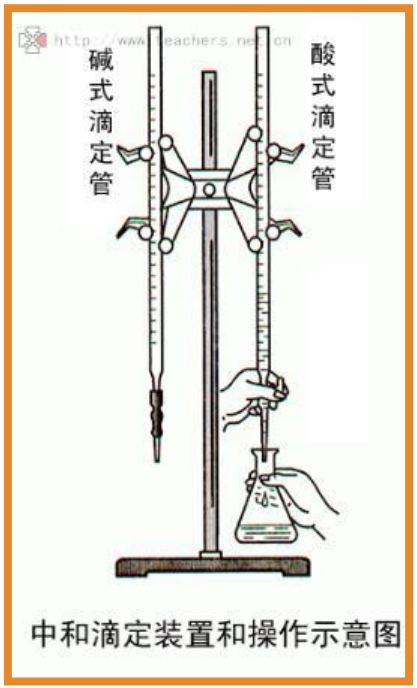
第四章

酸碱滴定法



酸碱滴定法



中和滴定装置和操作示意图

定义：

以酸碱中和反应为基础的滴定分析法，亦称酸碱中和法。

原理：

以强酸（碱）标准溶液滴定一般的酸、碱以及能与酸或者碱发生反应的待测物质。

酸碱理论



Svante August Arrhenius
瑞典化学家

1.酸碱电离理论

1887年，瑞典化学家阿仑尼斯提出了酸碱电离理论

定义 酸指在水中电离出的阳离子全部为H^+

（HCl、HNO_3、H_3PO_4）

碱指在水中电离出的阴离子全部为OH^-

（NaOH、$Ba(OH)_2$、$Al(OH)_3$）

局限性 适用于水溶液，非水溶液不适用

不能解释NH_3、Na_2CO_3等水溶液的酸碱性问题

2. 酸碱质子理论



Brfnsted J N
丹麦物理化学家

1923 年布朗斯特（Bronsted）质子理论：

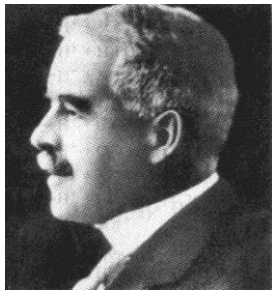
凡是能给出质子（H^+）的物质是酸； 凡是能接受质子的物质是碱。

$$HB \rightleftharpoons H^+ + B^-$$

共轭酸　　质子　共轭碱

因一个质子的得失而互相转变的一对酸碱，称为共轭酸碱对。

3.1923年路易斯电子理论



Lewis G N
美国物理化学家

凡是能接收电子对的物质是酸；凡是能给出电子对的物质是碱。

酸碱质子理论

布朗斯特（Bronsted）质子理论：

酸		碱
HAc	$\rightarrow H^+ + Ac^-$	$HAc \leftarrow H^+ + Ac^-$
H_2CO_3	$\rightarrow H^+ + HCO_3^-$	$H_2CO_3 \leftarrow H^+ + HCO_3^-$
HCO_3^-	$\rightarrow H^+ + CO_3^{2-}$	$HCO_3^- \leftarrow H^+ + CO_3^{2-}$
H_3O^+	$\rightarrow H^+ + H_2O$	$H_3O^+ \leftarrow H^+ + H_2O$
H_2O	$\rightarrow H^+ + HO^-$	$H_3O \leftarrow H^+ + HO^-$
NH_4^+	$\rightarrow H^+ + NH_3$	$NH_4^+ \leftarrow H^+ + NH_3$

酸碱可以是阳离子、阴离子，也可以是中性分子

共轭酸碱对

因一个质子的得失而互相转变的一对酸碱，称为共轭酸碱对。

$$HB \rightleftharpoons H^+ + B^-$$

共轭酸　　质子　共轭碱

$$HAc \rightleftharpoons H^+ + Ac^-$$
$$H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$$
$$HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{2-}$$
$$H_3O^+ \rightleftharpoons H^+ + H_2O$$
$$H_2O \rightleftharpoons H^+ + HO^-$$
$$NH_4^+ \rightleftharpoons H^+ + NH_3$$

共轭酸碱对之间只相差一个质子

两性物质

两性物质

既能给质子，又能接受质子的物质。

多元酸酸式盐

$$\begin{cases} HCO_3^- + H^+ \rightarrow H_2CO_3 \\ HCO_3^- \rightarrow H^+ + CO_3^{2-} \end{cases}$$

$$\begin{cases} H_2PO_4^- \rightarrow H^+ + HPO_4^{2-} \\ H_2PO_4^- + H^+ \rightarrow H_3PO_4 \end{cases}$$

水是一种两性溶剂

$$\begin{cases} H_3O^+ \rightarrow H^+ + H_2O \\ H_2O \rightarrow H^+ + HO^- \end{cases}$$

