

2025 年【科學探究競賽－這樣教我就懂】

普高組成果報告格式

題目名稱：燦爛星火－化學燃燒的魔法

一、摘要

本研究旨在揭開仙女棒絢麗火花背後的化學秘密，探索金屬元素在火焰中跳舞時所展現的奇幻色彩。我們以仙女棒為實驗載體，透過加入各種不同的金屬粉末，如鋁、鎂、銅、鐵等，觀察其在高溫燃燒下所產生的火花形態與顏色變化。

在動手實作的過程中，我們嘗試自行配製多色仙女棒，挑戰將化學知識應用於創造視覺美感與娛樂效果的結合。同時也格外重視安全性，期望在確保使用者安全的前提下，打造一款既富教育價值又賞心悅目的手作仙女棒。

透過這項實驗，我們不僅深入理解了燃燒反應與發光原理，更進一步思考了仙女棒這類日常煙火製品在教育、藝術表演乃至創新應用上的潛力。這是一場結合化學、創意與科學精神的探索之旅，讓我們從一根小小的仙女棒，看見科學如何點亮生活。

二、探究題目與動機

仙女棒是一種伴隨著節慶歡樂氣氛出現的經典煙火產品，無論是在農曆新年、元宵節或是跨年夜，它那閃閃發亮、如星星般四散的火花，總能喚起我們童年記憶中的歡笑。還記得小時候，拿著仙女棒在夜空中揮舞的模樣，我們曾天真地以為那是一種魔法，能把願望寫進星光裡。然而，隨著年齡增長，我們開始發現市售的仙女棒雖然美麗，但大多只有金黃色或橘紅色的火花，色彩變化有限，久而久之便少了一點驚喜與新意。於是，我們萌生了一個大膽又充滿創意的想法——如果我們能夠自己動手製作仙女棒，是否就能突破色彩的限制，創造出一場屬於自己的煙火盛宴？

這次的實驗便是基於這樣的動機出發，我們嘗試透過調整配方，加入不同的金屬粉末，如鋁、鎂、銅、鐵等，看看它們在高溫燃燒時能帶來怎樣的火花與顏色變化。我們希望在實作中不只做出多彩的仙女棒，更深入探究每一種顏色背後所蘊藏的化學原理與金屬元素的發光特性。

這不只是一次科學實驗，更是一場關於創造力、好奇心與童年回憶的延續。藉由這個計畫，我們希望重新喚起大家對仙女棒的想像，也讓化學變得不再枯燥，而是充滿火花與

驚喜的美麗探索

三、探究目的與假設

在決定要自製仙女棒之後，我們便開始上網搜尋各種相關資料，試圖了解這根小小的棒子是如何在短短幾秒內釋放出璀璨火花的秘密。經過一番查找與整理，我們發現仙女棒其實是由四種主要成分組成：燃料、氧化劑、火花劑與黏合劑。這些成分在點燃後會發生劇烈反應，釋放出熱能與光，進而產生那迷人的閃爍效果。

其中最讓我們著迷的是「火花劑」的部分。原來，只要改變這個成分，也就是加入不同種類的金屬粉末，就可能讓仙女棒在燃燒時產生不一樣的火花效果與顏色變化。這讓我們靈光一閃——如果我們嘗試添加鋁粉、鎂粉、銅粉或鐵粉，是不是就能調配出像煙火般繽紛的仙女棒呢？

於是，我們展開了這項充滿創意與挑戰的實驗計畫，希望不只是複製出市面上的效果，而是親手打造出一系列具視覺衝擊力的彩色仙女棒，同時深入了解這些繽紛色彩背後的化學奧秘。

研究目的：

1. 了解仙女棒的主要組成成分與燃燒時的化學反應機制。
2. 探討不同金屬粉末在高溫燃燒下所產生的光色與火花效果差異。
3. 配與製作出具有不同顏色與視覺效果的仙女棒。

研究假設：

我們推測若將不同種類的金屬粉末（如鋁粉、鎂粉、銅粉、鐵粉等）加入仙女棒的配方中，則在燃燒過程中會釋放出特定波長的光，因而產生不同的顏色與火花效果。這是因為金屬元素在高溫下會使其外層電子激發至高能階，隨後釋放能量回到低能階時，便會以特定顏色的光形式呈現出來，形成我們肉眼可見的絢麗火花。

