多元自主學習 試管中的銀色精靈-銀鏡反應

國立新竹女子高級中學 三年十五班 十九號 張綺媃

研究動機

高三下的有機課程,老師為了讓我們更加了解醛的氧化還原反應,特別設計了這個實驗,並且也將這個實驗做完的成果作為一個小紀念送給我們。醛具有還原性與氧化性,因此透過多侖試劑或斐林試劑能夠檢測其存在,本實驗就是為了觀察此現象。

研究心得

這個實驗屬於一個簡單輕鬆地小實驗,但很有觀賞性。過程中也需要結合之前學過的知識,例如:高二學的沉澱表。當硝酸銀被滴入氨水時,會沉澱出氫氧化銀,但會立即轉為棕褐色的氧化銀。此時只要滴入過量的氨水,便能使沉澱物復溶,產生錯離子溶液,即為多侖試劑。本實驗中混和葡萄糖與多侖試劑,利用葡萄糖中也具有醛基的特性來產生反應。混後需要立即隔水加熱,不到五分鐘基本上就已經完成反應了,在瓶內附著上一層漂亮的金屬面。這次我們做的銀鏡反應十分成功,推測可能有幾個原因:

第一、我們用來鍍銀的容器為新買的,未有刮痕或水洗過。

第二、過程中皆保持小心謹慎的態度,謹防藥物互相汙染。

第三、組內分工得當,有些人負責配試劑,有些人負責加熱。因此能夠在藥物 混和後立即加熱,使實驗順利且有效率。

這個實驗不僅讓我更了解有機化學,也使我對於化學領域的興趣更高了。原本只是幾種透明的藥品混合在一起,卻能轉化為如此美麗的產物,讓我對化學的變化感到驚奇。這次實驗不僅運用了現在學到的知識,也結合了過去所學,

讓我深刻體會到,化學並不是彼此獨立的概念,而是需要不斷累積與融會貫通的過程。學習就像結晶的形成,一點一滴地累積,才能孕育出美好的成果。



延伸探索與自我學習紀錄

銀鏡反應(Tollens' test)是一個經典的有機化學反應,用來檢測醛類化合物 是否具有還原性。此反應不僅具學術意義,也曾廣泛應用於早期鏡面製作。

一、歷史由來

銀鏡反應以德國化學家伯恩哈德·托倫斯(Bernhard Tollens)命名,他於 19 世紀末發展此法,用以鑑別還原性有機分子,特別是醛類。在研究碳水化合物 的過程中,托倫斯發現某些化合物與多侖試劑反應後,會還原銀離子,並在玻 璃器皿內壁生成金屬銀薄層,形成如鏡面般的銀膜。這一現象後來被命名為「銀 鏡反應」,並被廣泛應用於化學分析與鏡子製造技術。



圖二 德國化學家伯恩哈德·托倫斯肖像圖

二、化學原理

銀鏡反應的核心在於醛基的還原性。在鹼性環境中,醛可將銀氨離子 [Ag(NH₃)₂]+ 還原為金屬銀,並自身氧化為羧酸。此過程的化學反應式如下:

RCHO + $2[Ag(NH_3)_2]^+ + 3OH^- \rightarrow RCOO^- + 2Ag(s) + 4NH_3 + 2H_2O$ 其中,RCHO 為醛類化合物,反應產生的金屬銀會沉積在試管內壁,形成銀鏡 效果。反應對象主要為醛類,酮類一般無反應(少數例外如 α -羥基酮)。因此, 銀鏡反應也是鑑別醛與酮的重要手段。

三、實驗步驟與操作流程

(一)實驗目的

利用銀鏡反應來判斷待測物是否為醛類。

(二)所需試劑與器材

- 1. 硝酸銀溶液 (AgNO₃, 0.1 M)
- 2. 氨水 (濃 NH₃)
- 4. 蒸餾水
- 5. 待測有機樣品(如甲醛或乙醛)
- 6. 試管、滴管、水浴鍋、濾紙等
- 7. 廢液處理劑(亞硫酸氫鈉 NaHSO₃)

