

## 簡易熱變色固體的製備

- 國立臺灣大學化學系，大學普通化學實驗，第十四版，國立臺灣大學出版中心：台北，民國一〇七年。
- 版權所有，若需轉載請先徵得同意；疏漏之處，敬請指正。
- 臺大化學系普化教學組曾煥忻助教（2007.4），張馨云助教（2020.3）。

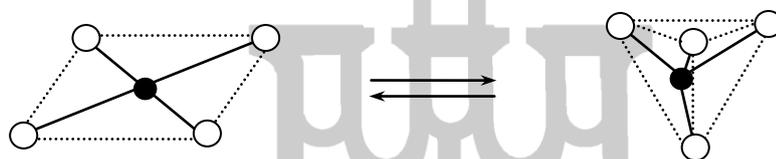
一、目的：以氯化二乙基銨及氯化銅製備具熱變色性之固體並觀察其顏色之變化及熱變色溫度。

二、實驗技能：學習電磁加熱攪拌器之使用，藥品稱量、結晶及抽氣過濾等技能。

三、原理：

熱變色固體 (thermochromic material) 是指當溫度改變時，其顏色會隨而變化的物質。分為：連續性熱變色和不連續性熱變色兩類。不連續性熱變色常常涉及固相—固相之間的相轉變；而變色的原因可能是由於在中心金屬四周的配位幾何形狀、配位數或配位子的改變，晶場強度的變化所造成。

本實驗中合成之四氯銅雙二乙基銨鹽 ( $[(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{NH}_2]_2[\text{CuCl}_4]$ )，在室溫下此化合物為亮綠色，當溫度稍升高時，會轉變為黃褐色。熱變色的發生是由於中心金屬四周的配位幾何形狀改變所造成。



(a) 低溫，平面四邊形，綠色

(b) 高溫，扭曲四面體，黃褐色

圖 1  $[\text{CuCl}_4]^{2-}$  在 (a) 低溫和 (b) 高溫時的幾何結構

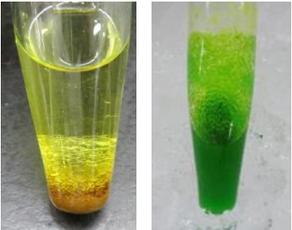
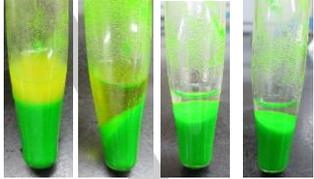
●代表  $\text{Cu}^{2+}$ ，○代表  $\text{Cl}^-$

四、儀器與材料：離心機、離心管（4 支）、試管（3 支）、試管架、血清瓶塞（4 個）、玻璃棒、玻璃滴管及橡皮帽（2 組）、燒杯（100 mL）、保麗龍湯杯（冰水浴用）、橡皮筋、溫度計、試管振盪器（共用）。

五、藥品：異丙醇 (isopropyl alcohol,  $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$ )、乙醚 (diethyl ether,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$ )、無水氯化銅 (copper(II) chloride,  $\text{CuCl}_2$ )、氯化二乙基銨 (diethylamine hydrochloride,  $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{NH} \cdot \text{HCl}$ )

六、實驗步驟：

步驟	示範
1. 稱取 0.001 mol 的氯化銅與 0.002 mol 之氯化二乙基銨，一起置於洗淨烘乾放冷的離心管中。 註：本實驗所製備之錯合物懼水，所用器皿均應乾燥無水。	

2.	<p>加約 1 mL 異丙醇於離心管中，以玻璃棒攪拌使固體反應物完全溶解，綠色產物逐漸產生；再將離心管置於冰水浴中冷卻，持續攪拌以促使錯合物結晶完全。</p>	
3.	<p>離心分離，將上層異丙醇溶劑傾析倒入一支試管中，以存放有機廢液；試管塞上血清瓶塞以減少有機溶劑揮發逸散於室內。</p>	<p>反摺→</p> 
4.	<p>使用滴管加約 1 mL 冰冷乙醚於離心管中，以玻璃棒攪拌均勻，充分清洗產物（或可使用試管振盪器混攪均勻），再置於冰水浴中靜置冷卻。</p> <p>註：先取 5 mL 乙醚於乾淨試管中，塞上血清瓶塞後置於冰水浴中備用。</p>	
5.	<p>進行離心分離，將上層有機溶劑乙醚傾析回收於有機廢液試管中。</p>	
6.	<p>重複以 1 mL 冰冷乙醚清洗固體產物數次，至上層有機溶劑層呈現無色。</p>	
7.	<p>離心分離去除上層乙醚洗滌液後，以藥杓取一小杓產物於乾淨試管中，再加入 1 mL 乙醚清洗試管中產物，靜置待固體產物沉降後傾析移除上層有機溶劑。至排煙櫃中將此試管放入約 40°C 溫水浴中，蒸發固體產物內所含之乙醚。</p> <p>註 1：產物清洗的越乾淨，雜質越少，變色效果越佳。</p> <p>註 2：於排煙櫃中進行乙醚揮發，以減少室內蓄積有機溶劑廢氣。</p>	
8.	<p>將此產物試管綁附在溫度計上，一起置於 100 mL 燒杯的水浴中緩緩加熱，觀察樣品顏色變化，記錄其受熱變色的溫度範圍。</p> <p>再將試管置於冰水浴中，觀察顏色變化是否具可逆性。</p>	
10.	<p>實驗結束後，加少量水將試管及離心管內所有固體產物溶解後倒入重金屬廢液回收桶；有機洗滌液倒入有機廢液回收瓶中。</p>	