

有关 pH 值的计算

陈肖锋 (香河县第三中学, 河北 香河 065400)

一、溶液的分类

溶液分成强酸溶液、强碱溶液、弱酸、弱碱、强酸+强碱、强碱+强碱、强酸+强碱、强酸+弱碱、强碱+弱酸、盐溶液、缓冲溶液、电解池电解液等。针对不同的溶液分析其相对量的关系, 分析溶液的组成成分, 应用不同的计算式进行计算。

二、纯溶液(单一组分溶液) pH 计算

1. 强酸/强碱溶液

强酸先计算溶液中 $[H^+]$ 浓度, 再计算 pH 值。对强碱先计算 $[OH^-]$, 再计算 pOH 值, 根据 $pH=14-pOH$ 计算出。

例(1) 0.034 mol/L HCl 溶液的 pH 值计算

$$[H^+] = 0.034 \text{ mol/L} \quad pH = -\lg 0.034 = 3.4 \times 10^{-2} = 2 - \lg 3.4 = 2 - 0.53 = 1.47$$

(2) 0.034 mol/L H_2SO_4 溶液的 pH 值的计算

$$[H^+] = 0.034 \text{ mol/L} \times 2 = 0.068 \text{ mol/L} \quad pH = -\lg 0.068 = 6.8 \times 10^{-2} = 2 - \lg 6.8 = 1.17$$

(3) 0.034 mol/L NaOH 溶液的 pH 值计算

$$[OH^-] = 0.034 \text{ mol/L} \quad pOH = -\lg 0.034 = 3.4 \times 10^{-2} = 2 - \lg 3.4 = 2 - 0.53 = 1.47$$

$$pH = 14 - 1.47 = 12.53$$

2. 弱酸、弱碱溶液

例(1) 0.012 mol/L HAc 溶液的 pH 计算 (已知 $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$)

$$[H^+] = \sqrt{cK_a} = \sqrt{0.012 \times 1.8 \times 10^{-5}} = 4.6 \times 10^{-4} \quad pH = 4 - \lg 4.6 = 3.34$$

(2) 0.001 mol/L $NH_3 \cdot H_2O$ 溶液的 pH 值计算 (已知 $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$)

$$[OH^-] = \sqrt{cK_b} = \sqrt{0.001 \times 1.8 \times 10^{-5}} = 1.34 \times 10^{-4} \quad pOH = -\lg 1.34 \times 10^{-4} = 4 - 0.127 = 3.87 \quad pH = 14 - pOH = 10.13$$

3. 盐溶液的 pH 值的计算

对于盐溶液需要先判断盐的种类, 根据种类判断显酸性还是碱性。如果显酸性先计算 $[H^+]$ 再求 pH 值, 如果显碱性先计算 $[OH^-]$ 再计算 pOH 值, 最后计算 pH 值。

强碱弱酸盐 显碱性

强酸弱碱盐 显酸性

弱酸弱碱盐 酸碱性根据电离常数的大小判断 谁大显谁性

强碱强酸盐 显中性

例(1) 计算 0.02 mol/L NaAc 的 pH (已知醋酸的电离常数 $K_a = 1.8 \times 10^{-5}$)

【解析】NaAc 是强碱弱酸盐显碱性, 需要计算 $[OH^-]$ 再计算 pOH 值, 最后计算 pH 值

$$\text{解: } [OH^-] = \sqrt{cK_b} = \sqrt{0.02 \times \frac{1 \times 10^{-14}}{1.8 \times 10^{-5}}} = 3.33 \times 10^{-6} \quad [OH^-] = -\lg(3.33 \times 10^{-6}) = 5.48$$

$$pH = 14 - pOH = 8.52$$

三、两种溶液反应后 pH 计算

先根据所给的酸碱溶液中 $[H^+]$ 和 $[OH^-]$ 物质的量的多少判

断反应后溶液的组成, 再根据组成计算 pH 值。

例: (1) 20 mL 0.1 mol/L H_2SO_4 与 20 mL 0.1 mol/L NaOH 的混合液的 pH 值

$$\text{解: } H_2SO_4 \text{ 中 } H^+ \text{ 物质的量为 } n(H^+) = 0.02 \times 0.1 \times 2 = 0.004 \text{ mol}$$

$$NaOH \text{ 中 } OH^- \text{ 物质的量为 } n(OH^-) = 0.02 \times 0.1 = 0.002 \text{ mol}$$

$$\text{酸过量溶液显酸性 } c(H^+) = \frac{0.004 - 0.002}{0.04} = 0.05 \text{ mol/L}$$

$$pH = \lg 0.05 = 1.3$$

(2) 向 20 mL 0.01 mol/L $NH_3 \cdot H_2O$ 中加入 20 mL 0.01 mol/L HCl 的 pH 值;

【分析】由已知可得反应后生成 $n(NH_4Cl) = 0.02 \times 0.01 = 0.0002 \text{ mol}$ 反应后溶液中的组成为 NH_4Cl 溶液体积为 40 mL。应根据盐溶液的计算式进行 pH 值的计算。 $c(NH_4Cl) = 0.0002 \div 0.04 = 0.005 \text{ mol/L}$

$$\text{解: } [H^+] = \sqrt{cK_a} = \sqrt{c \frac{K_w}{K_b}} = \sqrt{0.005 \times \frac{10^{-14}}{1.8 \times 10^{-5}}} = 1.67 \times 10^{-6} \\ pH = -\lg 1.67 \times 10^{-6} = 5.78$$

四、两种溶液混合或稀释后 pH 值的计算

两种酸等体积混合后 pH 为酸中 pH 小的加 0.3

两种碱等体积混合后 pH 为碱中 pH 大的减 0.3

酸稀释一倍 稀释后 pH 为 pH 小的酸加 0.3

碱稀释一倍 稀释后 pH 为 pH 大的碱加 0.3

酸碱混合后 pH 的判断

例(1) 室温下, 下列混合溶液的 pH 一定小于 7 的是

A. pH=3 的盐酸和 pH=11 的氨水等体积混合

B. pH=3 的盐酸和 pH=11 的氢氧化钡等体积混合

C. pH=3 的醋酸和 pH=11 的氢氧化钡等体积混合

D. pH=3 的硫酸和 pH=11 的氨水等体积混合

【分析】酸的 pH 值和碱的 pH 值相加正好等于 14 则 H^+ 浓度和 OH^- 浓度正好相等。而强酸、强碱是全部电离, 弱酸、弱碱部分电离, 物质的量相等的 H^+ 和 OH^- 正好反应, 而弱酸或弱碱继续电离, 平衡向右移动最终溶液显弱酸或弱碱的性质。分析结果选择 C 选项。

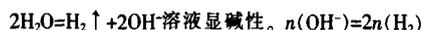
五、盐溶液电解后 pH 值的计算

例 电解 2 mol/L NaCl 溶液 500 mL, 电解池的两个电极用石墨做电极, 当阳极有 560 mL Cl_2 (标准状况) 生成时, 电解池中的 pH 是多少?

【分析】在电解池中电解 NaCl 溶液反应式为



当溶液中生成 560 mL Cl_2 时在阴极相应生成 560 mL H_2 阴极的电极反应是



$$[OH^-] = \frac{0.56 \times 2}{22.4 \times 0.5} = 0.1 \quad pOH = -\lg 0.1 = 1$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - 1 = 13$$