

## 實驗(一)

### 絡合物的形成與溶度積

#### 學生工作紙

---

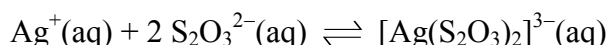
#### 目的

1. 探討  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  離子對  $\text{AgBr}$  溶解度的影響。
2. 測定  $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$  的穩定常數  $K_{\text{st}}$ 。

---

#### 背景資料

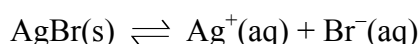
在沖曬菲林的過程中，其中一個主要的步驟是將未曝光的  $\text{AgBr}$  結晶移除。由於  $\text{AgBr}$  的溶度積  $K_{\text{sp}}$  很小（在  $25.0\text{ }^\circ\text{C}$  為  $5.0 \times 10^{-15} \text{ mol}^2 \text{ dm}^{-6}$ ），故它極難溶於水。不過，加入定影劑會使  $\text{AgBr}$  的溶解度大大提高，因為定影劑含  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  離子，它能與  $\text{Ag}^+$  離子形成絡離子  $[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}$ ，並達成以下的新平衡：



它的平衡常數可表示如下：

$$K_{\text{st}} = \frac{[[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}(\text{aq})]}{[\text{Ag}^+(\text{aq})][\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})]^2}$$

由於絡合物的形成，平衡會向生成物一方移動。當大部分自由態的  $\text{Ag}^+$  離子被移除後，以下平衡的平衡位置向右移，



結果  $\text{AgBr}$  的溶解度增加。

在不含  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  離子的  $\text{AgBr}$  飽和溶液中，

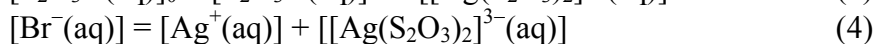
$$[\text{Ag}^+(\text{aq})] = [\text{Br}^-(\text{aq})], K_{\text{sp}} = [\text{Ag}^+(\text{aq})][\text{Br}^-(\text{aq})] = [\text{Ag}^+(\text{aq})]^2$$

因此， $[\text{Ag}^+(\text{aq})] = [\text{Br}^-(\text{aq})] = K_{\text{sp}}^{1/2} = 7.1 \times 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$ 。

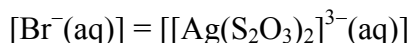
相反地，若溶液中有  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  離子存在，而它的起始濃度為  $[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]_0$ ，則達成平衡時（即沒有更多  $\text{AgBr}$  可被溶解/即  $\text{AgBr}$  不再溶解時），

$$K_{\text{sp}} = [\text{Ag}^+(\text{aq})][\text{Br}^-(\text{aq})] \quad (1)$$

$$K_{\text{st}} = \frac{[[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}(\text{aq})]}{[\text{Ag}^+(\text{aq})][\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})]^2} \quad (2)$$



方程式 (4) 顯示  $\text{Ag}^+$  離子的總濃度將等於  $\text{Br}^-$  離子的濃度。假設幾乎所有  $\text{Ag}^+(\text{aq})$  都用於形成絡合物 ( 即  $[[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}(\text{aq})] \gg [\text{Ag}^+(\text{aq})]$  ) 時, 該方程式近似於:



從上述方程式, 可解得



在進行實驗及測定  $\text{K}_{\text{st}}$  後, 你會發現  $\text{AgBr}$  的溶解度會因  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  離子的存在而大大增加。

### 安全措施

當處理化學藥品時必須小心, 不要讓皮膚沾上化學藥品。應按照老師的指導來處理化學廢物、破爛玻璃用品及剩餘的物料。

要獲得本實驗所用的化學藥品的安全資料, 可查閱 << 物質安全數據手冊 (MSDS) >>。詳情請諮詢老師。



必須戴上安全眼鏡

### 所用的物料和儀器

0.01 M KBr 溶液

0.01 M  $\text{AgNO}_3$  溶液

試管


試管架



0.01 M  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液

有刻度的移液管

滴管

## 實驗步驟

 有關本實驗的照片可在以下網站取得 <http://www.chem.cuhk.edu.hk/ssc.htm>。

1. 用移液管於五支試管中各加入  $1 \text{ cm}^3$   $0.01 \text{ M AgNO}_3$  溶液 和  $1 \text{ cm}^3$   $0.01 \text{ M KBr}$  溶液。把溶液輕輕搖勻，記錄反應現象。 
2. 用移液管於上述五支試管中分別加入  $3.0, 2.5, 2.0, 1.5$  和  $1.0 \text{ cm}^3$  的  $0.01 \text{ M Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液。把溶液輕輕搖勻，記錄反應現象。 
3. 估算溶解所有  $\text{AgBr}$  所需  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  溶液的最小體積。然後計算  $[\text{Br}^-(\text{aq})]$ （它是相等於  $\text{AgBr}$  的溶解度，以  $\text{mol dm}^{-3}$  為單位）和  $[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})]_0$ ，最後計算  $K_{\text{st}}$ 。

---

## 思考題

1. 證明以下假設： $[[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]^{3-}(\text{aq})] \gg [\text{Ag}^+(\text{aq})]$ 。
2. 為何要把  $\text{AgNO}_3$  溶液儲存於棕色瓶中？
3. 過渡金屬離子能與陰離子或分子生成大量絡合物，其中一個廣為人知的例子就是由  $\text{Cu}^{2+}$  與  $\text{NH}_3$  形成的絡合物。
  - (a) 寫出此絡合物的化學式。
  - (b) 某些主族金屬離子與陰離子或分子也會生成絡合物，請舉出一個例子。

---

## 參考書目

G. M. Bonder and H. L. Pardue, *Chemistry - An Experimental Science*, 2<sup>nd</sup> Ed., John Wiley & Sons, New York, 1995, pp. 647 - 677.

---