

电解质溶液中 $c_{\text{水}}(\text{H}^+)$ 与 $c_{\text{水}}(\text{OH}^-)$ 的计算规律

刘生平 甘肃省武威第二中学

【摘要】电解质溶液中水电离出的 H^+ 浓度和水电离出的 OH^- 浓度的计算是高考的热点之一。它能有效地检测学生对“酸、碱、盐溶液对水的电离的影响”的理解程度以及综合运用能力。本文通过对规律的总结及例析，以期对各位同仁在教学中有所启发。

【关键词】电解质溶液 酸溶液 碱溶液 盐溶液 计算规律

【中图分类号】G632

【文献标识码】A

【文章编号】1674 - 4810 (2015) 08 - 0126 - 01

电解质溶液中水电离出的 H^+ 浓度 [简称 $c_{\text{水}}(\text{H}^+)$] 和水电离出的 OH^- 浓度 [简称 $c_{\text{水}}(\text{OH}^-)$] 的计算是高考的热点之一。它能有效地检测学生对“酸、碱、盐溶液对水的电离的影响”的理解程度以及综合运用能力。而在教学过程中发现学生对此知识往往混淆不清，下面就其规律进行总结并例析。

一 酸溶液

规律：由于酸溶液中的 OH^- 只由水电离出来，而 H^+ 既有水电离出的，又有酸电离出的，且主要以酸电离出的 H^+ 为主，所以计算规律为：

$$\begin{cases} c_{\text{水}}(\text{OH}^-) \cdot c_{\text{酸}}(\text{H}^+) = K_w \\ c_{\text{水}}(\text{OH}^-) = c_{\text{水}}(\text{H}^+) \end{cases}$$

例如：25 时， $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 H_2SO_4 溶液中，水电离出的 H^+ 浓度是 ()。

- A. $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ B. $0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
C. $1 \times 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ D. $5 \times 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

解析： $c_{\text{水}}(\text{OH}^-) \cdot c_{\text{酸}}(\text{H}^+) = K_w$ ，即 $c_{\text{水}}(\text{OH}^-) \cdot 0.01 \times 2 = 10^{-14}$ ， $c_{\text{水}}(\text{OH}^-) = 10^{-14}/0.02 = 5 \times 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， $c_{\text{水}}(\text{H}^+) = c_{\text{水}}(\text{OH}^-) = 5 \times 10^{-13} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，故选 D 项。

二 碱溶液

规律：由于碱溶液中的 H^+ 只由水电离出来，而 OH^- 既有水电离出的，又有碱电离出的，且主要以碱电离出的 OH^- 为主，所以计算规律为：

$$\begin{cases} c_{\text{水}}(\text{H}^+) \cdot c_{\text{碱}}(\text{OH}^-) = K_w \\ c_{\text{水}}(\text{H}^+) = c_{\text{水}}(\text{OH}^-) \end{cases}$$

例 1：常温下， $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液中，由水电离出的 OH^- 浓度为 ()。

- A. $10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ B. $10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
C. $10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ D. $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

解析： $c_{\text{水}}(\text{H}^+) \cdot c_{\text{碱}}(\text{OH}^-) = K_w$ ，即 $c_{\text{水}}(\text{H}^+) \cdot 0.01 = 10^{-14}$ ， $c_{\text{水}}(\text{H}^+) = 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， $c_{\text{水}}(\text{OH}^-) = c_{\text{水}}(\text{H}^+) = 10^{-12} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，故选 C 项。

例 2：25 时， $\text{pH} = 9$ 的氨水中，由水电离出的 H^+ 浓度为 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

解析：碱溶液中的 H^+ 是由水电离出的， $c_{\text{水}}(\text{H}^+) = 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

三 盐溶液

一般而言由于盐溶液中， H^+ 、 OH^- 均由水电离产生，所

以其 $c_{\text{水}}(\text{H}^+)$ 与 $c_{\text{水}}(\text{OH}^-)$ 的计算由盐溶液的酸、碱性决定，规律总结如下。

