

2021—化学选择性必修1 《化学反应原理》



第三章 水溶液中的离子反应与平衡

§3-1 电离平衡

3.1.2 电离平衡常数 强酸与弱酸比较



学习目标

- 1、会书写电离平衡常数表达式；
- 2、理解电离平衡常数的意义，并会定性判断；
- 3、掌握电离平衡常数的定量计算；
- 4、建立判断强弱电解质和“强酸制弱酸”的思维模型。

学习任务一 电离平衡常数 电离度

自主学习

【问题1】 怎样定量的比较弱电解质的相对强弱？电离程度相对大小怎么比较

一、电离平衡常数(K)

1. **定义**：弱电解质在一定条件下电离达到**平衡时**，溶液中的电离出来的**各离子浓度幂乘积**与**溶液中未电离的电解质分子浓度**的比值是一个常数，叫电离平衡常数。

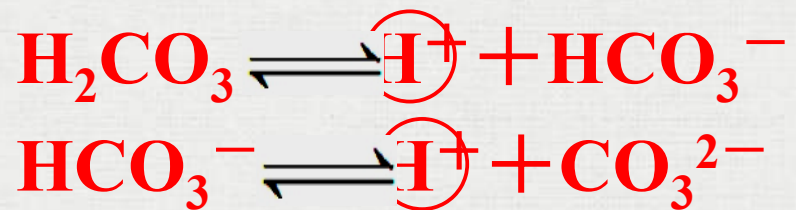
2. **表示方法**：①对于**一元弱酸**： $\text{HA} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{A}^-$ ，平衡时：

$$K_a = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})}$$

②对于**一元弱碱**： $\text{MOH} \rightleftharpoons \text{M}^+ + \text{OH}^-$ ，平衡时：

$$K_b = \frac{c(\text{M}^+) \cdot c(\text{OH}^-)}{c(\text{MOH})}$$

③**多元弱酸**的电离是分步进行的，每步各有电离平衡常数，通常用 K_1 、 K_2 等来分别表示。**例如**： H_2CO_3



$$K_1 = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HCO}_3^-)}{c(\text{H}_2\text{CO}_3)}$$

$$K_2 = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{CO}_3^{2-})}{c(\text{HCO}_3^-)}$$

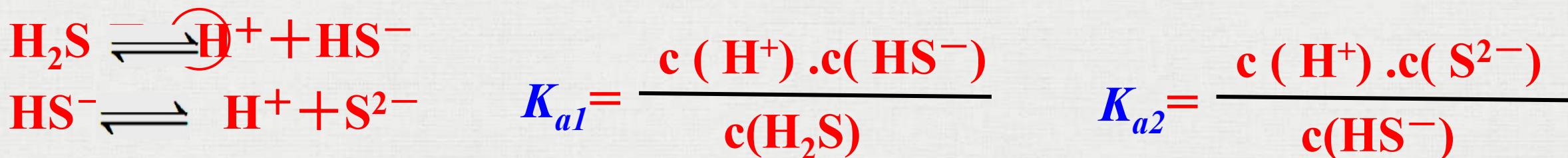
$$K_{a1} \gg K_{a2}$$

注意：④由于**多元弱碱**为难溶碱，所以一般不用电离平衡常数，而用以后要学到的难溶物的**溶度积常数** K_{sp} 。

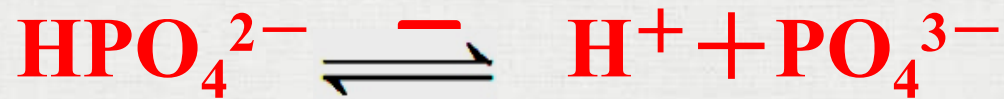
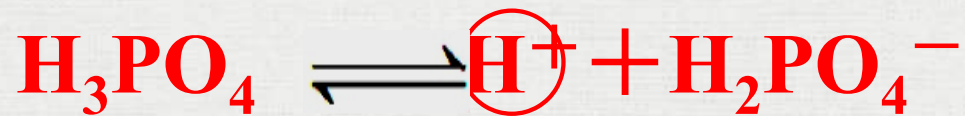


