

實作競試題目：製作貴重金屬的催化反應裝置並用於 4-nitrophenol 的還原反應

□ 操作安全須知

1. 戴上護目鏡、口罩、並穿上實驗衣；不得穿著露趾鞋（如涼鞋、拖鞋）；若蓄長頭髮，請用髮圈綁住。**未遵守者扣 5 分。**
2. 接觸所有藥品，必須戴上手套。視所有化學藥品為毒物，小心處理與使用。**未遵守者扣 5 分。**
3. 盛拿加熱器具與藥品均要戴棉手套。**未遵守者扣 5 分。**
4. 使用加熱攪拌器時，請把加熱與旋鈕調製適當的刻度，無須調至最大刻度。**未遵守者扣 5 分。**
5. 溶液攪拌時會沸騰，請用磁石均勻攪拌溶液。**未遵守者扣 5 分。**
6. 如果皮膚不慎接觸到化學藥品，請立即用水和肥皂清洗，並沖洗至少 15 分鐘。若接觸眼睛，請用水沖洗至少 15 分鐘。若發生以上事故，立即通知在場助教、老師。
7. 請遵守操作流程。**未遵守者扣 5 分。**

□ 前言

乙醯胺酚 (英文: acetaminophen; paracetamol; 常見俗名: 普拿疼) · 為止痛退燒藥品。

製作此藥品的起始物為 4-nitrophenol (4-硝基苯酚) · 經由催化還原得到關鍵中間體 4-aminophenol (4-氨基苯酚) · 後續再將 4-氨基苯酚轉化成為乙醯胺酚。在本實驗 · 各組需要分別製作 2 種奈米金屬粒子 (Metal Nanoparticles; NPs) 作為催化劑 · 並組裝催化反應器 · 用以進行 4-nitrophenol 的還原反應 · 並收集 4-氨基苯酚產物。

□ 所需材料

◆ 化學藥品:

- 35 mL 硝酸銀、25 mL 四氯金酸、5 mL 檸檬酸三鈉、5 mL 硼氫化鈉、15 mL 4-硝基苯酚 (配製完成並各自裝在樣本瓶)。

◆ 實驗器具:

- 20 mL 樣本瓶 x 1 (進料槽)
- 50 mL 玻璃燒杯 x 2 (製作奈米材料)
- 250 mL 玻璃燒杯 x 2 (廢液杯; 裝冰塊)
- 10 mL 量筒 x 4 (四氯金酸、硝酸銀、4-硝基苯酚)
- 玻璃滴管 x 5 (滴加奈米粒子懸浮液用; 取藥品)
- 加熱攪拌器 x 2
- 磁石 x 2
- 棉手套 2 雙

- 4 張拭淨紙
- 計時器 x 1
- 夾鏈袋 x 3 (裝反應器與產物)
- 1.5 mL 離心管 x 2 (裝產物)
- 溫度計 x 2
- 1 毫升針筒 x 2 ; 5 毫升針筒 x 1
- 試管架 x 1 (需反放)

◆ 實作競試步驟 (時間: 13:10~15:30)

□ 製作 2 種奈米金屬粒子懸浮溶液

1. 製作 $\text{AgNPs}^{\text{citrate}}$:

30 mL, 1 mM 硝酸銀水溶液加熱攪拌 15 分鐘，此時溶液沸騰。再加入 0.6 mL, 34 mM 檸檬酸三鈉水溶液，加熱攪拌 20 分鐘，即為 $\text{AgNPs}^{\text{citrate}}$ 懸浮液。

