

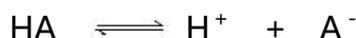
第三节 缓冲溶液

酸碱缓冲溶液是指具有稳定溶液酸度作用的溶液。即将体系适当稀释或加入少量强酸或少量强碱时，溶液的 pH 能基本保持不变。在反应体系中加入这种溶液，就能达到控制酸度的目的。

一、缓冲溶液的组成及作用原理

缓冲溶液一般是由弱酸及其共轭碱或弱碱及其共轭酸，以及由不同酸度的两性物质组成的。

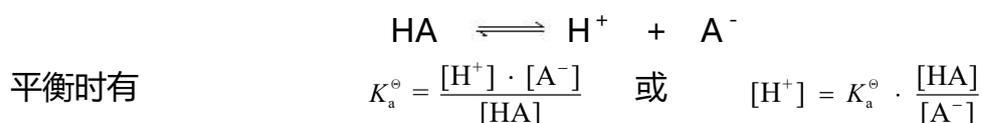
现以 $\text{HA}-\text{A}^-$ 缓冲体系为例说明缓冲溶液的作用原理。溶液中存在下列平衡



当向溶液中加入少量强酸时，加入的 H^+ 可与溶液中大量 A^- 离子结合成 HA 分子，使平衡向左移动，溶液中 pH 基本保持不变；当加入少量强碱时， OH^- 与溶液中的 H^+ 结合成 H_2O 分子，促使 HA 分子继续解离，平衡向右移动，溶液中 pH 也基本保持不变；如果将溶液稍加稀释， HA 和 A^- 浓度都相应降低，使 HA 的解离度增大，那么溶液中 $[\text{H}^+]$ 仍然基本保持不变，从而使溶液酸度稳定。

二、缓冲溶液的 pH 计算

对于上述 $\text{HA}-\text{A}^-$ 缓冲体系，设缓冲组分的浓度分别为 c_{HA} 、 c_{A^-} ，溶液中存在下列平衡



由于溶液中 HA 及 A^- 浓度相对较高，同时由于同离子效应的存在，使得 HA 的解离度很小，可认为 $[\text{HA}] \approx c_{\text{酸}}$ ， $[\text{A}^-] \approx c_{\text{盐}}$ ，则上式可近似处理成

$$[\text{H}^+] = K_a^\ominus \cdot \frac{c_{\text{酸}}}{c_{\text{盐}}}$$

(2-11)

式(2-11)说明缓冲溶液的酸度与缓冲组分的性质 (K_a^\ominus) 有关，同时与缓冲组分比有关。可以适当改变浓度比值，就可一定范围内配制不同 pH 的缓冲溶液。

同理可推出，对于弱碱及其盐组成的缓冲溶液

$$[\text{OH}^-] = K_b^\ominus \cdot \frac{c_{\text{碱}}}{c_{\text{盐}}} \quad (2-12)$$

三、缓冲溶液的选择和配制

酸碱缓冲溶液根据用途的不同可以分成两大类，即普通酸碱缓冲溶液和标准酸碱缓冲溶液。标准酸碱缓冲溶液简称标准缓冲溶液，主要用于校正酸度计。普通酸碱缓冲溶液主要用于化学反应或生产过程中酸度的控制，在实际工作中应用很广。

选择酸碱缓冲溶液时主要考虑以下三点：

1. 对正常的化学反应或生产过程没有干扰，也就是说除维持酸度外，不能发生副反应。

2. 所需控制的 pH 应在缓冲溶液的缓冲范围内。如果酸碱缓冲溶液是由弱酸（弱碱）及其共轭碱（酸）组成的，则 $\text{p}K_a^\ominus$ （ $\text{p}K_b^\ominus$ ）应尽量与所需控制的 pH（pOH）一致。

3. 应具有较强的缓冲能力。为了达到这一要求，所选择体系中两组分的浓度比应尽量接近 1，且浓度适当大些为好。

表 2-1 列举了一些常见酸碱缓冲体系，可供选择时参考。

表 2-1 常用酸碱缓冲溶液及有效缓冲范围

缓冲体系	$\text{p}K_a^\ominus$ （或 $\text{p}K_b^\ominus$ ）	缓冲范围（pH）
HAc-NaAc	4.75	3.6 ~ 5.6
$\text{NH}_3\text{-NH}_4\text{Cl}$	4.75（ $\text{p}K_b^\ominus$ ）	8.3 ~ 10.3
$\text{NaHCO}_3\text{-Na}_2\text{CO}_3$	10.25	9.2 ~ 11.0
$\text{KH}_2\text{PO}_4\text{-K}_2\text{HPO}_4$	7.21	5.9 ~ 8.0
$\text{H}_3\text{BO}_3\text{-Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$	9.2	7.2 ~ 9.2

例如，欲配制一定体积 pH = 4.8 的缓冲溶液，根据欲选的缓冲对的 $\text{p}K_a^\ominus$ 应尽量与所需控制的 pH 一致的原则，应选择 HAc-NaAc 体系为好。