



# 由水电离出的氢离子 浓度计算及规律



◇ 广西 黄颖

目前在各类试题中,由水电离出的氢离子浓度计算、溶液的氢离子浓度计算、pH 计算混杂在一起,学生极容易混淆,本专题就它们之间的关系进行理清,对技巧进行归纳。

**例 1** 计算 pH=2 的盐酸中由水电离出的  $H^+$  浓度。

**解析** 由  $HCl = H^+ + Cl^-$  和  $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$  可知氢离子浓度是 HCl 和水共同决定的,  $OH^-$  浓度由水决定,由此可知  $c(H^+)_{\text{水}} = c(OH^-)_{\text{水}}$ , 这是绝对成立的,因此计算出  $c(OH^-)$  即可, pH=2,  $c(OH^-)_{\text{总}} = c(OH^-)_{\text{水}} = 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ;  $c(H^+)_{\text{水}} = c(OH^-)_{\text{水}} = 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

**例 2** 计算 pH=12 的氢氧化钠中由水电离出的  $OH^-$  浓度。

**解析** 由  $NaOH = Na^+ + OH^-$  和  $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$  可知  $OH^-$  浓度是氢氧化钠和水共同决定的,  $H^+$  浓度由水决定,并由此可知  $c(H^+)_{\text{水}} = c(OH^-)_{\text{水}}$ , 这是绝对成立的,因此计算出  $c(H^+)$  即可, pH=12,  $c(H^+)_{\text{总}} = c(H^+)_{\text{水}} = 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ;  $c(OH^-)_{\text{水}} = c(H^+)_{\text{水}} = 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

**解题反思** 纵观解题过程,有很多是套路,为什么人家要问由水电离出的  $H^+$  或  $OH^-$  浓度,而不问  $H^+$  或  $OH^-$  浓度? 因为一旦 pH 告诉我们了,利用  $pH = -\lg c(H^+)$  可以直接求出  $H^+$  或  $OH^-$  浓度,但是问由水电离出的  $H^+$  或  $OH^-$  浓度的时候,大家就要判断清楚了,要计算的那个  $H^+$  或  $OH^-$  浓度是水电离的还是包含有酸碱电离的一部分,所以每次设问出题人都绕圈子,例 1 若计算 pH=2 的盐酸中由水电离出的  $OH^-$  浓度,还有谁错? 盐酸不能电离  $OH^-$  的,因此才有  $c(OH^-)_{\text{总}} = c(OH^-)_{\text{水}} = 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。同理例 2 若计算 pH=12 的氢氧化钠中由水电离出的  $H^+$  浓度,还有谁错? 氢氧化钠不能电离  $H^+$  的,因此才有  $c(H^+)_{\text{总}} = c(H^+)_{\text{水}} = 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

从例题中提炼技巧: pH=2 的盐酸中  $c(H^+)_{\text{水}} = c(OH^-)_{\text{水}} = 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ; pH=12 的氢氧化钠中也有  $c(OH^-)_{\text{水}} = c(H^+)_{\text{水}} = 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。为什么会这样? 对于反应  $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$  平衡后,加入 1 mol  $H^+$  或  $OH^-$  平衡向左移动的程度肯定一样,换句

话说向水中加 1 mol 氢氧化钠和加 1 mol 盐酸,水的电离都向左移动,而且移动的程度是一样的,  $c(OH^-)_{\text{水}}$  和  $c(H^+)_{\text{水}}$  会同时等量减小,因此可以说:

**规律 1** 某酸、某碱的 pH 之和为 14,那么,该酸、碱中水的电离程度被等量抑制。

**规律 2** 在酸、碱的溶液中,外来的  $H^+$  和  $OH^-$  对水电离是起抑制作用的,但是  $c(OH^-)_{\text{水}} = c(H^+)_{\text{水}}$  确实永远成立的。

**规律 3** 在酸、碱的溶液中,水电离出的  $H^+$  浓度和水电离出的  $OH^-$  浓度都将小于  $10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

注意:酸、碱溶液是指强酸、弱酸、强碱、弱碱溶液,如  $NH_4Cl$  溶液是酸性溶液,不是酸溶液;  $CH_3COONa$  是碱性溶液但不是碱溶液。

**例 3** 计算 pH=2 的  $NH_4Cl$  溶液中由水电离出的  $H^+$  浓度。

**解析** 由  $NH_4Cl = NH_4^+ + Cl^-$  可知,  $NH_4Cl$  不能电离出  $H^+$  和  $OH^-$  的,溶液中的  $H^+$  和  $OH^-$  都是由水电离出的,因此 pH=2 的  $NH_4Cl$  溶液中

$$c(OH^-)_{\text{总}} = c(OH^-)_{\text{水}} = 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1};$$

$$c(H^+)_{\text{总}} = c(H^+)_{\text{水}} = 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

**例 4** 计算 pH=12 的  $CH_3COONa$  中由水电离出的  $OH^-$  浓度。

**解析** 由  $CH_3COONa = CH_3COO^- + Na^+$  可知,  $CH_3COONa$  不能电离出  $H^+$  和  $OH^-$  的,溶液中的  $H^+$  和  $OH^-$  都是由水电离出的,因此 pH=12 的  $CH_3COONa$  溶液中  $c(H^+)_{\text{总}} = c(H^+)_{\text{水}} = 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ;  $c(OH^-)_{\text{总}} = c(OH^-)_{\text{水}} = 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

**规律 4** 在水解的盐溶液中,  $c(OH^-)_{\text{水}} = c(H^+)_{\text{水}}$  绝对不能成立,否则就不会显酸碱性。

**例 5** 25 °C 时, pH=9 的  $Na_2CO_3$  溶液和 pH=5 的  $FeCl_3$  溶液,水电离程度的大小关系是( )。

- A 前者大;      B 两者相等;  
C 后者大;      D 无法确定

**解析** 在 pH=9 的  $Na_2CO_3$  溶液和 pH=5 的  $FeCl_3$  溶液中水电离都被促进, pH=9 的  $Na_2CO_3$  溶液中,水的电离的  $c(OH^-)$  由  $10^{-7}$  提高到  $10^{-5}$ ; pH=5 的  $FeCl_3$  溶液中水的电离的  $c(H^+)$  由  $10^{-7}$  提高到  $10^{-5}$ ,它们对水的电离促进程度相同。

**拓展** pH=10 的  $Na_2CO_3$  溶液和 pH=5 的  $FeCl_3$  溶液水的电离程度前者促进程度大; pH=9 的  $Na_2CO_3$  溶液和 pH=4 的  $FeCl_3$  溶液水的电离程度后者促进程度大。

(作者单位:广西柳州市柳州二中)