【练习1】 书写下列电解质的电离方程式，写出对应的电离常数表达式，多步电离的判断各步电离常数的大小。

(1)HClO (2)NH₃·H₂O (3)H₂S (4)H₃PO₄



$$K_{a1} \gg K_{a2}$$



$$K_{a1} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{H}_2\text{PO}_4^-)}{c(\text{H}_3\text{PO}_4)}$$

$$K_{a2} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{HPO}_4^{2-})}{c(\text{H}_2\text{PO}_4^-)}$$

$$K_{a3} = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{PO}_4^{3-})}{c(\text{HPO}_4^{2-})}$$

$$K_{a1} \gg K_{a2} \gg K_{a3}$$

【练习2】 [2014·新课标全国卷 I，27(1)(2)③] $\text{H}_3\text{PO}_2 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{H}_2\text{PO}_2^-$

(1) H_3PO_2 是一元中强酸，

写出其电离平衡常数表达式： $K_a = \frac{c(\text{H}^+) \cdot c(\text{H}_2\text{PO}_2^-)}{c(\text{H}_3\text{PO}_2)}$ 。

(2) NaH_2PO_2 为 正盐 (填“正盐”或“酸式盐”)。

学习任务一 电离平衡常数 电离度

自主学习

【问题探究】 向两支分别盛有 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 醋酸和 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 硼酸溶液的试管中滴加等浓度的 Na_2CO_3 溶液，观察现象。



强酸制弱酸

查阅资料发现，醋酸、碳酸和硼酸在 $25\text{ }^\circ\text{C}$ 时的电离常数分别是：

1.75×10^{-5} ， 4.4×10^{-7} (第一步电离) 和 5.8×10^{-10} ，它们与酸性大小有何联系

醋酸中有大量气泡冒出。

硼酸中无气泡产生。

即酸性强弱顺序为醋酸>碳酸>硼酸。

3. 电离平衡常数的意义：

同温下，电离平衡常数越大，电离程度越大，其大小能反映酸碱性的相对强弱。

学习任务一 电离平衡常数 电离度

自主学习

【试一试】分析数据，结合实验，得出结论25℃时，几种弱酸的电离常数：

HF	3.5×10^{-4}
H ₂ CO ₃	4.3×10^{-7}
CH ₃ COOH	1.8×10^{-5}
HClO	3.0×10^{-8}

不同温度下醋酸的电离常数

温度	电离常数
25℃	1.8×10^{-5}
50℃	5.1×10^{-5}

4. 电离平衡常数的影响因素：

①内因：相同温度下，不同弱电解质的电离常数不同，即影响电离常数大小的主要因素是弱电解质本身的性质。

②外因：电离平衡常数与浓度无关，只与温度有关，升高温度， K 值增大。

注意：电离常数大小的比较需在同一温度下进行。

5. 电离平衡常数的应用：

① 比较弱电解质相对强弱。

相同温度下，不同种弱酸，电离常数 (**K**) **越大**，其电离程度越大，**酸性越强**。
其对应离子**结合H⁺能力就越弱**。



强酸制弱酸

酸性：**HA > HB** \Downarrow 结合H⁺能力：**B⁻ > A⁻**



② 比较弱电解质中微粒浓度比值的变化。

如：醋酸溶液中加水稀释过程中 $\frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})}$ 是如何变化的？

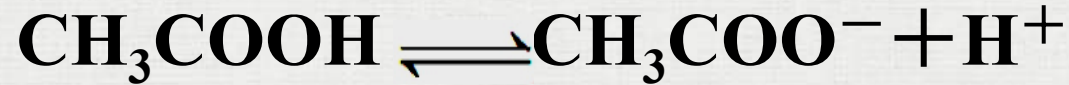
$$\frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-)c(\text{H}^+)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})c(\text{H}^+)} = \frac{K}{c(\text{H}^+)} \quad \text{增大}$$

