



# 弱酸弱碱的pH计算

潘沛玲

你知道这瓶白醋的  
pH是多少吗？如何计算？



商品名称：加加 糯米白醋

配 料：水、糯米、食用酒精、白砂糖、食用盐、  
食品添加剂（山梨酸钾）

净含量：500ml

包 装：瓶装

总 酸： $\geq 4.0\text{g}/100\text{ml}$

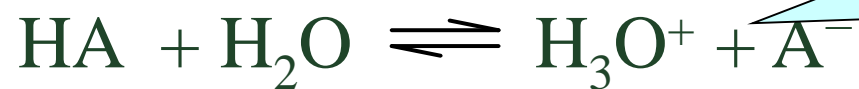
保质期：2年

产品标准：GB 18187 液态发酵

贮存条件：阴凉干燥处贮存。

温馨提示：存放若发生少量沉淀，不影响食用。

## 一元弱酸溶液的pH近似计算



当弱酸的 $K_a \cdot c_a \geq 20K_w$ 时，忽略水的解离对 $\text{H}_3\text{O}^+$ 浓度的影响，只考虑弱酸的解离对 $\text{H}_3\text{O}^+$ 浓度的贡献。

$$\begin{cases} [\text{H}_3\text{O}^+] \approx [\text{A}^-] \\ [\text{HA}] \approx c_a - [\text{H}_3\text{O}^+] \end{cases} \longrightarrow K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{c_a - [\text{H}_3\text{O}^+]}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{-K_a + \sqrt{K_a^2 + 4K_a \cdot c_a}}{2} \quad (\text{近似式})$$

当 $c_a/K_a \geq 500$ 时， $c_a - [\text{H}_3\text{O}^+] \approx c_a$ 时

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \cdot c_a} \quad (\text{最简式})$$



例1:

计算298K时0.10mol/L HAc的pH和 $\alpha$ 。已知HAc的  
 $K_a=1.76\times 10^{-5}$

解:  $\because K_a \cdot C_a = 1.76 \times 10^{-5} \times 0.10 = 1.76 \times 10^{-6} > 20K_w$

$$C_a/K_a = 0.10/1.76 \times 10^{-5} > 500$$

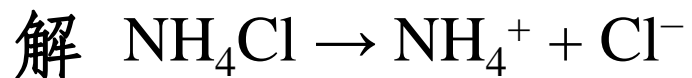
$$\therefore [\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \cdot c_a} = \sqrt{1.76 \times 10^{-5} \times 0.10} = 1.33 \times 10^{-3} (\text{mol/L})$$

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}_3\text{O}^+] = -\lg(1.33 \times 10^{-3}) = 2.88$$

$$\alpha = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{c_a} \times 100\% = \frac{1.33 \times 10^{-3}}{0.10} \times 100\% = 1.33\%$$



例2: 计算常温下0.10 mol/L  $\text{NH}_4\text{Cl}$ 溶液的pH值。已知 $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ 的 $K_b=1.8\times 10^{-5}$



$\text{Cl}^-$ 是极弱的碱，该溶液的酸碱性主要取决于 $\text{NH}_4^+$ ，按一元弱酸计算。

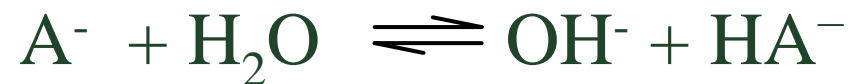
$$\text{NH}_4^+ \quad K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.8 \times 10^{-5}} = 5.6 \times 10^{-10}$$

$$\because K_a \cdot c_a = 5.6 \times 10^{-11} > 20 K_w, \quad c_a / K_a = 0.10 / 5.6 \times 10^{-10} > 500$$

$$\therefore [\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a \cdot c_a} = \sqrt{5.6 \times 10^{-10} \times 0.10} = 7.5 \times 10^{-6} (\text{mol/L})$$

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}_3\text{O}^+] = -\lg(7.5 \times 10^{-6}) = 5.12$$

## 一元弱碱溶液的pH近似计算



当  $K_b \cdot c_b \geq 20 K_w$  且  $c_b / K_b < 500$  时,

$$[\text{OH}^-] = \frac{-K_b + \sqrt{K_b^2 + 4K_b \cdot c_b}}{2} \quad (\text{近似式})$$

