

# 溶液

沈威宇

2025 年 1 月 14 日

# 目錄

第一節 溶液 (Solution)	1
一、 組成	1
二、 依狀態分類	1
三、 依溶質顆粒大小分類	3
四、 濃度	4
五、 溶解度 (Solubility)	4
六、 溶解熱	4
(一) 吸熱反應	4
(二) 放熱反應	5
(三) 溶解度曲線 (Solubility curve)	5
七、 體積加成性	5

# 第一節 溶液 (Solution)

## 一、 組成

- 溶劑：液態者優先作為溶劑，有多種液態者水優先作為溶劑，無水者以含量最多之液態者作為溶劑，無液態者以含量最多者作為溶劑。水溶液記作溶質 (aq)、酒精溶液記作溶質 (alc)。
- 溶質：溶液中除了溶劑以外的組分。

## 二、 依狀態分類

溶劑狀態 \ 溶質狀態	氣態	液態	固態
氣態	空氣	空氣中的水氣	碘溶於氨
液態	汽水	酒精水溶液	糖水
固態	氫氣溶於 Pd、Pt	鈉汞齊	青銅



### 三、 依溶質顆粒大小分類

屬性	真溶液	膠體溶液	懸浮液
粒子直徑	$< 10^{-9} \text{ m}$	$10^{-9} \sim 10^{-6} \text{ m}$	$\geq 10^{-6} \text{ m}$
粒子約含原子個數	$< 10^3$	$10^3 \sim 10^9$	$\geq 10^9$
顯微鏡可觀察到粒子	否	是	是
均勻性	一相	二相但均勻	二相且不均勻
安定性/不沉澱性	是	是	否
可離心分離溶質與溶劑	否	是	是
濾紙穿透性	可	可	不可
羊皮紙穿透性	可	不可	不可
布朗運動	無	有	無
分散光線	否	是，廷得耳效應 (Tyndall effect)，光線入射可觀察到光亮的通路，因膠體粒子散射光線	是
依數性質-拉午耳定律 (Raoult's law)	設均為理想溶液，即符合拉午耳定律： $k$ 種物質 $A_1, A_2, \dots, A_k$ 混合之溶液蒸氣壓 $P = \frac{\sum_{i=1}^k \text{飽和蒸氣壓 } P_{A_i}^\circ \cdot \text{莫耳數 } n_{A_i} \cdot \text{凡特荷夫因數 } i_{A_i}}{\sum_{i=1}^k n_{A_i} \cdot i_{A_i}}$ ； 對於稀薄溶液，凝固點下降量 $\Delta T_f = \text{凝固點下降常數 } K_f (\text{依溶劑種類定}) \cdot \text{重量莫耳濃度 } C_m (\text{溶質 mol/溶劑 kg}) \cdot i$ ；for 非揮發性溶質稀薄溶液，沸點上升量 $\Delta T_b = \text{沸點上升常數 } K_b (\text{依溶劑種類定}) \cdot C_m \cdot i$		無
依數性值-滲透壓	滲透壓 $\pi = i \cdot C_M \cdot \text{理想氣體常數 } R \cdot \text{絕對溫度 } T$	有，同真溶液。	無
舉例	NaCl(aq)、CuSO <sub>4</sub> (aq)	雲霧、煙、豆漿、牛奶、醬油、紅茶、油漆、墨水、指甲油、奶油泡沫、刮鬍泡沫、發泡保麗龍、有色寶石	霾
備註		溶質又稱分散相或分散質；溶劑又稱連續相、分散媒或分散介質；溶液又稱分散系，氣態者又稱氣溶膠，液態者又稱液膠或溶膠，固態者又稱凝膠或膠凝體。膠體粒子可吸附離子	

## 四、 濃度

- 重量百分濃度 C% 或 P% 或 W%：每 100 克溶液中所含溶質克數。
- 體積百分濃度 V%：每 100 毫升溶液中所含溶質毫升數。
- 百萬分濃度或百萬分點 ppm 或  $C_{\text{ppm}}$ ：每  $10^6$  克（或毫升）溶液中所含溶質克數。
- 十億分濃度或十億分點 pbm 或  $C_{\text{pbm}}$ ：每  $10^9$  克（或毫升）溶液中所含溶質克數。
- 體積莫耳濃度  $C_M$  或 M：每公升溶液中所含溶質莫耳數。
- 質量莫耳濃度  $C_m$  或 m 或 b：每公斤溶劑中溶解的溶質莫耳數。
- 莫耳分率 X：混合物中某一組分元素莫耳數占總莫耳數的比例。
- 當量濃度（Equivalent Concentration）或規定濃度（Normality） $C_N$ ：每公升溶液中所含溶質當量，1 當量指欲產生 1M 產物，所需要的特定反應物質量。如酸鹼中和反應中平均解離  $k$  元的酸或鹼的當量為其質量除以分子量乘以  $k$ ；氧化還原反應中價數平均改變  $k$  的反應物的當量為其質量除以分子量乘以  $k$ 。

## 五、 溶解度 (Solubility)

- 溶解度：指定溫壓下，定量溶劑所能溶解溶質而使沉澱速率不大於溶解速率的最大量。一般用每 100 克（或其他度量）水（或其他溶劑）中可溶解且溶液穩定的最大溶質克數表示。
- 飽和溶液：濃度等於溶解度的溶液。處於沉澱（結晶）速率與溶解速率相同的動態平衡。
- 過飽和溶液：濃度大於溶解度的溶液。加入物質、改變溫度、振盪或攪拌等可能使結晶，加入同型晶種使其結晶效果佳。製備方法可以先將溶液調整至溶解度較高之溫度並加入溶質使溶解，而後再調整溫度使濃度大於溶解度，過程應避免搖晃或攪拌。常用於製作過飽和溶液的溶質如醋酸鈉。
- 不飽和溶液：濃度小於溶解度的溶液。加入溶質可再溶解。

## 六、 溶解熱

### (一) 吸熱反應

- 多數固體溶於液體，如  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
- 無水硫酸鈉在  $32.4^\circ\text{C}$  以下溶於水
- $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}(\text{s}) + 2\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s}) \longrightarrow \text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}(\text{s}) + 2\text{NH}_3(\text{aq}) + 8\text{H}_2\text{O}$
- 電解

## (二) 放熱反應

- 氣體溶於液體
- 部分硫酸鹽溶於水
- $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ 、 $\text{CaSO}_4$ 、 $\text{MnSO}_4$ 、 $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  溶於水
- 無水硫酸鈉在  $32.4^\circ\text{C}$  以上溶於水

## (三) 溶解度曲線 (Solubility curve)

溶解度對溫度的曲線中，吸熱溶解的曲線斜率為正（溫度上升時溶解度增加），而放熱溶解的曲線斜率為負（溫度上升時溶解度減少）。測量時常用降溫以便觀察。

## 七、 體積加成性

溶液的體積加成性指的是在混合不同濃度或不同成分的溶液時，混合後的總體積是否等於各個溶液體積的簡單相加。由於分子間的相互作用（如氫鍵等），混合溶液常不具有體積加成性。例如，將等量的乙醇和水混合時，混合後的體積會少於單獨乙醇和水的體積總和。通常較接近的物質，如甲苯與苯，混合後較接近體積加成。