四、探究方法與驗證步驟

為了深入了解仙女棒的化學構造與火花奧秘，我們從資料蒐集開始，一步步揭開它背後的神秘面紗，並透過實驗親手打造出色彩斑斕的仙女棒。整個探究歷程可分為以下幾個階段

1. 資料蒐集與原理學習

在動手實作之前，我們先進行了詳細的資料查詢與原理學習。我們發現，仙女棒的製作其實蘊含著豐富的化學知識，其基本組成包含了四個關鍵要素：

(1)燃料：通常使用木炭粉，作為提供能量來源的主體。

(2)氧化劑：如硝酸鉀，能在燃燒時提供氧氣，維持反應進行。

(3)火花劑：也就是各種金屬粉末，是決定火花顏色與形狀的關鍵。

(4)黏合劑：如糖漿、酒精、黏土等，用以將各成分混合並固定在棒子上。

我們也閱讀了相關的化學理論，了解為什麼金屬粉末在高溫下會發光，並針對不同金屬的發色特性做出初步預測。

2. 材料準備(圖一)

在理論基礎打穩後，我們便著手準備所需材料。除了基本配方中的木炭粉、硝酸鉀與黏合劑外，這次的重頭戲是我們精心挑選的各種金屬粉末，包括：

鈣粉（預期會產生橙紅色火光）鐵粉（會產生金黃色閃爍火花）鎂粉（燃燒時產生耀眼白光）銅粉（可能產生藍綠色火焰）鋇粉（常見於綠色煙火中）鈉粉（有機會產生橘黃色）

這些材料不只提升了我們的實驗豐富度，也讓整個過程更充滿期待與驚喜。

3. 實驗操作

我們將實驗環境設置在通風良好的空曠處，並配戴安全裝備（如護目鏡、手套、防火圍裙等），確保整個操作過程安全無虞。

接著，根據標準比例配製出基礎仙女棒配方(圖二~四)，再分別加入不同的金屬粉末，製成多支變化版仙女棒。完成後，我們逐一點燃它們，仔細觀察以下幾個重點：

(1) 火花顏色：是否與預測一致？是否清晰可辨？

與預測一致且清晰可辨(圖五)

(2) 亮度：哪一種金屬產生的光最亮、最搶眼？

亮度為鎂金屬產生的光最亮最搶眼(圖六)，但以觀賞度是銅最美(圖七)

(3) 持續時間：燃燒時間有無差異？是否穩定？

在持續燃燒時間上有些微差異，且在穩定程度上鎂是最穩定

每一場點火，對我們來說都是一場視覺與知識的饗宴，彷彿在進行一場微型煙火秀。我們詳細記錄每種金屬所產生的效果，並以表格與圖片輔助，進行後續分析比較，進一步找影響火花變化的關鍵因素。



