

近期研究發現，半導體材料及奈米粒子的各種性質皆與其表面的晶面有極大的關係，如氧化亞銅(Cu_2O)的導電性、光催化活性及光學性質都表現出晶面效應。氧化亞銅有立方體的晶體結構，其正立方體的六個面為 $\{100\}$ 表面，八面體的面為 $\{111\}$ 表面，十二面體的表面為 $\{110\}$ 面，因此截角立方體有六個 $\{100\}$ 面及八個 $\{111\}$ 面，截邊立方體會有六個 $\{100\}$ 面及 12 個 $\{110\}$ 的面。當然，截角及截邊的立方體就會有 6 個 $\{100\}$ 的面、8 個 $\{111\}$ 的面及 12 個 $\{110\}$ 的面。既然如此，如何製備出這些不同形貌的氧化亞銅粒子以觀查其所展現的晶面效應呢？當然拿 CuCl_2 加 NaOH 形成 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 或 $\text{Cu}(\text{OH})_4^{2-}$ 再加還原劑就可得到 Cu_2O 粒子，但如何控制晶體成長以獲得一系列不同形貌的 Cu_2O 粒子呢？實驗發現改變還原劑的量就可達成。另外在製備具不同形貌的金奈米粒子時，除了改變還原劑的用量外，也可改變所加入的極少量 NaBr 或 KI 的用量，或改變金屬來源 (HAuCl_4) 的用量。

1. 請問為何以上這些方法都有效？

- (a) 改變還原劑的用量造成反應的電位改變
- (b) 改變金屬來源的用量造成反應的電位改變
- (c) 加入溴或碘離子改變金屬離子的配位基
- (d) 以上皆是

氧化銀和氧化亞銅有相同的晶體結構，因此它也具有和氧化亞銅粒子一樣的多形貌變化如立方體、八面體及十二面體，但它是由沉澱反應形成。沉澱反應如何有粒子的形貌控制呢？當然把 AgNO_3 和 NaOH 加在一起就可得到 Ag_2O ，但形狀控制應該是不會有的。實驗發現加入 NH_3 溶液就有機會得到具形狀控制的 Ag_2O 粒子，顯示 $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$ 錯離子的產生對 Ag_2O 粒子的形狀控制很有幫助。

2. 請問為何 $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$ 錯離子的產生對 Ag_2O 粒子的形成有所影響？

- (a) 整體反應的平衡常數上升
- (b) 整體反應的平衡常數下降
- (c) $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$ 錯離子比較容易跟氫氧化鈉反應
- (d) $\text{Ag}(\text{NH}_3)_2^+$ 錯離子的產生使得反應加快

氧化亞銅的立方體導電度不太好，八面體則有如導體的電性，但十二面體卻完全不導電，因此量測具不同表面的截角及截邊立方體時會有電流的整流現象。另外對含氧化亞銅八面體或十二面體的水溶液照光會有自由基產生，因此可進行有機分子的光降解，但對立方體照光卻不會產生自由基，所以氧化亞銅立方體沒有光降解活性。另一個特別的現象是具體積相同的氧化亞銅立方體、八面體及十二面體其顏色是明顯的不同。這些是獨立現象，還是有共通點可以了解，如理想氣體的三個關係跟本是來自於同一定律？學界對這些發現有不同意

見，你可以試著解釋這些現象，或回答以下問題。

3. 你覺得以下哪一個解釋是最好的？

- (a) 不同晶面的表面有一薄層，層內的原子位置及能帶圖不太一樣，就如同車子的玻璃加隔熱紙會帶來的許多方面的影響
- (b) 粒子裏有晶體缺陷
- (c) 不同表面的原子排列位置不同
- (d) 不同表面的表面能或與分子的作用力不同