

# 2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

## 國中組 成果報告表單

**題目名稱：火樹銀花-以仙女棒焰色探討**

### 一、摘要：

大家看煙火可能不會注意其中的化學反應，而我們想探究各種金屬離子對其焰色之影響，並探究為何市售仙女棒只有橘紅色。經實驗後，我們選用氯化銦  $\text{SrCl}_2$ 、氯化鈣  $\text{CaCl}_2$ 、氯化鈉  $\text{NaCl}$ 、硼酸  $\text{H}_3\text{BO}_3$ 、硫酸銅  $\text{CuSO}_4$ 、氯化銅  $\text{CuCl}_2$  及氯化鉀  $\text{KCl}$  來製作仙女棒。我們做出來的仙女棒燃燒，一開始雖能燃燒出多種焰色，但無法呈現像市售仙女棒一樣多的噴射式的美麗火花，且焰色無法像在醇類內燃燒時的鮮豔和明顯，而當仙女棒開始呈現橘紅色火焰時，其他金屬鹽類燃燒的焰色幾乎已不見。依據實驗結果和相關文獻查閱，推論金屬離子在醇類中燃燒，因為燃燒溫度不高，反而能夠呈現出不同的焰色，反之，在仙女棒燃燒時，溫度已超過金屬鹽類熔點，而導致熔融態的鹽類滴落，雖能呈現出多種焰色，但無法呈現像市售仙女棒一樣的噴射式的美麗火花。

### 二、探究題目與動機

在上理化課時，有同學故意把硫酸銅粉末放到酒精燈焰上，產生黃綠色火焰，這一現象讓我想到，我們在過年時，常看到有人在玩仙女棒，火焰都僅呈現橘紅色，視覺上無法如煙火一般擁有更多焰色的光彩亮麗。因此，令人不禁思考，若把不同金屬離子加到仙女棒中，是否能夠自製出擁有多種焰色，而有別於市售僅產生單一橘紅色火花和燃燒更持久的仙女棒呢？於是我們展開了以下的研究。

### 三、探究目的與假設

- 一、探究使用甲醇或乙醇當作燃料時，何者能讓金屬離子焰色反應之顏色較為明顯。
- 二、探究燃料之多寡對焰色之影響。
- 三、探究燃燒各類金屬離子之焰色變化。
- 四、探究燃燒各類金屬離子產生焰色之持久性。
- 五、自製金屬離子做出焰色明顯又持久之仙女棒。

### 四、探究方法與驗證步驟

**器材：**坩鍋鉗、滴管、蒸發皿、量筒、線香、鐵絲、研鉢、電子天平、酒精燈。

**藥品：**氯化鈉、氯化鉀、硝酸鉀、氯化鎂、氯化鈣、氯化銦、硝酸銦、氯化銲、硝酸銲、氯化錳、硫酸亞鐵、氯化亞鈷、硫酸鎳、氯化銅、硫酸銅、氯化鋅、硼酸、硝酸鉛、過氯酸鉀、鋁粉、鐵粉、鎂粉。



### 實驗一、探究使用甲醇或乙醇當作燃料時，何者能讓金屬離子焰色反應之顏色較為明顯

(一)原理：使用同一金屬鹽類，分別置入 1.5ml 甲醇及乙醇中，觀察比較何者焰色較為明顯。

(二)實驗步驟：

- 1.以量筒量取 1.5ml 之甲醇及乙醇，分別置入放了衛生紙的蒸發皿內。
- 2.秤取 1.5g 之氯化銻、氯化銅及氯化鉀各自分別置入甲醇及乙醇內。
- 3.以打火機點燃，觀察並以相片紀錄。

### 實驗二、探究燃料之多寡對焰色之影響

(一)原理：使用實驗一較佳的燃料，將金屬離子在其 1.0ml、1.5ml、2.0ml 燃燒時，觀察其明顯程度。

(二)實驗步驟：

- 1.以量筒量取 1.0ml、1.5ml 及 2.0ml 的甲醇，並置入放有衛生紙的蒸發皿內。
- 2.秤取 1.5g 之氯化銻、氯化銅及氯化鉀分別置入步驟 1.之蒸發皿內。
- 3.以打火機點燃，觀察並以相片紀錄。

