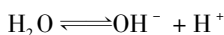


## 透析水的电离 解读知识考点

江苏省海安高级中学 226600 朱安健

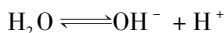
### 一、水的电离及离子积计算

水是一种极为弱的电解质,可以进行微弱的电离:



离子积常数  $K_w = c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-)$  是评判电离程度的关键参数,高考对于该考点的考查主要涉及水电离的影响因素、离子积常数的适用范围以及水电离过程中氢离子、氢氧根离子的浓度关系等。

例1 已知水的电离过程为:



并且在 25℃、35℃ 的状态下电离平衡常数分别为  $K(25^\circ\text{C}) = 1.0 \times 10^{-14}$ ,  $K(35^\circ\text{C}) = 2.1 \times 10^{-14}$ , 则下列说法错误的是( )。

- A. 随着温度的升高,纯水中  $c(\text{H}^+)$  也会增大
- B. 当温度为 35℃ 时  $c(\text{H}^+)$  和  $c(\text{OH}^-)$  存在如下大小关系  $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$
- C. 温度分别为 25℃ 和 35℃ 时,均有  $c(\text{H}^+) = c(\text{OH}^-)$
- D. 水的电离过程是吸热的

解析 分析水的电离常数需要对其影响因素和适用范围有所了解。对于 A 选项,由于水的电离程度随温度的升高而增大,因此  $c(\text{H}^+)$  和  $c(\text{OH}^-)$  均增大,正确;对于 B 选项,由于纯水呈中性,所以不管在什么情况下水电离出的氢离子和氢氧根离子的浓度均是相等的,故错误;对于 C 选项,结合 B 选项的分析可知其正确;对于 D 选项,由于水的电离程度会受到温度影响,并且温度越高电离程度越大,分析可知正向是吸热的,故正确。因此正确答案为 B。

点评 水的离子积是衡量水电离程度的一个重要参数,对于其理解需要从以下几个方面:①温度影响,离子积常数  $K_w$  仅与温度有关,并且电离是吸热过程,升高温度,促进水的电离,离子积增大;②在温度一定的条件下, $K_w$  是一个不变的常数,与溶液的浓度无关。

### 二、溶液酸碱性及 pH

对于该知识点的考查通常有几种方式,一种是给出溶液中水电离出的氢离子和氢氧根离子的浓度或大小关系,来判断溶液的酸碱性;另一种是反向考查,即给出溶液的酸碱性来对溶液中水电离出的氢离子和氢氧根离子的浓度大小作出判断。无论是哪种方式都需要充分结合水的电离方程、离子积常数表达式来分析。

例2 现已知在  $T$  温度时的水的离子积常数为  $K_w$ ,此时将一元碱 AOH 和一元酸 HB 等体积进行混合,其中 AOH 的浓度为  $a \text{ mol/L}$ ,HB 的浓度为  $b \text{ mol/L}$ ,则可以判定混合溶液呈现中性的依据为( )。

- A.  $a = b$
- B. 混合溶液的 pH 为 7
- C. 在混合溶液中  $c(\text{H}^+) = \sqrt{K_w}$
- D. 在混合溶液中,  $c(\text{H}^+) + c(\text{A}^+) = c(\text{OH}^-) + c(\text{B}^-)$

解析 对于 A 选项,只有 AOH 为强碱、HB 为强酸时,或者 AOH 和 HB 的电离常数相等时混合溶液才会呈现中性,故错误;对于 B 选项,只有 25℃ 条件下,溶液的 pH 为 7 的混合溶液才呈现中性,故错误;对于 C 选项,由于水的离子积常数为  $K_w = c(\text{H}^+) \cdot c(\text{OH}^-)$ ,故当  $c(\text{H}^+) = \sqrt{K_w}$  时,必然有  $c(\text{OH}^-) = c(\text{H}^+) = \sqrt{K_w}$ ,则混合溶液为中性,正确;对于 D 选项,上述关系式仅仅是溶液中的电荷守恒关系式,与溶液的酸碱性无关,无论什么情况下始终都保持成立。因此正确答案为 C。

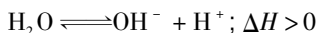
点评 结合水的电离情况来判断溶液 pH,首先需要了解溶液的酸碱性决定条件,即取决于溶液中的  $c(\text{H}^+)$  和  $c(\text{OH}^-)$  的相对大小,两者相等,溶液呈中性; $c(\text{H}^+) > c(\text{OH}^-)$ ,溶液呈酸性; $c(\text{H}^+) < c(\text{OH}^-)$ ,溶液呈碱性。另外需要掌握溶液中  $c(\text{H}^+)$  和  $c(\text{OH}^-)$  的来源,碱性溶液中的  $c(\text{H}^+)$  全部来源于水的电离,而酸性溶液中

的  $c(\text{OH}^-)$  全部来源于水的电离。

### 三、水电离平衡的影响及移动

对于该知识点需要考虑的外界条件包括温度变化和水溶液中添加物,而添加物主要有酸碱、盐、金属这三类。分析时需要从可逆反应的平衡移动角度来分析,通过确定水溶液中的  $c(\text{OH}^-)$  和  $c(\text{H}^+)$  的变化来判断外界条件对水电离的影响是抑制还是促进。

例3 温度为  $25^\circ\text{C}$  时,水的电离处于平衡状态,即



现对水溶液进行以下操作,下列说法正确的是( )。

- A. 如果向水中滴加稀  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,则水的电离平衡逆向移动,并且  $c(\text{OH}^-)$  减小  
 B. 如果向水中添加少量固体  $\text{NaHSO}_4$ ,则  $c(\text{H}^+)$  增大,但水的离子积常数  $K_w$  不变  
 C. 如果向水中添加少量固体  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ,则水的电离平衡逆向移动,并且  $c(\text{H}^+)$  减小  
 D. 如果将水进行加热,则水的离子积常数  $K_w$  增大,但水的 pH 保持不变