弱酸弱碱盐：NH_4Ac

酸碱反应

醋酸的解离

半反应1： $HAc\ (酸) \longrightarrow H^+ + Ac^-(碱)$

半反应2： $H_2O(碱) + H^+ \longrightarrow H_3O^+\ (酸)$

$$HAc\ (酸) + H_2O(碱) \rightleftharpoons H_3O^+（酸） + Ac^-（碱）$$

两对共轭酸碱对

实质：质子转移

酸碱反应是两对酸碱共同作用的结果；

当一种酸给出质子时，溶液中必定有一种碱接受质子。

水的质子自递反应

在水分子之间存在着的质子传递作用，称为**水的质子自递作用**。这种作用的平衡常数称为水的质子自递常数：

$$H_2O + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + OH^-$$

$$K_w = [H_3O^+][OH^-]$$

或：

$$K_w = [H^+][OH^-]$$

在25 ℃：

$$K_w = 10^{-14}$$

$$pK_w = 14$$

酸碱平衡

酸碱的强弱取决于物质给出质子或接受质子的能力。（定性）

用解离常数K_a和K_b定量地说明他们的强弱程度。（定量）

$$HAc + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + Ac^-$$

$$K_a = \frac{[H^+][Ac^-]}{[HAc]}$$

共轭碱的解离常数K_b：

$$Ac^- + H_2O \rightleftharpoons HAc + OH^-$$

$$K_b = \frac{[HAc][OH^-]}{[Ac^-]}$$

共轭酸碱对离解常数的关系

$$K_a K_b = [H^+][OH^-] = K_w = 10^{-14}$$

多元酸共轭酸碱对的关系

二元酸：

$$H_2CO_3 \underset{K_{b_2}}{\overset{K_{a_1}}{=\!=\!=}} HCO_3^- + H^+ \underset{K_{b_1}}{\overset{K_{a_2}}{=\!=\!=\!=}} CO_3^{2-} + H^+$$

$$K_{a_1}K_{b_2} = K_{a_2}K_{b_1} = K_w$$

三元酸：

$$H_3PO_4 \underset{K_{b_3}}{\overset{K_{a_1}}{=\!=\!=\!=\!=}} H_2PO_4^- + H^+ \underset{K_{b_2}}{\overset{K_{a_2}}{=\!=\!=\!=}} HPO_4^{2-} + H^+ \underset{K_{b_1}}{\overset{K_{a_3}}{=\!=\!=\!=}} PO_4^{3-} + H^+$$

$$K_{a_1}K_{b_3} = K_{a_2}K_{b_2} = K_{a_3}K_{b_1} = K_w$$

例：

1.已知HAc的K_a=1.8 ×10^{-5}, 求Ac^-的K_b

$$K_b = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1.0\times10^{-14}}{1.8\times10^{-5}} = 5.6\times10^{-10}$$

2. 已知NH_3的 K_b =1.8 ×10^{-5}, 求NH_4^+的 K_a

$$K_a = \frac{K_w}{K_b} = \frac{1.0\times10^{-14}}{1.8\times10^{-5}} = 5.6\times10^{-10}$$

3. 已知柠檬酸的pK_{a1}~pK_{a3}分别为3.13, 4.76, 6.40,则pK_{b1}



$$K_{a1}K_{b3} = K_{a2}K_{b2} = K_{a3}K_{b1} = K_w$$

$$pK_{b1} = 14.00 - pK_{a3} = 7.60$$



水溶液酸度的计算

平衡浓度和分析浓度

平衡浓度：达到平衡时溶液中溶质某一型体的浓度，[HAc]或 $c_e(HAc)$

分析浓度：该溶质的各种型体的平衡浓度之和，用c表示

分析浓度等于溶液中存在的各型体的平衡浓度之和。

醋酸：$c(HAc) = c_e(HAc) + c_e(Ac^-)$

分析浓度　　平衡浓度

物料平衡、电荷平衡和质子平衡

物料平衡（MBE）

各物质的平衡浓度之和等于其分析浓度。

1. 找出各有关存在型体

2. 然后根据定义列出方程

浓度为c (mol · L^{-1})的Na_2SO_3溶液的物料平衡为：

$$[SO_3^{2-}] + [HSO_3^-] + [H_2SO_3] = c$$

$$[Na^+] = 2c$$

浓度为c的$(NH_4)_2HPO_4$

$$[NH_3] + [NH_4^+] = 2c$$

$$[H_3PO_4] + [H_2PO_4^-] + [HPO_4^{2-}] + [PO_4^{3-}] = c$$

电荷平衡平衡（CBE）

溶液中正离子所带正电荷的总数等于负离子所带负电荷的总数（电中性原则）。

1. 找出溶液中的阳离子和阴离子

2. 然后根据电中性的原则列出方程式

浓度为*c*的NaAc 溶液的电荷平衡方程：

$$[Na^+] + [H^+] = [Ac^-] + [OH^-]$$

浓度为*c*的Na_2CO_3水溶液:

$$[Na^+] + [H^+] = [OH^-] + [HCO_3^-] + 2[CO_3^{2-}]$$

对于多价阳（阴）离子，平衡浓度前必须乘以相应的系数。

质子条件（PBE）

溶液中酸失去质子数目等于碱得到质子数目。

1.先选零水准 (大量存在，参与质子转移的物质)， 一般选取投料组分及H_2O；

2.将零水准得质子产物写在等式左端，失质子产物写在等式右端；

3. 浓度项前乘上得失质子数。

写出浓度为c的Na_2CO_3水溶液的质子条件

选CO_3^{2-}和 H_2O为零水准，可直接写出

得质子的产物	零水准	失质子的产物
H^+ (H_3O^+)	H_2O	OH^-
H_2CO_3 ←HCO_3^-	CO_3^{2-}	

质子条件：

$$[H^+] + [HCO_3^-] + 2[H_2CO_3] = [OH^-]$$

$$c_e(H^+) + c_e(HCO_3^-) + 2c_e(H_2CO_3) = c_e(OH^-)$$

$NaHCO_3$水溶液的质子条件为?



4. 写出$NH_4H_2PO_4$水溶液的质子条件式：

选择零水准：$NH_4H_2PO_4$

H_2O

$$[H_3PO_4] + [H^+] = [NH_3] + [HPO_4^{2-}] + 2[PO_4^{3-}] + [HO^-]$$



水溶液酸度的计算



$[H^+]$计算？

三步曲

质子条件式

有关常数

近似处理

强酸

质子条件式: $[H^+] = [A^-] + [OH^-]$

$$[H^+] = c(HA) + \frac{K_w}{[H^+]}$$

精确式: $[H^+]^2 - c(HA)[H^+] + K_w = 0$

当 $c>10^{-6}$ mol·L^{-1}, 忽略水的解离

$$[H^+] = c(HA)$$

$$pH = -\lg[H^+] = -\lg c(HA)$$

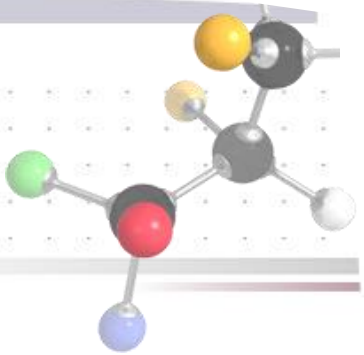
强碱

精确式: $[OH^-]^2 - c[OH^-] - K_w = 0$

当 $c>10^{-6}$ mol·L^{-1}, 忽略水的解离 $[OH^-] = c$

例：（1）计算0.001 M HCl的pH值

（2）将此溶液稀释至10^6倍体积后，pH



（1）解：$[H^+] = c = 0.001 mol \cdot L^{-1}$　$pH = -\lg[H^+] = 3$

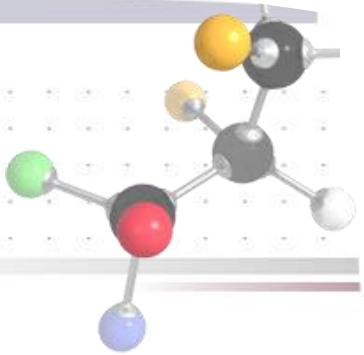
（2）解：$[H^+] = \frac{0.001}{10^6} = 1 \times 10^{-9} mol \cdot L^{-1}$　$pH = -\lg[H^+] = 9$ ✖

$$[H^+]^2 - 10^{-9}[H^+] - 10^{-14} = 0$$

$$[H^+] = 1.01 \times 10^{-7} mol?L^{-1}$$

$$pH = -\lg[H^+] = 6.996$$

弱酸（弱碱）溶液



一元弱酸

质子条件式：$[H^+] = [A^-] + [OH^-]$

$$[H^+] = \frac{K_a[HAc]}{[H^+]} + \frac{K_w}{[H^+]}$$

精确表达式：

$$[H^+] = \sqrt{K_a[HA] + K_w}$$

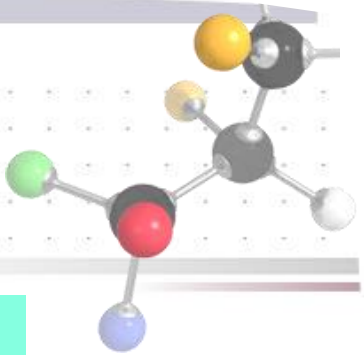
$$\left.\begin{aligned} &[HA] + [A^-] = c \\ &K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]} \end{aligned}\right\} \Rightarrow [HA] = c\,\frac{[H^+]}{[H^+] + K_a}$$

