

# 2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

## 高中 ( 職 ) 組 成果報告表單

題目名稱： 看不見的那一道光

### 一、摘要：

在學校上物理課的時候，聽過老師分享過一個他在大學時期，做過一個蠻有趣的實驗，再加上現今在網路上看過幾篇科普文章，主要是講在奈米科技發展下，奈米金水溶液(Nano gold solution)在各種實驗及應用。我們設計的這個實驗，主要是要用來延伸及更深入探討，也想要廣泛的讓大眾可以簡單的透過此實驗去認識比爾-朗伯定律(Beer-Lambert Law)。

### 二、探究題目與動機

從教科書上我們知道，當光線穿透過三稜鏡後，會出現色散現象。可見光打入深色物質後，會導致光被完全吸收；之後我們詢問老師和查看相關書籍，經過對比後發現，現今的奈米科技技術十分發達，曾有人利用奈米金屬水溶液 ( ex：奈米金、奈米銀 ) 來做實驗，發現到奈米金屬水溶液可以吸收特定波長的色光，比方說奈米金水溶液就可以吸收波長約 520 nm 的綠光，而奈米銀水溶液則可以吸收波長約 420 nm 的藍光；看完這樣的實驗，使我們產生強烈的好奇心，想要從這個主題去做更深入的探討。

### 三、探究目的與假設

我們知道白光通過三稜鏡會散射出七種光，經過深色物質時，光會被完全吸收；可見光經過紅色物體時，只有紅光透射出來。我們曾有看過文獻，內容有提到說奈米金屬水溶液會吸收特定波長的光，但並沒有提到在不同濃度下的奈米金屬水溶液是否會造成光吸收度與主要吸收波長的改變。所以我們要去探討不同濃度的奈米金屬水溶液對光吸收度與主要吸收波長的影響。

我們從奈米金水溶液吸收綠光的實驗以及我們進行對奈米金水溶液的光吸收度分析，所作出的幾項實驗操作假設：

- 以簡易實驗驗證奈米金水溶液會吸收特定波長的光之論述。
- 假設在不同濃度下的奈米金水溶液會造成光吸收度的變化。
- 假設在不同濃度下的奈米金水溶液會改變主要吸收光的特定波長。( ex：綠光波長範圍變藍光波長範圍 )

### 四、探究方法與驗證步驟

我們根據三稜鏡的原理可以知道光會散射出七種不同的色光，因此我們在做實驗時，會加入一個凸透鏡作為聚焦白光的關鍵，再使用手電筒將白光經由凸透鏡聚焦後，利用 DVD 光碟擁有的光柵特性所發散出七種不同顏色的色光，會藉由光柵反射到白色珍珠板上。我們再將低於 100nm 波長的奈米金水溶液放置在凸透鏡前方，進而觀察何種色光會被吸收。

我們運用比爾-朗伯定律 ( Beer-Lambert Law ) 公式： $A = k \cdot l \cdot c$

『A是吸光度（無單位， $A = \log(P_0/P)$ ）

k 是以  $L \text{ mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$  為單位的摩爾吸光係數

l 是樣品的路徑長度，通常是以厘米為單位的比色管長度

c 是溶液中溶質的濃度，用  $\text{mol/L}$  表示』。

我們得知在同一待量測材料與相同比色管前提下，溶質濃度與光吸收度成正比關係（備註：

吸光度是樣品吸收的光量量度的比率），因此我們得知溶質濃度的變化將會影響光吸收度。

接續我們進行實驗得知更精確的結果。我們利用離心機把不同濃度的奈米金水溶液所含奈米金粒子集中於下層溶液，而後將上層雜質溶液濾出，並萃取出下層較純的奈米金粒子，使樣品不影響到後續的實驗結果，最後利用分光光譜儀分析出詳細吸收度與吸收波長的數據。

