

2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

☒ 國中組 ☐ 普高組 ☐ 技高組 成果報告格式

題目名稱：閃電色彩之謎：利用靜電激發解析不同物質光譜的科學探究

一、摘要

本研究旨在探討閃電現象背後顏色多變的原因，並藉由模擬自然界中電擊現象，研究不同物質在受到高壓電擊時所產生之光譜變化。我們利用韋氏發電機及先進色彩辨識技術，對金屬、粉末狀物質、液體化合物及混合物進行實驗，藉由錄影及軟體即時擷取實驗瞬間之光譜數據，再經由專業分析軟體解析電子躍遷後所釋放的光能，以期發掘物質組成與放光顏色之間的對應關係。研究結果有助於進一步瞭解大自然中的閃電成因，並可應用於環境監測及遠距物質分析等領域。

二、探究題目與動機

探究題目：

「為何同為閃電現象卻展現出多樣的顏色？」

動機說明：

閃電一直是大自然中最壯麗而神秘的現象之一，然而其呈現的多種顏色卻讓人好奇不已。過去的觀察發現，當閃電劈下的瞬間，不僅僅是單一光譜，而是因為涉及的物質種類與濃度、以及環境中的化學成分不同，產生了獨特的光譜分布。這引發我們想要從科學角度拆解這一自然奇觀，探討在相同的電能激發下，不同元素或化合物電子躍遷所釋放的光子能量差異如何影響最終呈現的顏色。我們希望透過嚴謹的實驗設計與數據分析，不僅能揭露閃電現象背後的科學原理，還可進一步應用於未知物質的快速預測與成分分析。

三、探究目的與假設

主要目的：

(一) 比較不同金屬在電擊下的光譜變化

例如，鋅(Zn)與鋁(Al)在受到相同電壓刺激時，是否會因原子序數、能階等因素而產生明顯不同的發光色彩。

(二) 探索不同化合物 (固態及粉末狀) 電擊後的顏色差異

以溶解後進行紙張浸泡再電擊的方法，觀察溶液中化學鍵與離子狀態對激發光譜的影響。

(三) 研究液態化合物在不同濃度條件下所呈現的光能變化

(四) 分析隨著溶質濃度改變，電擊後所釋放光能的強度、顏色深淺與波長變動。

(五) 探討混合物 (包含多種物質) 在電擊後的光譜特徵

(六) 檢視組合效應，如兩種或多種成分混合後，光譜之交互影響能否構成全新的色彩表現。

假設：

假設一：不同金屬或化合物因電子結構不同，其從激發態返回基態時放出的光的能量不同，故導致顯示出各異的顏色。

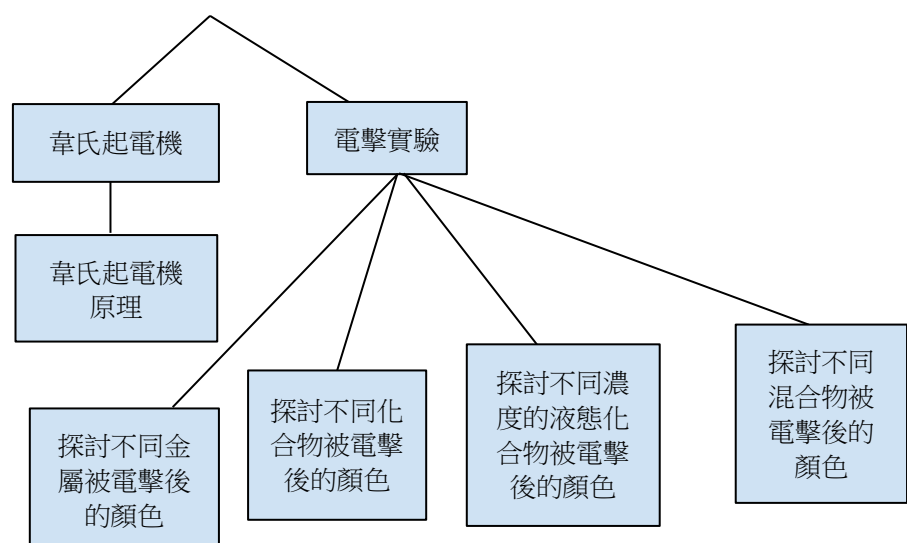
假設二：在溶液中，濃度較高的化合物將改變光的傳播介質，影響電離與再結合的速率，從而影響最終的顏色表現。