(三)製備多侖試劑步驟

1. 取約 2 mL AgNO3 溶液於乾淨試管中。

- 2. 滴加幾滴 NaOH,產生棕黑色氧化銀沉澱。
- 3. 緩慢滴加氨水並輕搖,直到沉澱完全溶解為無色透明溶液,即多侖試劑。

(四)銀鏡反應實驗步驟

- 1. 取 2 mL 新鮮製備的多侖試劑於乾淨試管中。
- 2. 加入5-10 滴待測樣品。
- 3. 輕搖均勻後放入約60°C水浴中加熱5分鐘。
- 4. 若為醛類,試管內壁會出現亮銀沉積,即「銀鏡」。
- 5. 實驗後應使用 NaHSO3 處理廢液,以避免殘餘銀化合物產生危險。

四、應用領域

1. 有機化學分析

銀鏡反應能明確鑑別醛類與酮類,是基礎有機分析的重要工具。

2. 食品科學

還原糖(如葡萄糖)能與多侖試劑反應,因此常用於糖類檢測。

3. 鏡子製造

在19世紀至20世紀初期,銀鏡反應被應用於化學鍍銀,是鏡子製作的基礎工藝之一。

五、安全注意事項

- 1. 實驗中應佩戴護目鏡與手套,避免與銀鹽與氨水接觸。
- 2. 所有反應應在通風櫥中進行,避免吸入氨氣。
- 3. 多侖試劑不可久放,應現配現用。

廢液若未經處理,可能生成爆炸性銀化合物(如氮化銀),需以亞硫酸氫鈉還原後再棄置。

六、結論

銀鏡反應是一項兼具理論與美感的經典化學反應。從托倫斯的初步發現到近 代分析與工業應用,這項反應不僅協助化學家辨識分子結構,也讓人們得以透 過簡單化學步驟製作出鏡面銀層。它不僅是化學知識的展現,也是一種跨越時 代的化學藝術。

實作與紀錄

一、實驗目的

觀察葡萄糖(醛的來源)與多侖試劑反應產生銀沉澱

二、背景知識

醛類能夠被氧化成酸,能夠與多侖試劑產生氧化還原反應形成酸、銀沉澱、 氨水。

$$RCHO+ZAg(NH3)2++30H→RCOO-+ZAg+4NH3+ZH2O(軽) (多角試劑) (酸根) (級鏡)$$

圖三 實驗前實驗式確認圖

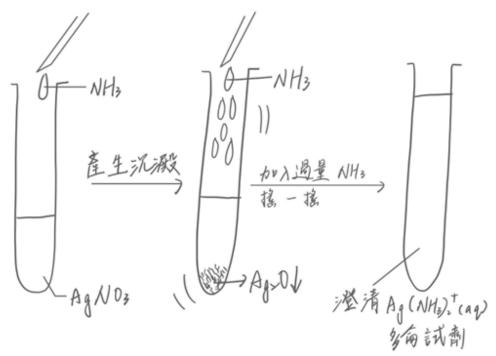
三、實驗設備與器材:

- 1. 葡萄糖溶液
- 2. 硝酸銀
- 3. 氨水

- 4. 滴管
- 5. 小玻璃瓶
- 6. 試管
- 7. 燒杯
- 8. 加熱板

四、實驗步驟:

- 1. 多侖試劑配置:
 - (1)裝約兩指節的硝酸銀。
 - (2)滴入幾滴氨水。
 - (3)產生棕褐色沉澱後,再加入過量氨水。
 - (4)搖勻混和溶液直到澄清為止,即完成多侖試劑。

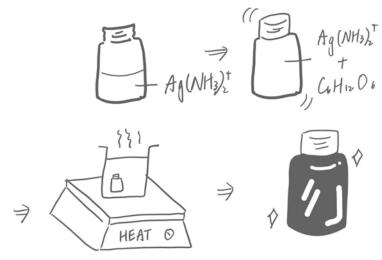


圖四 實驗前實驗步驟確認圖

2. 銀鏡反應:

(1)在小玻璃瓶中滴入多侖試劑,滴到小玻璃瓶一半的容量。

- (2)再加入葡萄糖溶液,加满小瓶子。
- (3)搖勻後,放入燒杯中隔水加熱。
- (4)待 Ag 附著在壁上,形成鏡面般的金屬面及完成銀鏡反應。



圖五 實驗紀錄流程圖

五、實驗過程和成果紀錄



圖六 實驗成果紀錄圖