,则 n 值为()。

A. 4 B. 3 C. 2 D. 1

解析 该反应为沉淀反应, M^{n+} 所带正电荷数与 S^{2-} 所带负电荷数应相等,即:

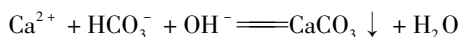
$$\begin{aligned} 20 \times 10^{-3} \times 0.05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times n \\ = 15 \times 10^{-3} \text{ L} \times 0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times 2 \end{aligned}$$

$$\text{解得 } n = 3$$

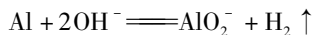
因此答案应选 B。

例 5 下列反应的离子方程式书写正确的是()。

A. 向饱和碳酸氢钙溶液中加入饱和氢氧化钙溶液:



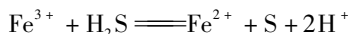
B. 金属铝溶于氢氧化钠溶液



C. 氢氧化钠溶液吸收少量 CO_2



D. $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 酸性溶液中通足量硫化氢



解析 由电荷守恒易知 B、D 均错,再从其他角度分析 A、C 均没问题。

因此答案应选 A、C。

四、电解过程中电荷守恒

溶液中某种离子放电析出,同时必有带相同电荷的离子生成或带相反电荷的离子放电析出,相应离子所带电荷数应相等。

例 6 用两支惰性电极插入 500 mL AgNO_3 溶液中,通电电解。当电解液的 pH 从 6.0 变为 3.0 时(设电解时阴极没有氢气析出,且电解液在电解前后体积变化可以忽略)电极上析出银的质量大约是()。

A. 27 mg B. 54 mg
C. 108 mg D. 216 mg

解析 pH 由 6.0 变为 3.0, $c(H^+)$ 增加 $= 1.0 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, $n(H^+)$ 增加 $0.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$,由电荷守恒知必有带相同电荷的阳离子(Ag^+)放电,即放电的 Ag^+ 物质的量也为 $0.5 \times 10^{-3} \text{ mol}$,生成 Ag 的质量为:

$$\begin{aligned} 0.5 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 108 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \\ = 54 \times 10^{-3} \text{ g} = 54 \text{ mg} \end{aligned}$$

因此答案应选 B。

五、复杂反应中电荷守恒

例 7 往 100 mL FeBr_2 溶液中缓慢通入 2.24 L 标准状况 Cl_2 ,结果溶液中有 1/3 的 Br^- 被氧化成单质,求原 FeBr_2 溶液的物质的量浓度。

解析 因还原性 $\text{Fe}^{2+} > \text{Br}^-$,故 Cl_2 先与 Fe^{2+} 反应,后与 Br^- 反应,题中 Br^- 部分被氧化,则 Fe^{2+} 全部被氧化成 Fe^{3+} 。

设原溶液中含 FeBr_2 物质的量浓度为 x ,则生成 Fe^{3+} 的物质的量浓度为 x ,剩余 Br^- 的物质的量浓度为 $2x \cdot \frac{2}{3} = \frac{4}{3}x$,生成 Cl^- 物质的量浓度为:

$$\frac{2.24 \text{ L}}{22.4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}} \times 2 = 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

据电荷守恒有:

$$3c(\text{Fe}^{3+}) = c(\text{Br}^-) + c(\text{Cl}^-)$$

$$\text{即 } 3x = \frac{4}{3}x + 2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

$$\text{解得 } x = 1.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

则原 FeBr_2 溶液物质的浓度为 $1.2 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

高中化学教学尤其是复习中,抓住电荷守恒这样的主线,促进学生将不同的知识进行有效组块,可以让学生更好地将知识综合起来,从而形成解决问题的能力。

(收稿日期:2017-07-15)