假設三：混合物中，各物質之間的相互作用會產生干涉或協同效應，可能使光譜產生無法單一預測的新變數。

四、探究方法與驗證步驟

1. 研究流程與架構

研究流程圖：



前期文獻整理與假設建立

實驗材料與器材準備

實際操作：利用韋氏發電機模擬靜電放電現象

錄影與數據擷取：捕捉電擊瞬間之光譜變化

數據分析：使用專業軟件及北斗辨色器對錄影數據進行光譜分解

結果比對與討論，驗證原始假設並探討偏差原因

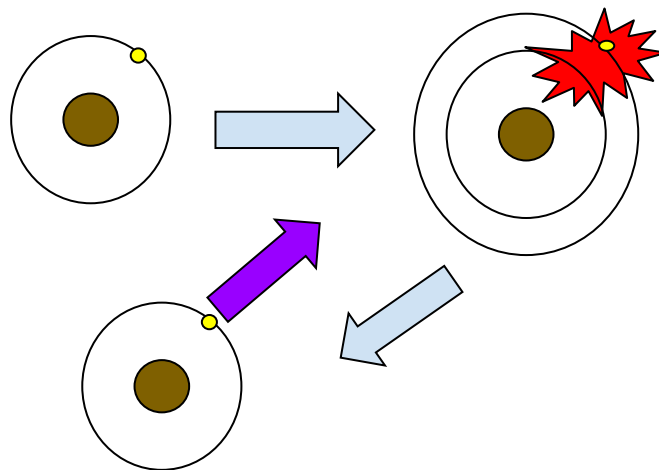
撰寫報告與應用探討

2. 研究方法詳解

(一) 儀器介紹與原理說明

韋氏發電機原理：

利用轉動帶電部件，在高速旋轉中產生高壓電場，使金屬電極累積並釋放電荷，產生電擊現象。當金屬或化合物處於高壓電場下，其內部電子被激發至高能階，隨後返回基態過程中釋放能量（光子），由此呈現不同的光譜色彩。



圖一、電子躍遷示意圖。

(二) 實驗器材與操作步驟

器材準備：

韋氏發電機、金屬（如鋅片、鋁片）、粉末狀物質（經過溶解處理，並預先處理紙張吸附）、液態化合物（準備不同濃度溶液）

色彩辨識儀與高畫質攝影機

操作步驟：

金屬組實驗：

直接將各金屬放置於適當位置，用韋氏發電機進行不同電壓刺激，並用攝影機錄下瞬間光譜顏色變化。

粉末化合物組：

將粉末溶於水中，浸泡紙張，待紙張充分吸收後，再進行電擊實驗，紀錄隨時間及刺激強度改變之色彩。

液態化合物組：

準備數組不同濃度的溶液，分別施以相同電壓後，利用感光儀測量光強度與色彩飽和度，記錄測量數據。

混合物組實驗：

將不同物質按照預定比例混合，並進行同上步驟觀察，探索單一物質實驗與混合物實驗間的差異。

(三) 數據擷取與分析

利用高解析攝影機捕捉瞬間放光過程，並利用專業視頻分析軟件擷取關鍵影像幀。

應用北斗辨色器將採集的光譜轉換為具體顏色數值，並對比各實驗組別的差異。

結合統計方法，對各組數據進行多變量分析，評估假設成立的可能性與偏差來源。

(四) 組織討論與驗證步驟

分析在不同實驗組中，電擊強度、材料性質與環境變數等因素對最終光譜的影響。

討論實驗結果與預設假設的一致與否，並針對不符部分提出可能的原因，例如：材料純度、操作變化等。

進一步設計重複實驗，確認初次結果的穩定性與再現性，並進行交叉驗證。

五、結論與生活應用

經過一系列系統性的實驗與分析，本研究驗證了不同物質在電擊激發下，因電子躍遷能量差異導致光譜顯現出獨特的色彩。具體而言：

金屬組中，不同金屬的原子結構差異明顯影響其光譜特性；

粉末化合物組與液態化合物組中，溶液濃度及離子組成對色彩深淺起到關鍵作用；

混合物組實驗顯示，多種成分之間的交互反應可能產生全新色彩，超出單一物質預期效果。

生活應用：

環境監測：透過光譜分析可應用於大氣污染及天氣現象的快速預測；

材料檢測：探測物質成分及純度時，利用電擊後的顏色變化作為輔助判斷指標；

新興技術：為發展快速物質分析儀器提供理論依據，可應用於科學研究、工業檢測及資源回收；教育推廣：利用閃電與光譜實驗展示基礎物理、化學知識，激發學生對科學探究的興趣。

參考資料

書籍、期刊與網路資源，詳細介紹電子躍遷、發電原理及光譜技術等相關理論。