解析 向水中添加酸、碱、盐都会对水的电离造成影响,分析过程需从平衡移动角度来分析。对于 A 选项,向水中滴加稀  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ,由于稀氨水是弱碱,溶液呈现碱性,则水溶液中的  $c(\text{OH}^-)$  增大,水的电离平衡逆向移动,错误;对于 B 选项,由于  $\text{NaHSO}_4$  是盐,电离后溶液呈现酸性,则水溶液中的  $c(\text{H}^+)$  增大,但  $K_w$  不变,正确;对于 C 选项,  $\text{CH}_3\text{COONa}$  是弱酸盐,会发生水解,促进水的电离,水的电离平衡正向移动,错误;对于 D 选项,由于水的电离是吸热过程,因此升高温度可以促进水的电离,  $c(\text{H}^+)$  和  $c(\text{OH}^-)$  均会增加,因此  $K_w$  也会相应的增加, pH 减小,但水溶液会保持中性,错误。因此正确答案为 B。

点评 向纯水中添加物质对水电离平衡的影响可分以下几种情况:①添加酸或碱,由于  $c(\text{H}^+)$  或  $c(\text{OH}^-)$  增加,则抑制水的电离;②添加弱酸根离子或弱碱阳离子,由于上述物质会与水电离的  $\text{H}^+$  或  $\text{OH}^-$  结合成难电离的物质,因此会促进水的电离;③添加强酸的酸式盐,由于物质的加入会电离出  $\text{H}^+$ ,使得溶液中  $c(\text{OH}^-)$  增加,会抑制水

的电离;④加入活泼金属,金属会与水电离的  $\text{H}^+$  反应,因此可以促进水的电离。另外需要注意的是水的离子积常数  $K_w$  仅与温度有关,因此物质添加不会对其造成影响。

### 四、关于水电离出的 $c(\text{H}^+)$ 和 $c(\text{OH}^-)$ 的计算

计算水电离出的  $c(\text{H}^+)$  或  $c(\text{OH}^-)$  是水电离的重要知识考查点,一般存在以下几种情形:①溶液为中性;②溶质为酸的溶液;③溶质为碱的溶液;④水解后呈酸性或碱性的盐溶液。由于溶液的性质和溶质不同,求解时需要具体情况具体分析。

例4 现有以下四种溶液:①  $\text{pH} = 0$  的盐酸;②  $0.1\text{mol/L}$  的盐酸;③  $\text{NaOH}$  溶液的浓度为  $0.01\text{mol/L}$ ;④  $\text{NaOH}$  溶液的  $\text{pH} = 11$ 。在室温条件下,溶液中水电离出的  $\text{H}^+$  浓度之比,①:②:③:④是( )。

- A. 1:10:100:1000 B. 0:1:12:11  
 C. 14:13:12:11 D. 14:13:2:3

解析 本题目求溶液中水电离的  $\text{H}^+$  浓度之比,需要分别将其计算出。对于溶液①,已知  $c(\text{H}^+) = 1\text{mol/L}$ ,则溶液中的  $c(\text{OH}^-)$  全部来源于水的电离,即水电离出的  $c(\text{H}^+)$  应等于溶液中的  $c(\text{OH}^-)$ ,  $c(\text{H}^+) = 1.0 \times 10^{-14}\text{mol/L}$ ;对于溶液②,已知  $c(\text{H}^+) = 0.1\text{mol/L}$ ,则水电离出的  $c(\text{H}^+) = 1.0 \times 10^{-13}\text{mol/L}$ ;对于溶液③,已知  $c(\text{OH}^-) = 0.01\text{mol/L}$ ,则溶液中的  $c(\text{H}^+)$  应全部来源于水的电离,即水电离出的  $c(\text{H}^+)$  应等于溶液中的  $c(\text{OH}^-)$ ,  $c(\text{H}^+) = 1.0 \times 10^{-12}\text{mol/L}$ ;对于溶液④,已知  $c(\text{OH}^-) = 1.0 \times 10^{-3}\text{mol/L}$ ,则水电离出的  $c(\text{H}^+) = 1.0 \times 10^{-11}\text{mol/L}$ 。因此①:②:③:④ =  $(1.0 \times 10^{-14}) : (1.0 \times 10^{-13}) : (1.0 \times 10^{-12}) : (1.0 \times 10^{-11}) = 1:10:100:1000$  因此正确答案为 A。

点评 计算水电离出的  $c(\text{H}^+)$  或  $c(\text{OH}^-)$ ,首先需要明确溶液的性质,即溶液呈酸性还是碱性,以及溶质的具体情况,然后确定  $\text{H}^+$  或  $\text{OH}^-$  的来源,利用电离和水解来确定离子间浓度的等量关系,最后结合溶液的浓度和 pH 来计算。一般情况下,溶质为酸的溶液,有  $c(\text{OH}^-)_{\text{溶液}} = c(\text{OH}^-)_{\text{水}}$ ;溶质为碱的溶液,  $c(\text{H}^+)_{\text{溶液}} = c(\text{H}^+)_{\text{水}}$ ;对于强酸弱碱盐,  $c(\text{H}^+)_{\text{溶液}} = c(\text{H}^+)_{\text{水}}$ ;强碱弱酸盐,  $c(\text{OH}^-)_{\text{溶液}} = c(\text{OH}^-)_{\text{水}}$ 。

(收稿日期:2018-03-25)