圖一:準備材料



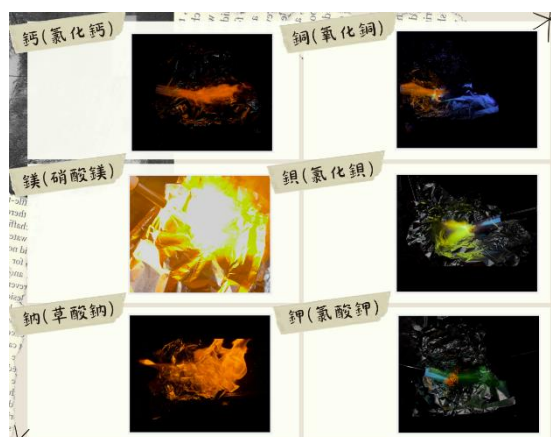
圖二:攪拌



圖三:備料



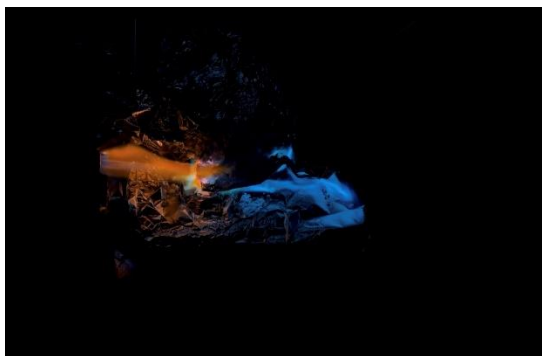
圖四:裹粉



圖五:金屬燃燒顏色



圖六:鎂金屬燃燒



圖七:銅金屬燃燒

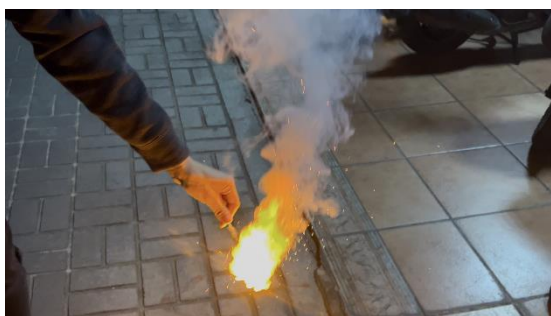
五、結論與生活應用

這次實驗並不是一路順風。我們在過程中碰到了幾個挑戰，這些挑戰讓我們進一步理解了材料選擇和比例調整對反應效果的巨大影響。首先，鋅銅線作為燃燒的主體，卻不易點燃，這讓火花的傳遞變得困難，整體反應不夠順利。白膠，作為黏合劑，雖然方便使用，但在高溫下卻形成了阻燃層，妨礙了燃料和氧氣的接觸，使得火焰無法順利蔓延。碳粉作為燃料之一，延燒效果差，讓火焰沒辦法有效傳遞。最關鍵的氯酸鉀，作為氧化劑的比例過少，也導致了燃燒反應的不完全，缺乏足夠的旺盛火焰。

經過多次修改，我們依然觀察到了幾個令人驚艷的結果。顏色上，我們的預測果然不差，火焰的顏色清晰可辨。最亮眼的是鎂金屬(圖八)，它所產生的強烈白光，簡直是北極星般的耀眼！而在色彩方面，銅所產生的美麗藍色火花無疑成為了最具觀賞價值的部分。不同金屬的燃燒時間也略有差異，其中，鎂的燃燒時間最長，火焰也最穩定，這讓我們對不同金屬的燃燒特性有了更深的理解。

這次的實驗教會了我們很多關於材料和配比的知識。白膠顯然不適合用來作為燃燒過程中的黏合劑，我們未來可以選擇其他不會妨礙燃燒的物質。氧化劑的比例也需要更精確的調整，以確保反應足夠劇烈而穩定。在結構方面，我們可以考慮使用線香(圖九)來替代鋅銅線，這樣可以提高可燃性和燃燒的連續性。同時，尋找更安全又能提供理想效果的燃料和黏合劑，將進一步提高實驗的成功率，也能讓火焰的效果更加美觀。

總結來看，這次仙女棒實驗不僅讓我們對化學有了更深入的了解，也讓我們學會了如何從失敗中學習和調整，將理論轉化為實際的成果。我們不僅在火焰中看見了光彩，還看見了自己成長的足跡，這份收穫將為我們未來的實驗之路奠定更加堅實的基礎！



圖八:鋅銅鐵絲製成(鎂金屬)



圖九:線香製成

生活應用：

一開始我們只是想讓仙女棒變得更繽紛有趣，但在研究過程中發現，其實裡面的化學原理早就悄悄融入我們的生活，還有不少實用的潛力。加上不同的金屬粉末後，仙女棒僅變好看，還能拿來當作化學教學的好工具。

透過火焰顏色的變化，我們可以直觀地看到元素的發光光譜，把抽象的知識變成眼前的燦爛火光，讓學習更有趣。更意外的是，這技術還能應用在安全檢測上。例如在廚房裡，廚具長時間用火可能會留下某些金屬痕跡，而這些金屬在高溫下會產生特定顏色的火焰。我們可以用「火焰測試」來判斷是否有殘留金屬，當成一種簡單的檢查方法。就連酒精燈裡若混入了金屬雜質，火焰顏色也會變，這種變化也能提醒我們注意潛在風險。

最後，我們希望這項研究不只是帶來節慶的歡樂，也能成為連接生活與科學的橋樑，讓化學真正成為看得見、用得到的智慧。

參考資料

1. 維基百科:艷色反應
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%84%B0%E8%89%B2%E5%8F%8D%E5%BA%94>
2. 煙火－化學家的熱情與浪漫結晶 <https://www.lifechem.tw/blog/141223>
3. Wikipedia: “Firework composition” <https://en.wikipedia.org/wiki/Fireworks>
4. 台灣師大化學系教材：《燃燒反應與能量轉換》
5. 國立自然科學博物館：大自然權力-法利思先生金屬藝雕
<https://www.nmns.edu.tw/ch/exhibitions/special-exhibitions/Exhibition-000045/>