精确计算公式

$$[H^+]^3 + K_a[H^+]^2 - (cK_a + K_w)[H^+] - K_aK_w = 0$$

近似计算

$$[H^+]=\sqrt{K_a[HA]+K_w}$$



① $cK_a < 20K_w$，且 $c/K_a \geq 500$，忽略酸的解离

$$[HA]=c \qquad [H^+]=\sqrt{K_a c+K_w}$$

② $cK_a \geq 20K_w$，忽略水的解离，且 $c/K_a < 500$

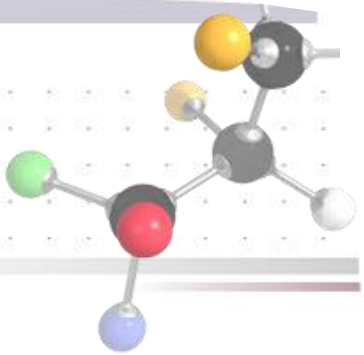
$$[HA]=c-[A^-]\approx c-[H^+] \qquad [H^+]=\sqrt{K_a(c-[H^+])}$$

$$[H^+]=\frac{-K_a+\sqrt{K_a^2+4K_a c}}{2}$$

③ $cK_a \geq 20K_w$，忽略水的解离，$c/K_a \geq 500$，忽略酸的解离

$$[H^+]=\sqrt{K_a c}$$

一元弱碱



A. 最简式：

$$[OH^-]=\sqrt{K_b c}$$ （$cK_b \geq 20K_w$及$c/K_b \geq 500$）

B. 近似式：

$$[OH^-]=\frac{-K_b+\sqrt{K_b^2+4K_b c}}{2}$$ （$cK_b \geq 20K_w$及$c/K_b < 500$）

$$[OH^-]=\sqrt{K_b c+K_w}$$ （$cK_b < 20K_w$及$c/K_b \geq 500$）

小结

一元弱酸[H⁺]计算

(1) $cK_a<20K_w$, $c/K_a\geq500$

$$[H^+]=\sqrt{K_a c+K_w}$$

(2) $cK_a\geq20K_w$, $c/K_a<500$

$$[H^+]=\frac{-K_a+\sqrt{K_a^{\,2}+4K_a c}}{2}$$

(3) $cK_a\geq20K_w$, $c/K_a>500$

$$[H^+]=\sqrt{K_a c}$$

一元弱碱[H⁺]计算

(1) $cK_b<20K_w$,$c/K_b\geq500$

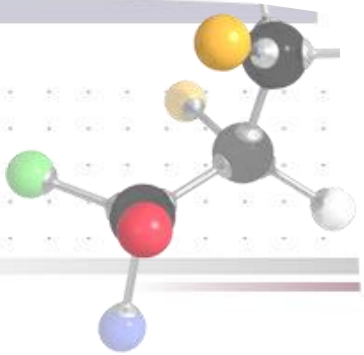
$$[OH^-]=\sqrt{K_b c+K_w}$$

(2) $cK_b\geq20K_w$, $c/K_b<500$

$$[OH^-]=\frac{-K_b+\sqrt{K_b^{\,2}+4K_b c}}{2}$$

(3) $cK_b\geq20K_w$, $c/K_b>500$

$$[OH^-]=\sqrt{K_b c}$$



例： 计算0.010 mol/L HAc溶液的pH值。

解：

已知HAc的$K_a = 1.8 \times 10^{-5}$，

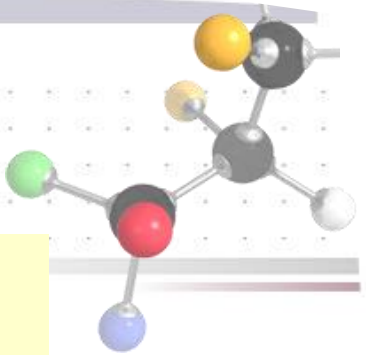
$cK_a = 0.010 \times 1.8 \times 10^{-5} > 20K_w$