### 實驗三、探究燃燒各類金屬離子之焰色變化

(一)原理：使用 1.5g 各式藥品，分別置入滴上 1.5ml 甲醇之衛生紙內，並將其點燃，觀察其焰色並以相片紀錄。

(二)實驗步驟：

- 1.以量筒量取 1.5ml 之甲醇，並置入放有衛生紙的蒸發皿內。
- 2.秤取 1.5g 之氯化鈉、氯化鉀、硝酸鉀、氯化鎂、氯化鈣、氯化銻、硝酸銻、氯化鋇、硝酸鋇、氯化錳、硫酸亞鐵、氯化亞鈷、硫酸鎳、氯化銅、硫酸銅、氯化鋅、硝酸鉛、硼酸，並分別置入步驟 1.之蒸發皿內。
- 3.以打火機點燃，並以相片記錄。

### 實驗四、探究燃燒各類金屬離子產生焰色之持久性

(一)原理：先以攝影機錄下各式金屬離子在實驗三之燃燒情況，慢速撥放並記錄燃燒過程所需的時間。

(二)實驗步驟：

- 1.以量筒量取 1.5ml 甲醇，並置入放有衛生紙之蒸發皿內。
- 2.以實驗三中焰色較為明顯的化學藥品，取 1.5g 置入步驟 1.之蒸發皿內。
- 3.以打火機點燃，並以影片紀錄，重複播放，紀錄燃燒過程所需的時間。

### 實驗五、自製金屬離子做出焰色明顯又持久之仙女棒

(一)原理：計算各式金屬鹽類焰色時長之時間比，並換算出最佳比例，並製成仙女棒。

(二)製作方法：

- 1.鋁跟鎂的混合粉末、鐵粉，硝酸鉀、硝酸鋇、過氯酸鉀及焰色藥品以糯米糊包裹鐵絲，製成仙女棒。
- 2.燃燒仙女棒，並觀察其焰色並記錄其燃燒時間。
- 3.以市售仙女棒比較焰色及時長。

## 五結論與生活應用

### 實驗一、探究使用甲醇或乙醇當作燃料時，何者能讓金屬離子焰色反應之顏色較為明顯

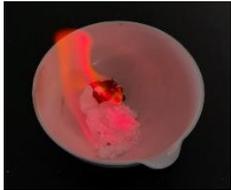
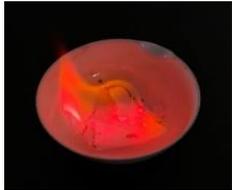
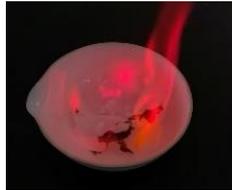
(一)實驗結果：

燃料 藥品	甲醇	乙醇
氯化鋇		
氯化銅		
氯化鉀		

(二)結論：依實驗結果得知，以甲醇當燃料時之焰色較乙醇明顯，可推測原因為甲醇( $\text{CH}_3\text{OH}$ )比乙醇( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ )少一個碳原子，導致乙醇燃燒時的焰色比甲醇明顯，而影響金屬離子燃燒時所呈現的原有焰色。

### 實驗二、探究燃料之多寡對焰色之影響

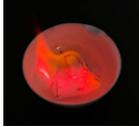
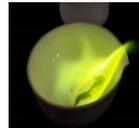
(一)實驗結果：

藥品 \ 甲醇	1.0ml	1.5ml	2.0ml
氯化銻			
氯化銅			
氯化鉀			

(二)結論：依實驗結果得知，甲醇用量在 1.5ml 時的焰色較為明顯，故實驗採用 1.5ml 甲醇作為燃劑用量。

### 實驗三、探究燃燒各類金屬離子之焰色變化

(一)實驗結果：

藥品	氯化鈉	氯化鉀	硝酸鉀	氯化鎂	氯化鈣	氯化銻
焰色						
藥品	氯化銻	氯化錳	硫酸亞鐵	硫酸鎳	硫酸銅	氯化銅
焰色						
藥品	氯化亞鈷	硼酸	硝酸鉛	氯化鋅		
焰色						