当  $K_b \cdot c_b \geq 20 K_w$  且  $c_b / K_b \geq 500$  时,

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \cdot c_b} \quad (\text{最简式})$$



## 例1:

计算0.10mol/L  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  溶液的pH。已知  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  的  $K_b = 1.8 \times 10^{-5}$ 。

解:  $\because K_b \cdot c_b = 1.8 \times 10^{-5} \times 0.1 = 1.8 \times 10^{-6} > 20K_w$

$$c_b / K_b = 0.10 / 1.8 \times 10^{-5} \geq 500$$

$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_b \cdot c_b} = \sqrt{1.8 \times 10^{-5} \times 0.10} = 1.34 \times 10^{-3} (\text{mol/L})$

$\therefore$

$$\text{pOH} = -\lg [\text{OH}^-] = -\lg(1.34 \times 10^{-3}) = 2.87$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 2.87 = 11.13$$



## 例4:

计算常温下**0.10mol/L NaAc**溶液的pH。

解:  $\text{NaAc} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Ac}^-$

因 $\text{Na}^+$ 不参与酸碱平衡, 溶液的酸碱性主要取决于 $\text{Ac}^-$ 。

$$\text{Ac}^- \quad K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1.0 \times 10^{-14}}{1.76 \times 10^{-5}} = 5.68 \times 10^{-10}$$

$$\therefore K_b \cdot c_b = 5.68 \times 10^{-10} \times 0.10 = 5.68 \times 10^{-11} > 20K_w$$

$$c_b / K_b = 0.10 / 5.68 \times 10^{-11} > 500$$

$$\therefore \sqrt{K_b \times c_b} = \sqrt{5.68 \times 10^{-10} \times 0.10} = 7.5 \times 10^{-6} \text{ (mol/L)}$$

$$\text{pOH} = -\lg [\text{OH}^-] = -\lg(7.5 \times 10^{-6}) = 5.12$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 5.12 = 8.88$$



请计算质量浓度大于  
4.0g/100mL白醋的pH是  
多少？



商品名称：加加 糯米白醋

配 料：水、糯米、食用酒精、白砂糖、食用盐、  
食品添加剂（山梨酸钾）

净含量：500ml

包 装：瓶装

总 酸： $\geq 4.0\text{g}/100\text{ml}$

保质期：2年

产品标准：GB 18187 液态发酵

贮存条件：阴凉干燥处贮存。

温馨提示：存放若发生少量沉淀，不影响食用。

解： 已知该白醋的质量浓度为40g/L

$$\therefore c_B = \frac{\rho_B}{M_B} = \frac{40\text{g/L}}{60\text{g/mol}} = 0.667\text{mol/L}$$

$$\therefore K_a \cdot c_a = 1.76 \times 10^{-5} \times 0.667 = 1.76 \times 10^{-6} > 20K_w$$

$$c_a/K_a = 0.667/1.76 \times 10^{-5} > 500$$

$$\therefore [\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{c_a \cdot K_a}$$

$$\therefore [\text{H}_3\text{O}^+] = 3.43 \times 10^{-3} \text{mol/L}$$

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}_3\text{O}^+] = -\lg(3.43 \times 10^{-3}) = 2.46$$



## 小结:

电解质溶液pH的计算公式:

一元弱酸:  $c_a \cdot K_a \geq 20K_w$ ,  $c_a/K_a \geq 500$ 时,  $[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{c_a \cdot K_a}$

一元弱碱:  $c_b \cdot K_b \geq 20K_w$ ,  $c_b/K_b \geq 500$ 时,  $[\text{OH}^-] = \sqrt{c_b \cdot K_b}$

多元弱酸:  $c_a \cdot K_{a1} \geq 20K_w$ , 且  $c_a/K_{a1} \geq 500$ 时,  $[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{c_a \cdot K_{a1}}$

多元弱碱:  $c_b \cdot K_{b1} \geq 20K_w$ , 且  $c_b/K_{b1} \geq 500$ 时,  $[\text{OH}^-] = \sqrt{c_b \cdot K_{b1}}$

两性物质:  $c/K_a' \geq 20$ ,  $c \cdot K_a \geq 20K_w$ 时,  $[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_a' \cdot K_a}$

谢 谢 观 看