1. 显中性的盐溶液

规律： $c_{\text{水}}(\text{H}^+) = c_{\text{水}}(\text{OH}^-) = \sqrt{K_w}$

例如：100 时 ($K_w = 10^{-12}$)， CH_3COOH_4 溶液中 $c_{\text{水}}(\text{H}^+) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， $c_{\text{水}}(\text{OH}^-) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

解析： CH_3COOH_4 溶液显中性， $c_{\text{水}}(\text{H}^+) = c_{\text{水}}(\text{OH}^-) = \sqrt{K_w} = \sqrt{10^{-12}} = 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

2. 显酸性或碱性的盐溶液

规律：理论上说 $c_{\text{水}}(\text{H}^+) = c_{\text{水}}(\text{OH}^-)$ ，但由于离子水解，结合了部分水中的 H^+ 或水中的 OH^- ，使得剩余的 $c_{\text{水}}(\text{H}^+) \neq c_{\text{水}}(\text{OH}^-)$ 。因此按以下方法计算：

$$\begin{cases} \text{pH} = a \\ c_{\text{水}}(\text{H}^+) = 10^{-a} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \\ c_{\text{水}}(\text{OH}^-) = K_w / c_{\text{水}}(\text{H}^+) \end{cases}$$

说明：由于 NaHSO_4 、 NaHCO_3 (HCO_3^- 的电离大于水解) 等盐溶液虽然显酸性，但 H^+ 是有盐本身电离出的，应按酸溶液的规律计算。

例 1：求 25 时， $\text{pH} = 4$ 的 NH_4Cl 溶液中 $c_{\text{水}}(\text{H}^+)$ 与 $c_{\text{水}}(\text{OH}^-)$ 。

解析： $\text{pH} = 4$ ， $c_{\text{水}}(\text{H}^+) = 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， $c_{\text{水}}(\text{OH}^-) = K_w / c_{\text{水}}(\text{H}^+) = 10^{-14} / 10^{-4} = 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

例 2：100 ($K_w = 10^{-12}$) 时，求 $\text{pH} = 7$ 的 CH_3COONa 溶液中 $c_{\text{水}}(\text{H}^+)$ 与 $c_{\text{水}}(\text{OH}^-)$ 。

解析： $\text{pH} = 7$ ， $c_{\text{水}}(\text{H}^+) = 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， $c_{\text{水}}(\text{OH}^-) = K_w / c_{\text{水}}(\text{H}^+) = 10^{-12} / 10^{-7} = 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

例 3：25 时，在 1L 的 $\text{pH} = 10$ 的 Na_2S 溶液中，发生电离的水的物质的量是 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

解析：显碱性的盐溶液， $\text{pH} = 10$ ， $c_{\text{水}}(\text{H}^+) = 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， $c_{\text{水}}(\text{OH}^-) = K_w / c_{\text{水}}(\text{H}^+) = 10^{-14} / 10^{-10} = 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， $n_{\text{水}}(\text{OH}^-) = 1 \times 10^{-4} = 10^{-4} \text{ mol}$ ， $n_{\text{电离}}(\text{H}_2\text{O}) = n_{\text{水}}(\text{OH}^-) = 10^{-4} \text{ mol}$ 。

例 4：25 时，在 1L 的 $\text{pH} = 5$ 的 NH_4NO_3 溶液中发生电离的水的物质的量是 $\underline{\hspace{2cm}} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

解析：显酸性的盐溶液， $\text{pH} = 5$ ， $c_{\text{水}}(\text{H}^+) = 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ， $n_{\text{水}}(\text{H}^+) = 10^{-3} \times 1 = 10^{-3} \text{ mol}$ ， $n_{\text{电离}}(\text{H}_2\text{O}) = n_{\text{水}}(\text{H}^+) = 10^{-3} \text{ mol}$ 。

【责任编辑：林劲】