

2016 第十一屆鍾靈化學創意競賽實驗題

考試說明：時間 180 分鐘(包括講解說明)，試題隨試卷交回

組別：_____ 姓名：_____

安全注意事項

- 化學藥品及實驗操作有一定的危險性，務必遵從老師指示。
- 正確及小心的取用藥品及使用儀器，以免發生傷害及意外。
- 進行實驗時，必須全程穿著實驗衣、戴安全眼鏡、戴手套。
- 酸、鹼等藥品具有腐蝕性，應避免與皮膚接觸而引起灼傷。

題目：奈米塗料的製備

近年來，因為金屬奈米材料合成技術的進步，具有不同光學性質的奈米球、奈米棒以及奈米體是塗料公司所熱衷的研發對象。尤其是黃金和銀，這類金屬奈米結構在可見光區域有強烈的吸收，因此是最能擄獲視覺的色彩。一般而言，直接合成或藉由模版輔助的方式(二次成長法)是最常被採用的策略。二次成長法必須考量兩個金屬晶體成長的相容性，以及抑制個別金屬獨立的成長。當然，金屬原子沉積在晶體表面的速度也會影響不同晶面成長的差異性。因此，若要合成特定的奈米結構，控制金屬原子在成長溶液的濃度及環境變因，進而維持穩定的成長速率，便是很重要的關鍵。

化學還原法是合成金屬奈米結構的方法之一；先將金屬離子還原成金屬原子，然後堆疊成金屬晶體。調整溫度與酸鹼值是最簡易尋找適當還原速率的方式。但必須同時考慮金屬離子所處的化學環境與還原劑的特性；其中，金屬離子的反應性最容易受到溶液中陰離子種類的影響。

一、實驗目的：

以陽離子型界面活性劑為保護劑，在控制溫度或 pH 值條件下分別製備不同顏色的銀奈米粒子。

二、實驗藥品與器材：(實驗前，檢查核對是否有不符，所有實驗材料不再補充，請詳實設計實驗方法後，再進行實驗。)

溴化十六烷基三甲基銨溶液($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{15}\text{N}(\text{CH}_3)_3^+\text{Br}^-$, CTAB, 0.005 M, 30 mL)、硝酸銀(AgNO_3 , 0.01 M, 3 mL)、維生素 C(0.01 M, 3 mL)、金奈米棒(3.8 mL, 存於 0.005 M CTAB)、氫氧化鈉溶液(NaOH , 0.1 M, 10 mL)、氯化氫溶液(HCl , 0.1 M, 10 mL) 加熱板、溫度計(1 支)、水浴皿(1 個)、玻棒(2 支)、滴管(3 支)、燒杯(500 mL, 1 個, 廢液杯)、量筒(10 mL, 2 個)、廣用 pH 試紙(3 張)、pH 比色紙(1 張)、錶玻璃(1 個)、玻璃樣品瓶(20 mL, 2 個)、玻璃樣品瓶(3 mL, 2 個)、塑膠樣品瓶(1 mL, 5 個)、標籤紙(5 小張)、小燒杯(1 個, 放置 5 個須繳交塑膠樣品瓶)

三、實驗步驟:

第一部分：溫度變因

- (1) 在適量CTAB溶液中，加入硝酸銀溶液後，觀察溶液的變化(20分鐘內)。
- (2) 在CTAB溶液中，加入硝酸銀溶液後，然後在適當時間(根據上述觀察)加入維生素 C，觀察記錄溶液顏色的變化(至實驗完全結束)，並取1 mL溶液置入塑膠樣品瓶，並標示清楚，隨同實驗報告交出，以供評分。此步驟須將反應溫度維持在 $60 \sim 70^\circ\text{C}$ (隔水加熱)。
- (3) 將適量金奈米棒加入CTAB溶液，後續進行的步驟如上述部分(2)。此步驟須將反應溫度維持在 $60 \sim 70^\circ\text{C}$ (隔水加熱)。取1 mL反應後的溶液置入塑膠樣品瓶，並標示清楚，隨同實驗報告交出，以供評分。

第二部分：pH值變因

- (1) 將適量金奈米棒加入CTAB溶液，加入硝酸銀溶液後，然後在適當時間(根據第一部分實驗觀察)加入維生素 C，並利用 HCl 或 NaOH 調整pH值，以及觀察記錄溶液顏色的變化。
- (2) 根據上述觀察(1)，合成3個不同顏色的銀奈米粒子，並置入3個塑膠樣品瓶。隨同實驗報告交出，以供評分。

四、實驗報告:(詳實記錄實驗程序、試劑用量、操作步驟、及觀察現象)

1. 先寫出你的實驗計劃和原理。
2. 詳細記錄實驗過程，包括觀察所得現象，和各種試劑之取用量。

3. 寫出每一實驗步驟及其所根據之原理。
4. 將第一部分(2)和(3)所製備的溶液，各取 1 mL 溶液(共 2 個)，分別置入塑膠樣品瓶中，並標示清楚，隨同實驗報告交出，以供評分。
5. 將第二部分(3)所製備 3 個不同顏色的銀奈米粒子，置入塑膠樣品瓶，並標示清楚，隨同實驗報告交出。

根據上述實驗，討論所合成的5個奈米粒子溶液的結果，並推論其原因。

本頁空白處非答案區，可供草稿及計算使用。