$c / K_a = 0.010 / 1.8 \times 10^{-5} = 556 > 500$

故用一元弱酸的最简式计算：

$$[H^+] = \sqrt{cK_a} = \sqrt{0.010 \times 1.8 \times 10^{-5}} = 10^{-3.37}$$

pH=3.37



例： 计算0.10 mol/L NH_4Cl溶液的pH值。

解： 已知NH_3的K_b=1.8 × 10^{-5}，

根据质子理论，NH_4Cl为酸，则K_a= 5.6 ×10^{-10}，

cK_a=0.10× 5.6 × 10^{-10} > 20K_w

c /K_a=0.10 / 5.6 ×10^{-10} > 500

故用一元弱酸的最简式计算：

$$[H^+]=\sqrt{cK_a}=\sqrt{0.10\times5.6\times10^{-10}}=10^{-5.13}$$

pH=5.13

小结

一元弱酸[H⁺]计算

(1) $cK_a<20K_w$, $c/K_a\geq500$

$$[H^+]=\sqrt{K_a c+K_w}$$

(2) $cK_a\geq20K_w$, $c/K_a<500$

$$[H^+]=\frac{-K_a+\sqrt{K_a^{\,2}+4K_a c}}{2}$$

(3) $cK_b\geq20K_w$, $c/K_b>500$

$$[H^+]=\sqrt{K_a c}$$

一元弱碱[H⁺]计算

(1) $cK_b<20K_w$,$c/K_b\geq500$

$$[OH^-]=\sqrt{K_b c+K_w}$$

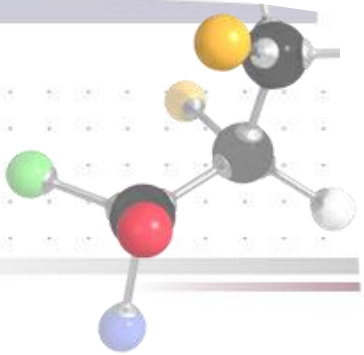
(2) $cK_b\geq20K_w$, $c/K_b<500$

$$[OH^-]=\frac{-K_b+\sqrt{K_b^{\,2}+4K_b c}}{2}$$

(3) $cK_b\geq20K_w$, $c/K_b>500$

$$[OH^-]=\sqrt{K_b c}$$

多元弱酸（弱碱）溶液中[H^+]的计算



例如，H_3PO_4

$K_{a1}=7.6\times10^{-3}$

$K_{a2}=6.3\times10^{-8}$

$K_{a3}=4.4\times10^{-13}$

$K_{a1}>>K_{a2}>>K_{a3}$

溶液中的H^+主要来源于第一级离解，故多元酸可按一元弱酸公式计算[H^+]

例如，Na_2CO_3

$K_{a1}=4,2\times10^{-7}$

$K_{a2}=5.6\times10^{-11}$

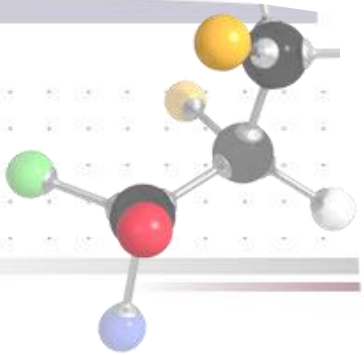
则$K_{b1}=1.8\times10^{-4}$

$K_{b2}=2.4\times10^{-8}$

$K_{b1}>>K_{b2}$

多元弱碱，溶液中的[H^+]的计算可按一元弱碱公式计算。

例 计算0.10mol/L Na_2CO_3溶液的pH值。



解： Na_2CO_3为多元碱，已知，

$K_{b1} = 1.8 \times 10^{-4}$，$K_{b2} = 2.4 \times 10^{-8}$

$cK_{b1} = 0.10 \times 1.8 \times 10^{-4} > 20K_w$

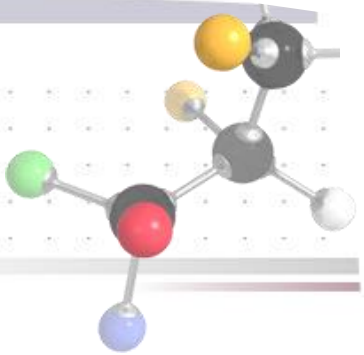
$c / K_{b1} = 0.10 / 1.8 \times 10^{-4} = 556 > 500$

故用一元弱碱的最简式计算：

$$[OH^-] = \sqrt{cK_{b1}} = \sqrt{0.10 \times 1.8 \times 10^{-4}} = 10^{-2.38}$$

pOH=2.38　　pH=11.62

两性物质溶液中[H^+]的计算



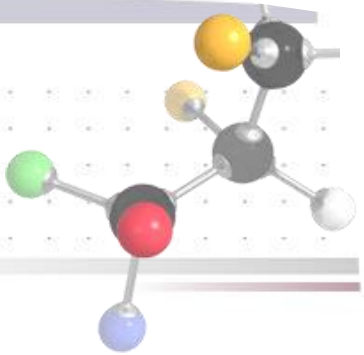
常见两性物质：

酸式盐：

弱酸弱碱盐：

- $NaHCO_3$
- Na_2HPO_4
- NaH_2PO_4
- NH_4Ac
- $NH_4H_2PO_4$

以两性物质NaHA为例（推导）：



质子条件： $[H^+] + [H_2A] = [OH^-] + [A^{2-}]$

$$K_{a1} = \frac{[H^+][HA^-]}{[H_2A]} \qquad [H_2A] = \frac{[H^+][HA^-]}{K_{a1}}$$

$$K_{a2} = \frac{[H^+][A^{2-}]}{[HA^-]} \qquad [A^{2-}] = \frac{K_{a2}[HA^-]}{[H^+]}$$

$$K_w = [H^+][OH^-] \qquad [OH^-] = \frac{K_w}{[H^+]}$$

精确式

$$[H^+] = \sqrt{\frac{K_{a1}(K_{a2}[HA^-] + K_w)}{K_{a1} + [HA^-]}}$$

$$[H^+]=\sqrt{\frac{K_{a1}(K_{a2}[HA^-]+K_w)}{K_{a1}+[HA^-]}}$$

近似处理:

由于HA^-给出质子与接受质子的能力比较弱，故而一般可以认为：$[HA^-]\approx c$

$$[H^+]=\sqrt{\frac{K_{a1}(K_{a2}c+K_w)}{K_{a1}+c}}$$

(a）当$cK_{a2}\geq 20K_w$, $c/K_{a1}<20$

得近似式1：

$$[H^+]=\sqrt{\frac{cK_{a1}K_{a2}}{K_{a1}+c}}$$

(b）当$cK_{a2}<20K_w$, $c/K_{a1}\geq 20$

得近似式2：

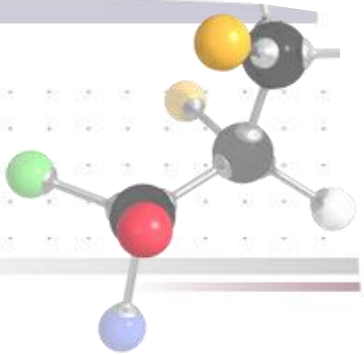
$$[H^+]=\sqrt{\frac{K_{a1}(cK_{a2}+K_w)}{c}}$$

(c）当$cK_{a2}\geq 20K_w$, $c/K_{a1}\geq 20$

得近似式3：

$$[H^+]=\sqrt{K_{a1}K_{a2}}$$

例： 计算0.10mol/L $NaHCO_3$溶液的pH值。



解：

H_2CO_3的$K_{a1} = 4.2 \times 10^{-7}$，$K_{a2} = 5.6 \times 10^{-11}$

$cK_{a2}=0.10 \times 5.6 \times 10^{-11} > 20K_w$

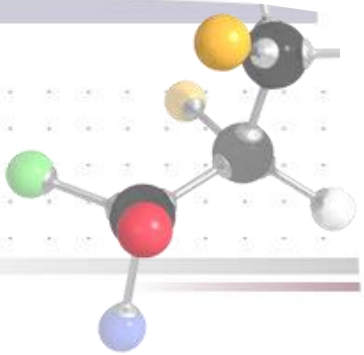
$c / K_{a1}=0.10 / 4.2 \times 10^{-7} > 20$

故用最简式计算：

$$[H^+] = \sqrt{K_{a1}K_{a2}} = \sqrt{4.2\times10^{-7}\times5.6\times10^{-11}} = 4.9\times10^{-9}$$

pH=8.31

缓冲溶液中[H^+]的计算



能将pH控制在一定范围之内。

组成
- 弱酸-共轭碱（HAc - NaAc）
- 弱碱-共轭酸（$NH_3 \cdot H_2O$-NH_4Cl）
- 强酸(HCl)　　pH<2
- 强碱(NaOH)　pH>12

2<pH<12

[H^+]的计算最简式：

$$[H^+] = K_a \frac{c_{HA}}{c_{A^-}} \qquad pH = pK_a - \lg \frac{c_{HA}}{c_{A^-}}$$

例：计算0.10 mol/LNH_4Cl - 0.20 mol/L NH_3缓冲溶液的pH。

已知NH_3的pK_b=4.74，则NH_4^+的pK_a=9.26

$$pH = pK_a - \lg\frac{c_a}{c_b}$$

$$= 9.26 - \lg\frac{0.10}{0.20} = 9.56$$





1. 以NaOH滴定H_3PO_4 ($K_{a1} = 7.5\times10^{-3}$，$K_{a2} = 6.2\times10^{-8}$，$K_{a3} = 5.0\times10^{-13}$)至生成$Na_2HPO_4$时溶液的pH值为：

A. 9.8



B. 10.7

C. 7.7

D. 4.7

$$[H^+] = \sqrt{K_{a2}K_{a3}}$$

$$= \sqrt{6.2\times10^{-8}\times5.0\times10^{-13}}$$



2. 以NaOH滴定H_3PO_4 ($K_{a1}=7.5\times10^{-3}$，$K_{a2}=6.2\times10^{-8}$，$K_{a3}=5.0\times10^{-13}$)至生成NaH_2PO_4时溶液的pH值为：