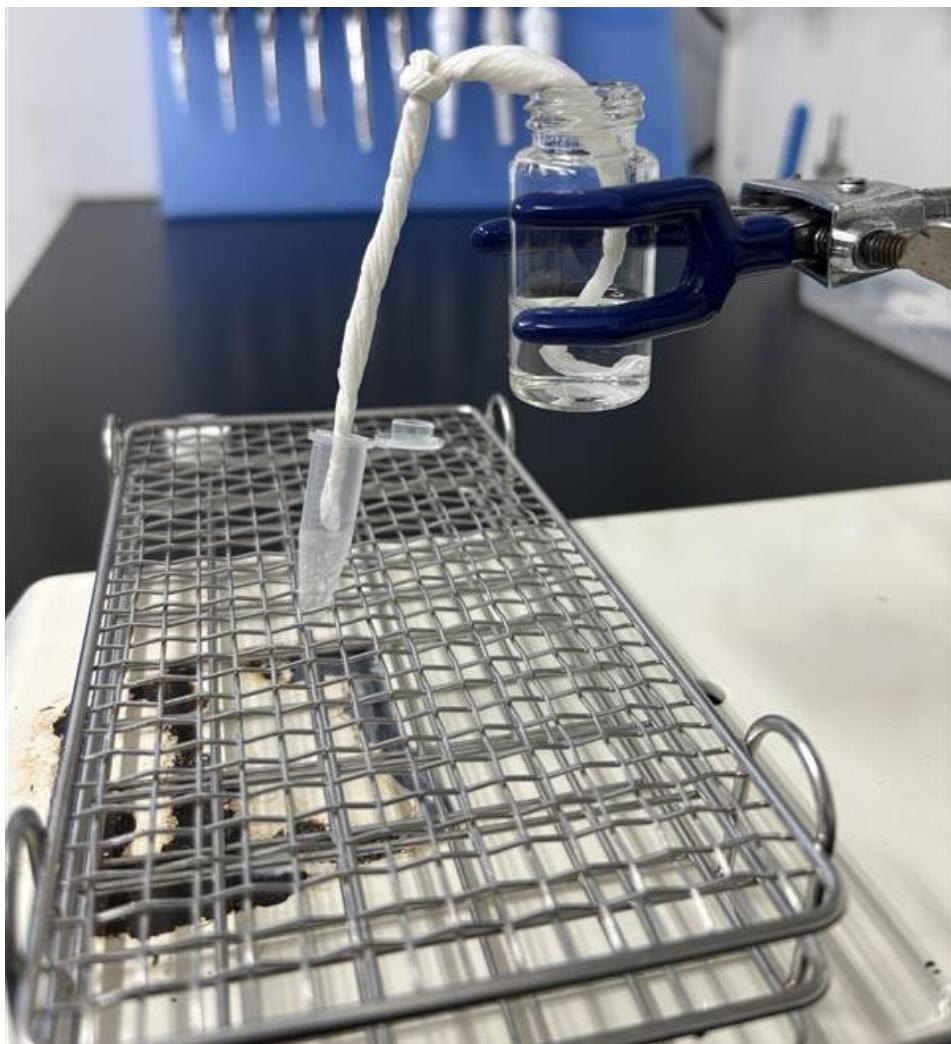
2. 製作 $\text{AuNPs}^{\text{citrate}}$:

將 20 mL, 1 mM 四氯金酸水溶液加熱約 10 分鐘，使溶液溫度達到 83~85°C，然後加入 2 mL, 34 mM 檸檬酸三鈉水溶液並攪拌加熱 30 分鐘，最後溶液呈酒紅色，即為 $\text{AuNPs}^{\text{citrate}}$ 懸浮液。

□ 組裝催化反應器

1. 製作進料與產物流線路徑:

準備 2 張拭淨紙，各自搓成繩索後並在中間打結，將其中一頭固定浸入「進料槽」，並確保繩索可以利用「毛細現象」吸取「進料槽」裡的黃綠色混合液。另一頭繩索確保外露於「進料槽」，使得以利用毛細作用運輸溶液，進入「催化反應器」進行催化反應。催化反應裝置示意圖如下。



2. 製作催化反應器:

2 種奈米金屬懸浮液分別緩慢滴入繩索中間打結區。

請注意:

1. 過少或過多的奈米懸浮液於反應器會導致催化不全或影響產物收集。適當的奈米金屬

分布於打結區域，即為「催化反應器」。

2. 繩索的粗細會影響液體流動的速度，也會影響催化結果。

3. 進料與收集產物:

將 1 mL, 2 mM 硼氫化鈉與 10 mL, 0.1 mM 的 4-nitrophenol 混合並放入進料槽，此時混合液會由淡黃色變成黃綠色。繩索由進料槽以毛細作用方式讓混合液進入到「催化反應器」。經由奈米金屬粒子進行催化後，液體將再由毛細作用與重力作用下，沿著繩索往下推進，並在尾端產生產物液滴，收集 3~4 滴於微量離心管中。此步驟要分別收集經由 2 種反應器催化後的產物於各自的離心管中 (NO. 1 對應 $\text{AgNPs}^{\text{citrate}}$; NO. 2 對應 $\text{AuNPs}^{\text{citrate}}$)。

4. 整理收集的產物與催化反應器:

- ✓ 分別收集 2 種產物進入已標示的微量離心管 (NO. 1 對應 $\text{AgNPs}^{\text{citrate}}$; NO. 2 對應 $\text{AuNPs}^{\text{citrate}}$)，蓋好蓋子，放入夾鏈袋。
- ✓ 將使用過的 2 種反應器分別裝入已標示的夾鏈袋 (NO. 1 對應 $\text{AgNPs}^{\text{citrate}}$; NO. 2 對應 $\text{AuNPs}^{\text{citrate}}$)，封好袋子。

◆ 徹底清理桌面以及把所有器材歸位，未完成則扣 5 分。

□ 評分標準

1. 安全與器材歸位: 35%

2. 「2 種貴重金属的催化反應器」與「收集的 2 瓶產品溶液」: 45%

3. 測驗題: 20%

問題一、請闡述金屬催化劑的定義。 (5%)

問題二、請比較並解釋本實驗使用的兩種奈米級貴重金屬的催化效果。 (10 分)

問題三、請畫出 4-nitrophenol (4-硝基苯酚) 與 4-aminophenol (4-氨基苯酚) 的化學結構。(全對給分；5 分)