

水的电离考点例析

安徽来安县大英中学(239234) 张师山

水是最常见的物质,从电离的角度看水是一种极弱的电解质。水的电离方程式为 $\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OH}^-$,不论在什么条件下都有水电离产生的 $c(\text{H}^+)_{\text{水}} = c(\text{OH}^-)_{\text{水}}$,且在一定的温度下,任何稀溶液中水的离子积 $K_w = c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-)$ 为定值, K_w 仅受温度的影响,常温下 $K_w = c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-) = 10^{-14}$,水的电离平衡受温度和溶液中某些离子的影响。有关水的电离在全国各地的高考中常考不衰,现就这类题的考点归纳如下:

一、任何条件下水电离产生的 $c(\text{H}^+)_{\text{水}} = c(\text{OH}^-)_{\text{水}}$

【例1】25℃时 pH=10 的 CH_3COONa 溶液中由水电离产生的 $c(\text{H}^+)$ 是()。

- A. $10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ B. $10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
C. $10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ D. 无法计算

解析:25℃时纯水中水电离出的 $c(\text{H}^+)_{\text{水}} = 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,而 CH_3COONa 溶液中 CH_3COO^- 会水解,促进水的电离,故 A 错。25℃时 pH=10 的溶液中 $c(\text{H}^+) = 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 并非指水电离产生的 $c(\text{H}^+)_{\text{水}} = 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,故 B 错。25℃时 pH=10 的 CH_3COONa 溶液中 $c(\text{OH}^-) = 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,而 OH^- 全部由水电离产生,水电离产生的 $c(\text{H}^+)_{\text{水}} = c(\text{OH}^-)_{\text{水}}$,故选 C。所以溶液中的 $c(\text{H}^+) = 10^{-10} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 是因为水电离产生的 H^+ 有一部分与 CH_3COO^- 结合生成了弱电解质 CH_3COOH 。

由此延伸可得: CH_3COONa 溶液中 $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) + c(\text{CH}_3\text{COOH})$

Na_2CO_3 溶液中 $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) + c(\text{HCO}_3^-) + 2c(\text{H}_2\text{CO}_3)$

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 溶液中 $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O})$

二、一定温度下水的离子积 $K_w = c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-)$ 为定值

【例2】常温下,将下列稀溶液加水稀释后,溶液中各离子的浓度均不会增加的是()。

- A. H_2SO_4 溶液 B. NaCl 溶液
C. NaOH 溶液 D. NH_4Cl 溶液

解析:稀溶液加水稀释后溶质离子浓度均减小,离子浓度增大的只能是 H^+ 或 OH^- 。溶液呈酸性加水稀释后溶液中的 $c(\text{H}^+)$ 减小,由于常温下水的离子积 $K_w = c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-) = 10^{-14}$,所以 $c(\text{OH}^-)$ 增大,故 A 和 D 错。同理,溶液呈碱性加水稀释后溶液中的 $c(\text{OH}^-)$ 减小 $c(\text{H}^+)$ 增大,故 C 错。常温下,溶液呈中性加水稀释后 $c(\text{H}^+)$ 和 $c(\text{OH}^-)$ 均不变,故选 B。

三、温度对水的电离的影响

【例3】不考虑溶质的挥发和温度变化对溶液体积的影响,将下列稀溶液从 25℃ 加热至 90℃,溶液的 pH 不发生变化的是()。

- A. NaCl 溶液 B. NaOH 溶液
C. CH_3COOH 溶液 D. H_2SO_4 溶液

解析:溶液的 pH 不发生变化即溶液中的 $c(\text{H}^+)$ 不发生变化, NaCl 溶液和 NaOH 溶液中的 H^+ 都是由水电离产生的,水是极弱的电解质,由于水的电离是吸热的,所以升高温度水的电离程度变大, $c(\text{H}^+)$ 变大 pH 减小,故 A、B 错。 CH_3COOH 溶液和 H_2SO_4 溶液中水的电离受到抑制,溶液中的 H^+ 主要是由酸电离产生,相对于酸电离产生的 H^+ 水电离产生的 H^+ 可以忽略不计。 CH_3COOH 是弱酸,升高温度 CH_3COOH 的电离程度变大, $c(\text{H}^+)$ 变大 pH 减小,故 C 错。 H_2SO_4 是强酸在水溶液中完全电离,升高温度 $c(\text{H}^+)$ 不变 pH 不变,故选 D。

四、溶液中某些离子对水的电离的影响

【例4】25℃时,在下列四种水溶液中,水电离产生的 $c(\text{H}^+)$ 的大小关系正确的是()。

- (1) pH=6 的 NH_4Cl 溶液
(2) pH=6 的 NaHSO_4 溶液
(3) pH=9 的 CH_3COONa 溶液
(4) pH=9 的 NaOH 溶液

- A. (1)=(2)>(3)=(4)
B. (2)>(1)>(4)>(3)
C. (3)>(1)>(2)>(4)
D. (1)>(3)>(4)>(2)

解析: NH_4^+ 和 CH_3COO^- 会水解形成弱电解质 $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 和 CH_3COOH ,促进水的电离;pH=6 的 NH_4Cl 溶液中, H^+ 全部由水电离产生,故 $c(\text{H}^+)_{\text{水}} = 10^{-6} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$;25℃时, pH=9 的 CH_3COONa 溶液中 $c(\text{OH}^-) = 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,而 OH^- 全部由水电离产生, $c(\text{H}^+)_{\text{水}} = c(\text{OH}^-)_{\text{水}} = 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; NaHSO_4 电离产生的 H^+ 和 NaOH 电离产生的 OH^- 会抑制水的电离, NaHSO_4 溶液中的 H^+ 包括 NaHSO_4 电离产生的 H^+ 和水电离产生的 H^+ , pH=6 的 NaHSO_4 溶液中的 $c(\text{OH}^-) = 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$,而 OH^- 全部由水电离产生, $c(\text{H}^+)_{\text{水}} = c(\text{OH}^-)_{\text{水}} = 10^{-8} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; NaOH 溶液中的 H^+ 全部由水电离产生, pH=9 的 NaOH 溶液中的 $c(\text{H}^+)_{\text{水}} = 10^{-9} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。故选 C。

(责任编辑 廖银燕)