

離子、沉澱與顏色表

沈威宇

2025 年 1 月 14 日

目錄

第一節 離子、沉澱與顏色表	1
一、 離子表	1
二、 溶解度詞彙與符號	1
三、 沉澱表/溶解度表	2
四、 溶液釋出氣體	3
五、 吸放熱	3
六、 離子色	3
七、 沉澱色	4
八、 焰色	4

第一節 離子、沉澱與顏色表

一、離子表

以下離子表之電荷數含氧化數者。

- +4: Pb_4^{+} .
- +3: Al^{3+} , Cr^{3+} , Co^{3+} , Ni^{3+} , Fe^{3+} , Au^{3+} , Sc^{3+} .
- +2: IIA^{2+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} , Fe^{2+} , Hg^{2+} , OF_2 , Pb^{2+} , Zn^{2+} , FeSCN^{2+} .
- +1: IA^{+} , NH_4^{+} , Ag^{+} , Cu^{+} , Hg_2^{2+} , O_2F_2 .
- $+\frac{1}{2}$: O of O_2F .
- $-\frac{1}{2}$: O of NaO_2 .
- -1: 超氧化物的 O_2^{-} 如 NaO_2 , 7A^{-} , NO_3^{-} , NO_2^{-} , 硫氰根 SCN^{-} , 異硫氰根 SCN^{-} , CN^{-} , N_3^{-} , $\text{H}_2\text{PO}_2^{-}$, $\text{H}_2\text{PO}_3^{-}$, $\text{H}_2\text{PO}_4^{-}$, MnO_4^{-} , 過氯酸根 ClO_4^{-} , 氯酸根 ClO_3^{-} , 亞氯酸根 ClO_2^{-} , 次氯酸根 ClO^{-} , HCO_3^{-} , 金屬氫化物的 H^{-} 如 CaH_2 , OH^{-} , $\text{CH}_3\text{COO}^{-}$, 硬脂肪酸/十八烷酸 $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO}^{-}$.
- -2: O^{2-} , S^{2-} , HPO_3^{2-} , HPO_4^{2-} , MnO_4^{2-} , 亞硫酸根 SO_3^{2-} , SO_4^{2-} , 過一硫酸根 SO_5^{2-} , 硫代硫酸根 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, 連二亞硫酸根 $\text{S}_2\text{O}_4^{2-}$, 焦亞/偏二亞硫酸根 $\text{O}_3\text{S}_2\text{O}_2^{2-}$, 連二硫酸根 $\text{O}_3\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, 焦硫酸根 $\text{O}_3\text{SOSO}_3^{-}$, 過二硫酸根 $\text{O}_3\text{SOOSO}_3^{2-}$, 連 x 硫酸根 $\text{O}_3\text{SS}_x\text{SO}_3^{2-}$, CrO_4^{2-} , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$, CO_3^{2-} , $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, C_2^{2-} .
- -3: P^{3-} , N^{3-} , BO_3^{3-} , PO_4^{3-} .

二、溶解度詞彙與符號

- S: 可溶 (含易溶)。可溶指 $>10^{-1}\text{M}$ 或 $>1\text{g}/100\text{gH}_2\text{O}$ 。易溶指 $>10^{-1}\text{M}$ 或 $>10\text{g}/100\text{gH}_2\text{O}$ 。
- T: 微溶。指 10^{-4} 至 10^{-1}M 或 0.01g $1\text{g}/100\text{gH}_2\text{O}$ ，有時亦視為可溶。
- U: 難溶/不溶/沉澱。指 $<10^{-4}\text{M}$ 或 $<0.01\text{g}/100\text{gH}_2\text{O}$ 。
- A: 酸中可溶 (發生反應)。
- B: 兩性物質：可溶於強酸與強鹼，不可溶於弱酸與弱鹼。在酸中取代氫而產生氫氣。在鹼中與較該兩性物質氧化數多一個氫氧根 (除原有之氫氧根外，來自水) 產生負一價可溶性錯離子，並釋出氫氣。
- S, T, U 指中性時。
- All, Others 僅限於金屬、銨根與酸根離子形成的鹽類。
- X: 鹵素。