A. 4.7



B.10.7

C.7.7

D. 9.8

$$[H^+]=\sqrt{K_{a1}K_{a2}}$$

$$=\sqrt{7.5\times10^{-3}\times6.2\times10^{-8}}$$



11.0.10 mol·L^{-1}的NH_3H_2O (pK_b = 4.74)溶液的pH是

A.2.87

B.10.13

C.11.13



D.12.13

$$[OH^-] = \sqrt{K_b c}$$



酸碱指示剂

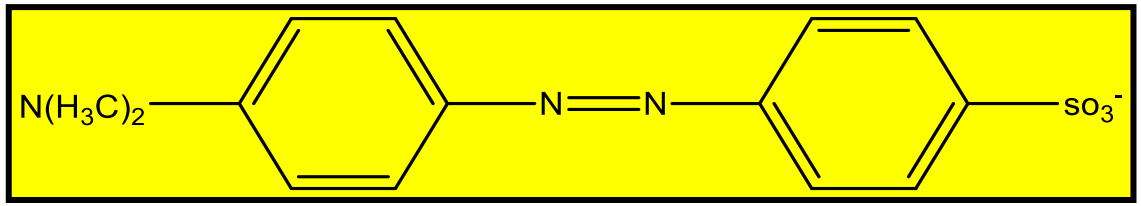
酸碱指示剂一般是有机弱酸或有机弱碱，**其酸式型体及其共轭碱式型体具有不同的颜色。**

当溶液的pH值变化时。指示剂失去质子由酸式型体转变为碱式型体，或接受质子由碱式型体转变为酸式型体。由于这种结构上的变化，而引起颜色变化。

$$\text{酸式型（酸式色）} \underset{+H^+}{\overset{-H^+}{\rightleftharpoons}} \text{碱式型（碱式色）}$$

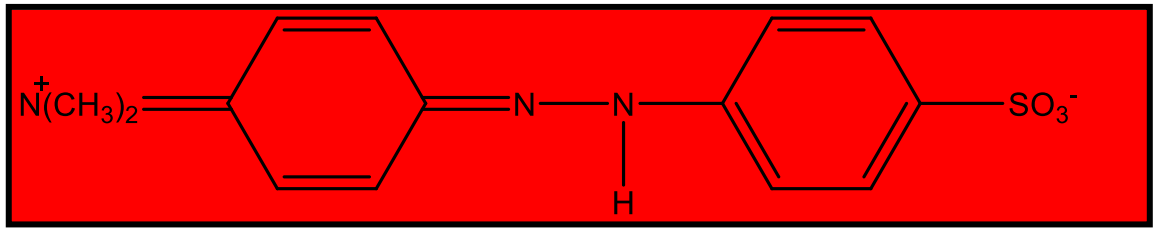


甲基橙指示剂(MO)