K变形减少变量

5. 电离平衡常数的应用：

③ 电离常数的计算——三段式法

例1： 求25 °C $a \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的 CH_3COOH 的电离平衡常数 K 。



起始浓度/ $(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})$ a 0 0

变化浓度/ $(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})$ x x x

平衡浓度/ $(\text{mol}\cdot\text{L}^{-1})$ $a-x$ x x

$$\text{则: } K_a = \frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{x^2}{a-x} \approx \frac{x^2}{a}$$

$$\text{电离度: } \alpha = \frac{\text{已电离的弱电解质分子数}}{\text{弱电解质分子总数}} \times 100\% = \frac{x}{a} \times 100\%$$

【例题1】 (1) 25 °C时,在0.1 mol·L⁻¹的HA溶液中,电离度为1%。求该温度下HA的电离常数。

(2) 计算25 °C时,0.2 mol·L⁻¹的该酸溶液中的c(H⁺)。 **c(H⁺)=1.42×10⁻³mol/L**

	HA	⇌	A⁻	+	H⁺
起始浓度/(mol·L ⁻¹)	0.1		0		0
变化浓度/(mol·L ⁻¹)	0.1×1%		0.001		0.001
平衡浓度/(mol·L ⁻¹)	0.1-0.001		0.001		0.001

$$K = \frac{0.001 \times 0.001}{0.1 - 0.001} = 1.01 \times 10^{-5} \approx 1.0 \times 10^{-5}$$

$$K \approx \frac{0.001 \times 0.001}{0.1} = 1.0 \times 10^{-5}$$

深度思考

1. 如何从定量的角度判断醋酸溶液中加水稀释一倍后，电离平衡移动的方向？

提示 $K_a = \frac{c(\text{CH}_3\text{COO}^-) \cdot c(\text{H}^+)}{c(\text{CH}_3\text{COOH})}$ ，稀释一倍后，假设平衡不移动，

则 $Q = \frac{\frac{1}{2}c(\text{CH}_3\text{COO}^-) \cdot \frac{1}{2}c(\text{H}^+)}{\frac{1}{2}c(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{1}{2}K_a$ ， $Q < K_a$ ，平衡向电离方向移动。

深度思考

影响电离平衡因素的角度分析

2. 同一温度下, H_2CO_3 的电离平衡常数 $K_{a1} = 4.4 \times 10^{-7}$, $K_{a2} = 4.7 \times 10^{-11}$, 有人认为 K_{a1} 、 K_{a2} 差别很大的主要原因是第一步电离产生的 H^+ 对第二步的电离起抑制作用造成的。你认为这种观点对吗? 试从影响平衡常数因素的角度阐明你的观点。

提示 这种观点不正确, 电离常数与温度有关, 与溶液中的 H^+ 浓度无关。其差别大的主要原因是从 HCO_3^- 负电荷上解离一个正电荷 (H^+) 比从中性分子 (H_2CO_3) 中解离一个正电荷 (H^+) 克服微粒之间的作用要大, 即内因影响电离常数。

【练习1】18 °C时, H_2A (酸): $K_1=4.3\times 10^{-7}$, $K_2=2.1\times 10^{-12}$ 。

H_2B (酸): $K_1=1.0\times 10^{-7}$, $K_2=6.3\times 10^{-13}$,

在浓度相同的两种溶液中, 用“>”“<”或“=”填空。

(1) H^+ 的浓度: H_2A > H_2B 。

(2) 酸根离子的浓度: $c(\text{A}^{2-})$ > $c(\text{B}^{2-})$ 。

(3) 酸分子的浓度: $c(\text{H}_2\text{A})$ < $c(\text{H}_2\text{B})$ 。

(4) 溶液的导电能力: H_2A > H_2B 。

【练习2】已知 $0.1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ 的醋酸溶液中存在电离平衡:



要使溶液中 $c(\text{H}^+)/c(\text{CH}_3\text{COOH})$ 值增大, 可以采取的措施是(**D**)

A. 加少量烧碱溶液

B. 降低温度

C. 加少量冰醋酸

D. 加水

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/338131020025006053>