三、 沉澱表/溶解度表

- F^- : S: IA^+ , NH_4^+ , Be^{2+} , Tl^+ , Ag^+ . U: Others.
- Cl^- , Br^- , I^- : U: Hg_2^{2+} , Cu^+ , Pb^{2+} , Ag^+ , Tl^+ . S: Others.
- NO_3^- , ClO_4^- : S: All.
- CH_3COO^- : T: Ag^+ . S:
- SO_4^{2-} : U: Sr^{2+} , Ba^{2+} , Pb^{2+} . T: Hg_2^{2+} , Ca^{2+} , some say Ag^+ . S: Others.
- CrO_4^{2-} : U: Hg_2^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} , Pb^{2+} , Ag^+ . T: Ca^{2+} , some say Sr^{2+} . S: Others. A: All ($2CrO_4^{2-} + 2H^+ \longrightarrow Cr_2O_7^{2-} + H_2O$).
- CO_3^{2-} , SO_3^{2-} , PO_4^{3-} : S: IA^+ , NH_4^+ . U: Others. A: All ($CO_3^{2-} + 2H^+ \longrightarrow CO_2 + H_2O$, $SO_3^{2-} + 2H^+ \longrightarrow SO_2 + H_2O$, $PO_4^{3-} + H^+ \longrightarrow HPO_4^{2-}$).
- $C_2O_4^{2-}$: S: IA^+ , NH_4^+ , Be^{2+} . T: Mg^{2+} . U: Others. A: All ($C_2O_4^{2-} + H^+ \longrightarrow HC_2O_4^-$).
- OH^- : S: IA^+ , NH_4^+ , Sr^{2+} , Ba^{2+} . T: Ca^{2+} . B: Sn^{+2} , Be^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} , Cr^{3+} , Al^{3+} , Ga^{+3} . U: Others. A: All ($OH^- + H^+ \longrightarrow H_2O$).
- S^{2-} : S: IA^+ , NH_4^+ , IIA^{2+} . U: Others. A: Mn^{2+} , Fe^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Zn^{2+} , Cr^{3+} , Al^{3+} , Fe^{3+} ($S^{2-} + 2H^+ \longrightarrow H_2S$).
- 少量氨水中與 OH^- 沉澱，過量氨水中形成可溶性錯離子，其中電荷數同原離子，氨數為電荷數二倍: Ag^+ , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} , Cd^{3+} , Cr^{3+} , Co^{3+} .
- $NH_3(aq)$: S: $AgCl$. T: $AgBr$. U: AgI . (溶解時 $Ag + 2NH_3 \longrightarrow Ag(NH_3)_2^+$).
- $PbCl_2$ 溶於熱水、強鹼金屬氫氧化物溶液、強鹽酸。
- CN^- , $S_2O_3^{2-}$: S: $AgCl$, $AgBr$, AgI (溶解時 $Ag^+ + 2CN^- \longrightarrow Ag(CN)_2^-$, $Ag^+ + 2S_2O_3^{2-} \longrightarrow Ag(S_2O_3)_2^{3-}$). 前者以 Fe^{3+} 為指示劑、 SCN^- 為滴定試劑滴定 Ag^+ ，生成 $AgSCN$ 沉澱，滴定終點 $FeSCN^{2+}$ 呈血紅色。
- 硫酸鹽類、 AgX 、 Hg_2X_2 不溶於酸中。
- 金屬氫氧化物易溶於酸，生成金屬陽離子與水。
- 苯胺 $PhNH_2$ 分子量大、極性小，難溶於水，加入鹽酸形成氯化苯胺 $PhNH_3Cl$ 對水溶解度增加。
- 草酸除鏽： $6H_2C_2O_4(aq) + Fe_2O_3(s) \longrightarrow 2Fe(C_2O_4)_3^{3-}(aq) + 6H^+ + 3H_2O(l)$

四、 溶液釋出氣體

- NH_3 : NH_3
- H_2SO_3 : SO_2 (無色、臭、有毒) + H_2O
- H_2NO_3 (照光、加熱): NO_2 (紅棕色、臭、有毒) + H_2O
- H_2CO_3 : CO_2 + H_2O , 碳酸為微溶
- H_2S : H_2S (無色、臭、有毒)
- 不溶於水的金屬氧化物: CuO , Fe_2O_3
- 不溶於水的非金屬氧化物: CO , NO

五、 吸放熱

多數酸鹼及多數硫酸鹽溶於水放熱，其餘固體溶質溶於水多吸熱；氣體溶質溶於液體放熱。

六、 離子色

- Cu^{2+} : 藍.
- Cr^{3+} : 綠.
- CrO_4^{2-} : 黃.
- $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$: 橘紅.
- Fe^{2+} : 淺綠.
- Fe^{3+} : 淺黃棕.
- $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$: 淡黃.
- $\text{Fe}(\text{CN})_6^{3-}$: 紅.
- FeSCN^{2+} : 血紅.
- $\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3^{3-}$: 綠.
- Mn^{2+} : 淡紅.
- MnO_4^{2-} : 深紫.
- MnO_4^- : 綠.
- Co^{2+} : 粉紅.
- CoCl_4^{2-} : 藍.
- $\text{Co}(\text{SCN})_4^{2-}$: 藍.

- Ni^{2+} : 綠.
- $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$: 深藍.
- Hg^{2+} : 無.
- Zn^{2+} : 無.
- Ag^+ : 無.
- $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$: 無.
- X^- : 無.
- Cu^{2+} : 藍.

七、 沉澱色

有特別列出者依之，其餘銅離子高於陰離子高於其他陽離子。

- 白：氯化物、硫酸鹽、碳酸鹽、草酸鹽、氫氧化物、 ZnS , 無水 CuSO_4 、 PbSO_4 .
- 淡黃：溴化物。
- 黃：鉻酸鹽、碘化物、 As_2S_3 、 Bi_2S_3 、含 Pb^{2+} 者。
- 黃褐： CdS 。
- 粉紅： MnS 、 $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Co}(\text{OH})_2$ 。
- 磚紅： Ag_2CrO_4 。
- 紅： Sb_2S_3 。
- 紅褐： $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 。
- 黑：硫化物、 $\text{Co}(\text{OH})_3$ 、 PbO_2 。
- 藍：無水 CoCl_2 、含 Cu^{2+} 者。
- 綠： $\text{Cr}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 。
- 白綠： $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 。

八、 焰色

主要來自電子躍遷，當加熱到高溫時，電子受到激發，回到基態時釋放特定波長的光，形成焰色。

- 鋰：深紅色或洋紅色
- 鈉：強烈的黃色
- 鉀：淺紫色

- 銣：紫紅色
- 銿：藍色
- 鈣：磚紅色
- 鋇：鮮紅色
- 鋇：黃綠色
- 銅：藍綠色
- 鐵：金黃色
- 鈷：白色到淡紫色（微弱）
- 鎳：銀白色（微弱）
- 鋁：幾乎無色
- 鉛：淡藍色（微弱）
- 硼：黃綠色