偶氮结构
碱式色（黄）

$-H^+$ $+H^+$ $pK_a = 3.4$

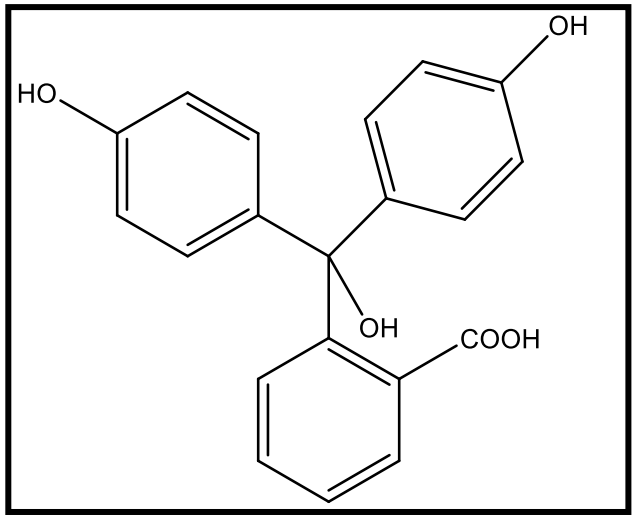


醌式结构
酸式色（红）

当溶液酸度增大时，甲基橙主要以红色的酸式结构（醌式）存在；

当溶液酸度减小时，甲基橙转化为黄色碱色结构（偶氮式）存在。

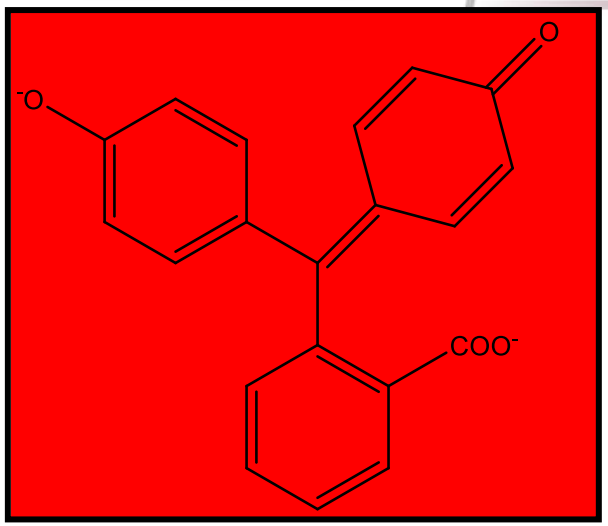
酚酞指示剂（PP）



$-H^+$

$+H^+$

$pK_a = 9.1$



无色的羟基式

红色的醌式结构

当溶液酸度增大时，酚酞主要以无色的（酸式）羟基式结构存在；当溶液酸度减小时，酚酞转化为红色的碱式（醌式）结构。

酸碱指示剂的变色范围

弱酸型指示剂（HIn）

$$HIn + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + In^-$$

（酸式色）　　（碱式色）

离解常数：

$$K_{HIn} = \frac{[In^-][H^+]}{[HIn]} \qquad [H^+] = K_{HIn}\frac{[HIn]}{[In^-]}$$

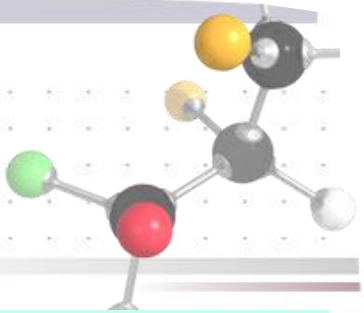
溶液的pH与Hln]/[ln$^-$]有关

$$pH = pK_{HIn} - \lg\frac{[HIn]}{[In^-]}$$



讨论：

$$pH = pK_{HIn} - \lg\frac{[HIn]}{[In^-]}$$



若两种形式的浓度相差10倍以上，人眼可能观察到浓度较大的那种型体的颜色。

a $\dfrac{[HIn]}{[In^-]} > 10$ $pH < pK_{HIn} - 1$ 人眼看到HIn色，

b $\dfrac{[HIn]}{[In^-]} < \dfrac{1}{10}$ $pH > pK_{HIn} + 1$ 人眼看到In色，

c $\dfrac{1}{10} \le \dfrac{[HIn]}{[In^-]} \le 10$ $pH = pK(HIn) \pm 1$ 理论变色范围

d $\dfrac{[HIn]}{[In^-]} = 1$ $pH = pK_{HIn}$ 理论变色点

9. 某酸碱指示剂的$K_{HIn}=1.0\times10^{-5}$，从理论上推算其pH变色范围是

A.4.0-5.0

B.5.0-6.0

C.4.0-6.0

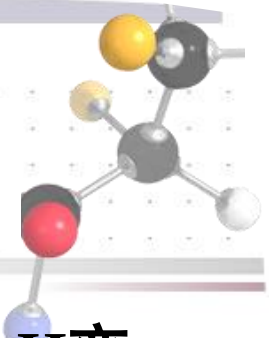


D.3.0-5.0

理论变色范围　　pH = p*K*(HIn) ±1

理论变色点　　pH = p*K*(HIn)

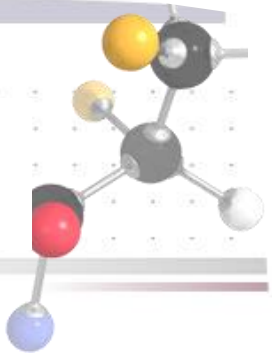
填空题



3. 某酸碱指示剂的p*K*(HIn) = 10.1，则该指示剂的理论pH变色范围为__9.1-11.1__。

1. 用已知准确浓度的HCl溶液滴定NaOH溶液，以甲基橙来指示化学计量点的到达。HCl溶液称为__标准__溶液，甲基橙称为__指示剂或酸碱指示剂__，该滴定化学计量点的pH值等于__7或7.0__，滴定终点的pH范围为__3.1-4.4__，因化学计量点和滴定终点不一致引起的误差称为__滴定误差或终点误差__。

常见的酸碱指示剂



	pK_{HIn}	理论范围	实际范围	酸色 碱色
甲基橙	3.4	2.4-4.4	3.1-4.4	红←黄
甲基红	5.1	4.1-6.1	4.4-6.2	红←黄
酚酞	9.1	8.1-10.1	8.0-9.6	无→红

$$pH = pK(HIn) \pm 1$$

影响指示剂变色范围的因素

1. 温度

p*K*(HIn)的值取决于指示剂的本性和体系的温度，温度的改变，会改变指示剂的变色点和范围变色

理论变色范围：pH = p*K*(HIn) ±1

	25°C	100°C
MO	3.1~4.4	2.5~3.7
PP	8.0~9.6	8.1~9.0



一般室温滴定。



2. 指示剂用量

一般滴加 1~2d，(宜少不宜多)否则色变反而不明显

MO　黄→红



指示剂本身为弱酸或弱碱，消耗滴定剂，产生误差。

50-100 mL溶液加入0.1%酚酞指示剂

2-3d，　pH = 9变色

10-15d，pH = 8 变色

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/705320100032011142