

金門地區第 62 屆中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：物理科

組 別：國中組

作品名稱：今晚來「電」不一樣~探討閃電的發生與顏色

關 鍵 詞：閃電形狀、顏色、放電

編 號：

摘要

本次研究主題為探討影響閃電的發生因素與閃電顏色，透過自行設計的閃電起電器來放電，並設計實驗探討下列不同的變因:1. 介質為不同電解質成分 2. 放電兩極為不同金屬 3.不同溫度的介質 4. 不同電壓大小時，探討上述這四個變因是否會影響閃電顏色與形成。

實驗結果我們發現當介質為鹽酸、硝酸、氫氧化鉀時所產生的閃電會是紫紅色，而介質是硫酸銅時所產的閃電會是藍綠色，而介質是水、碳酸氫鈉、氯化鈣所產生的閃電則是白色，若是放電兩極為不同金屬時則會產生不同的顏色，同時介質溫度也會影響閃電的形成與否

壹、 研究動機

閃電是大自然創造出的美麗景觀，伴隨著巨大的聲響，讓人不經讚嘆自然界的偉大，而更有人為了拍攝出這難得一見的景觀，在雨天追尋著閃電的發生。印象中我們生活中看到的閃電大多都是白色的，然而上網查詢閃電的顏色，被拍攝下來有許多不同顏色、藍色、橘色、紫色、黃色，發出各種顏色的亮光，看起來十分的壯觀。因此，閃電的顏色變化其中一定存在某些影響它的因素，我們希望能夠從中找尋影響閃電顏色的因素，同時設法設計出各種亮光的閃電。

貳、 研究目的

- 一、從生活物品設計與創造可放電的實驗工具
- 二、探討閃電發生時，介質為不同電解質成分所產生的閃電顏色
- 三、探討閃電發生時，兩極為不同金屬成分所產生的閃電顏色
- 四、探討閃電發生時，不同溫度的介質是否會影響閃電的形成
- 五、探討閃電發生時，不同電壓大小是否會影響閃電的形成

參、 研究設備及器材

- 一、起電裝置: 塑膠瓶、鋁箔膠帶、電蚊拍、電源供應器、電源開關、鱷魚夾、大頭針、銅線
- 二、實驗金屬：銅片、鋅片、鋁片、鉛、鎂、鐵、鎳
- 三、實驗電解質: 硫酸銅、碳酸鈉、碳酸氫鈉、硝酸鈉、硝酸銀、硝酸鉀、氫氧化鉀、氯化鈣、醋酸、鹽酸、硝酸、硫酸
- 四、閃電顏色檢測器具::
Just Color Picker 色彩分辨軟體、方格紙與直尺、溫度計、分貝 app

肆、 研究過程與方法

一、起電裝置的製作

(一) 以萊頓瓶當作電容器，以萊頓瓶來尖端放電

1. 取兩個塑膠杯，內外層各貼上鋁箔膠帶，並加上瓶蓋
2. 在瓶蓋上方穿孔，加上螺帽以及銅線，作為連接電源以及放電裝置。
3. 以直流電源供應器，連接兩個萊頓瓶上端的螺帽，為其充電