(二)結論：依實驗結果，氯化銻  $\text{SrCl}_2$ 、氯化鈣  $\text{CaCl}_2$ 、氯化鈉  $\text{NaCl}$ 、硫酸銅  $\text{CuSO}_4$ 、氯化銅  $\text{CuCl}_2$ 、氯化鉀  $\text{KCl}$  和硼酸  $\text{H}_3\text{BO}_3$  的焰色較為鮮豔，故採用以上藥品進行後續實驗。

## 實驗四、探究燃燒各類金屬離子產生焰色之持久性

(一)實驗結果：

藥品	氯化鋇	氯化鈣	氯化鈉	硼酸	硫酸銅	氯化銅	氯化鉀
燃燒時間	1' 12	1' 06	1' 11	1' 10	1' 32	1' 41	1' 07

(二)結論：實驗後發現，以氯化銅燃燒的時間最長，而仙女棒之藥品比例則以燃燒時長計算，燃燒時長越短的藥品放的越多，金屬離子燃燒時長和其用量二者呈反比關係。

## 實驗五、探究市售仙女棒為何只有橘紅色火焰

(一)實驗結果：

	自製仙女棒	市售仙女棒
燃燒情形		

(二)結論：

- 1.我們做出來的仙女棒剛開始雖能燃燒出多種焰色，但無法呈現像市售仙女棒一樣的噴射式的美麗火花，且焰色無法像在醇類中燃燒時的鮮豔和明顯，而當仙女棒開始呈現橘紅色火焰時，其他金屬鹽類燃燒的焰色幾乎已不見。
- 2.依據實驗結果和相關文獻查閱，如下表，推論金屬離子在醇類中燃燒，因為燃燒溫度不高，反而能夠呈現出不同的焰色，反之，在仙女棒燃燒時，溫度已超過金屬鹽類熔點，而導致熔融態的藥品滴落，而無法呈現像市售仙女棒一樣的噴射式的美麗火花。

藥品	氯化鋇	氯化鈣	氯化鈉	硼酸	硫酸銅	氯化銅	氯化鉀
熔點 $^{\circ}\text{C}$	874	772	801	170	110	498	770

- 3.本次自製仙女棒只能產生少量如市售仙女棒一般的噴射式的美麗火花，但已證實在市售仙女若加入其他金屬鹽類，確實能產生不同顏色的焰色，以增加仙女棒的視覺像果而令人更驚艷。
- 4.目前市售仙女棒的鐵、鋁等成分燃燒溫度為  $800-1000^{\circ}\text{C}$ ，是否有其他燃燒溫度較低的金屬可以取代鐵、鋁成分，或是選用熔點更高的金屬鹽類，以自製出最理想的五光十色火樹銀花的仙女棒，將是我們未來探究實驗的主題。

### 生活應用:

- 1.焰色反應常被運用在煙火的焰色
- 2.仙女棒的焰色

3.在化學上用來作分析藥品成分。

### 參考資料

<https://health.businessweekly.com.tw/AArticle.aspx?id=ARTL000108747>

<https://scitechvista.nat.gov.tw/Article/C000003/detail?ID=bb241607-f344-4e53-b58-60483f7439ed>

<https://scitechvista.nat.gov.tw/Article/C000003/detail?ID=ad36e6e6-0f6f-4298-8423-960d6e7083d1>

<https://scitechvista.nat.gov.tw/Article/C000008/detail?ID=0763fa12-92fa-4438-aef7-cb6656a39f3c>

<https://www.ntsec.edu.tw/Science->

<Content.aspx?cat=50&a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=71&sid=3645>

<http://chemed.chemistry.org.tw/?p=18862>