### 實驗（一）

目的：驗證奈米金水溶液會吸收特定波長的光。

實驗器材：

1. 珍珠板



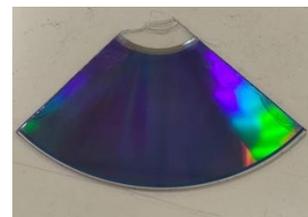
2. 凸透鏡



3. 白光手電筒



4. DVD



5. 不同濃度的奈米金水溶液



（對照組）實驗步驟：

Step1：首先先架設珍珠板、剪取 DVD 一小片當作光柵。

Step2：將凸透鏡架設在白光手電筒光源前方，做為聚焦光線使用。

Step3：開啟手電筒，使白光穿透凸透鏡，使光柵將光反射到珍珠板上，先會發現有七種色光投影在珍珠板上，但此時投影到珍珠板上的七種色光並沒有明顯的投影界線。

( 實驗組 ) 實驗步驟：

Step1：首先先架設珍珠板、剪取 DVD 一小片當作光柵。

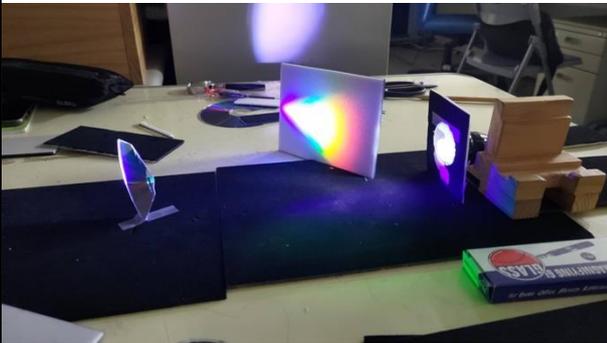
Step2：將凸透鏡架設在白光手電筒光源前方，做為聚焦光線使用。

Step3：將奈米金水溶液放置於凸透鏡前方，以便觀察。

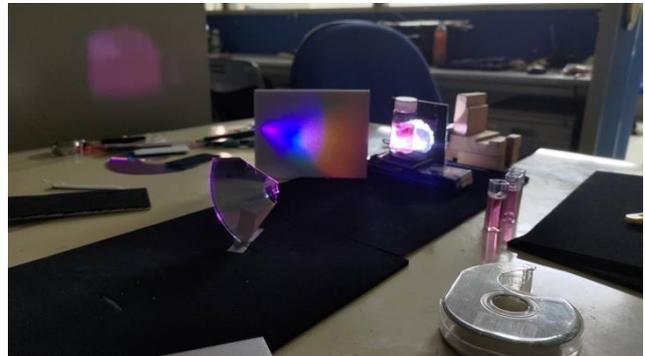
Step4：開啟手電筒，使白光穿透凸透鏡，使光柵將光反射到珍珠板上，會發現此時投映到珍珠板上的光，明顯的看不出有綠光的投映。

實驗圖片對照

對照組：



實驗組：



● 實驗結果：

我們觀察實驗結果所得知實驗組有通過奈米金水溶液所射出的光，投影在珍珠版上的光可以明顯地看出綠光的消失。因此我們可以針對這個現象推論出奈米金水溶液會吸收綠光 520 nm 的波長。

### 實驗 ( 二 )

目的：驗證在不同濃度下的奈米金水溶液是否會造成光吸收度的影響，以及是否會改變原對照組濃度下的奈米金水溶液所吸收的特定光波長。

實驗器材：

1. 離心機



2. 分光光譜儀



3. 微量滴管



4. 不同濃度的奈米金水溶液



實驗步驟：

Step1：用微量滴管吸取 3000  $\mu\text{l}$  各種濃度(0.1 M、0.2 M、0.3 M、0.4 M)的奈米金溶液，分裝到不同的離心測量管，並標上記號。

Step2：將離心測量管均勻地放置在離心機，啟動離心機使奈米金溶液的雜質沈澱於底部。

Step3：利用微量吸管吸取測量管中的奈米金溶液到分光光譜儀的石英測量管，並設定量測精準度 ( 100 nm/min ) 後開始進行分析。

Step4：得到實驗數據後，開始進行觀察及分析。

實驗數據：

	Wavelength	Absorbance
0.1 M Au NPs Solution	531.02188 nm	0.308215 a.u
0.2 M Au NPs Solution	531.30125 nm	0.691668 a.u
0.3 M Au NPs Solution	533.06341 nm	0.545176 a.u
0.4 M Au NPs Solution	533.13825 nm	0.473301 a.u

● 實驗結果：

1. 在數據裡，我們可以看到 0.2 M 的奈米金水溶液為四個濃度當中光吸收度最高的，而 0.4 M 的奈米金溶液的光吸收度卻不是最高的，於是我們推斷出奈米金溶液濃度的變化並不是直接影響光吸收度的主因。
2. 我們觀察實驗數據後，可得知奈米金溶液的濃度變化並沒有導致吸收光的特定波長有明顯的變化。

五、結論與生活應用

在現今科技中，奈米科技逐步成長，例如在醫療層面，我們經常看到奈米科技的運用。金是一種抗氧化又相對安定的元素，除了作為裝飾品，在現今的茶、酒、化妝品都能見到它的蹤影。將金的塊材奈米化形成奈米金，由於金在奈米尺度下會有局域性表面電漿共振 (LSPR) 的特性，利用奈米金屬特有的特性，進行特定電磁波吸收程度的檢測實驗，如同上述的實驗，此時奈米金會吸收特定波長的光。

奈米金的表面會產生特殊反應，較能夠與硫氫基結合，所以可以廣泛的運用在生醫上的檢測。例如：基因診斷、醫學檢測。現今，也有科學家利用奈米金結合特殊抗體，做為標定癌細胞的工具。另外在能源及科技產業，奈米金也可應用於太陽能電池，運用其特定量子點 (Quantum Dot) 與特殊的光激發螢光特性 (PL)，可將奈米金應用於敏化太陽能電池中，提高吸收與轉換效率，有助於新興能源的發展與開拓。

參考資料

- 1、國立臺灣大學化學系學士生張育唐/國立臺灣大學化學系陳藹然博士責任編輯，2011。比爾定律(Beer's Law)的限制。科學 online。
- 2、Tom Loschiavo，2015。化學實驗-比爾定律 Beer's Law-PASCO 無線光譜儀 Spectrometer。Youtube。
- 3、林孟姿、陳怡樺，2008。金奈米粒子的合成與其光譜特性。臺灣二〇〇八年國際科學展覽會。
- 4、中興大學化學工程學系 嚴鴻仁、徐善慧，2008。奈米科技與生物醫學：奈米金與銀的妙用。科技大觀園。