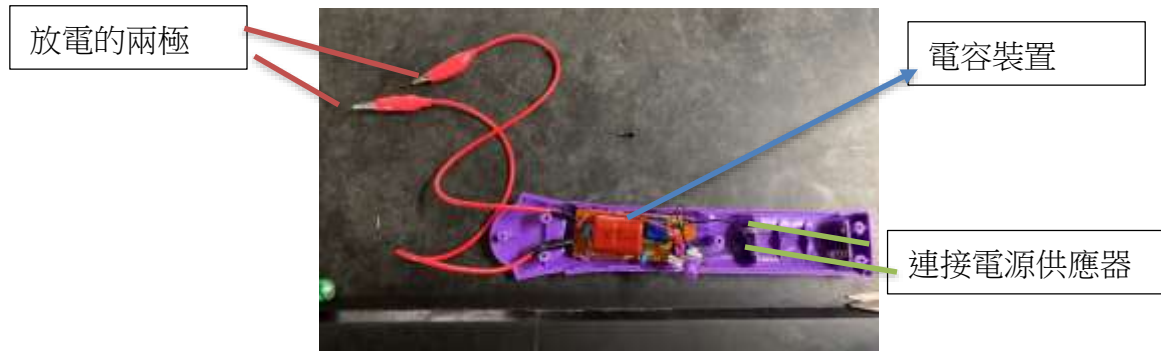


4. 測試結果: 無法有效的產生出放電現象，推測自製萊頓瓶當做電容器，其儲存的電荷不易，放電效果差。

(二) 以電蚊拍內的電路裝置來放電。

- (1). 將電蚊拍的內部裝置拆下，並進行改造。

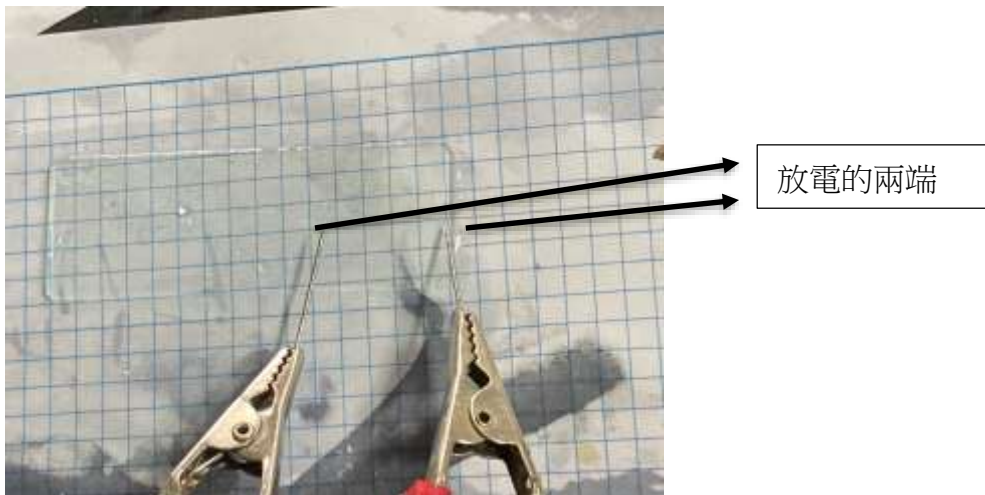
(2). 將原本連接電蚊網的兩極改為連接鱷魚夾，作為放電的裝置。



(3). 測試結果:能有效的產生放電現象，但起初我們是以電池當作電源，但使用過程中電能一直損耗導致放電的效果不穩定，所以我們改以電源供應器當作電源。

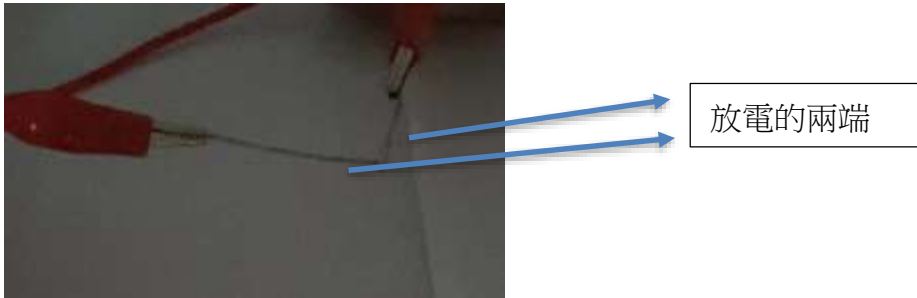
二、 以不同電解質作為放電的介質，觀察所產生的閃電顏色

1. 取實驗裝置，並將實驗裝置的放電兩極連接大頭針
2. 以滴管吸取所要觀察的電解質 2 毫升，平放於載玻片上(如下圖)
3. 錄取實驗中閃電所產生的顏色，並以直尺測量所產生閃電的最長距離。
4. 更改不同的電解質溶液，重複上述進行比較。
5. 將所產生的閃電顏色，以 RGB 色彩分辨軟體進行比較



三、 以不同金屬作為放電的兩極，觀察所產生的閃電顏色

1. 取實驗裝置，並將實驗裝置的放電兩極連接金屬
2. 以空氣作為放電的介質，比較介質空氣與水溶液的差異
3. 開啟電源，兩金屬所需接觸的最短距離，以及產生時的閃電顏色
4. 更改不同的金屬兩極，重複上述進行比較。



5. 錄取實驗中閃電所產生的顏色，以色彩分辨軟體進行比較。


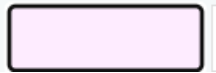
四、 比較不同介質的溫度以及直流電壓，是否會影響閃電的發生



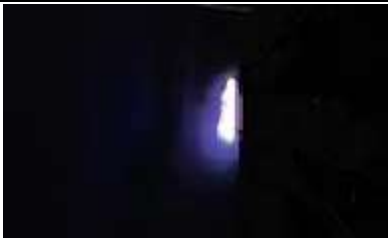


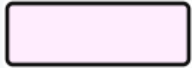




1. 以水當作介質，並加熱其溫度，分別測試所在 10 度 c，25 度 c、45 度 C、65 度 C、85 度 C，所產生的閃電其最大距離及顏色變化
2. 更改電源供應器的直流電壓，分別探討 1.5V、3V、4.5V、6V 所產生閃電的最大距離






伍、 研究結果

一、 以不同電解質作為放電的介質，觀察所產生的閃電顏色

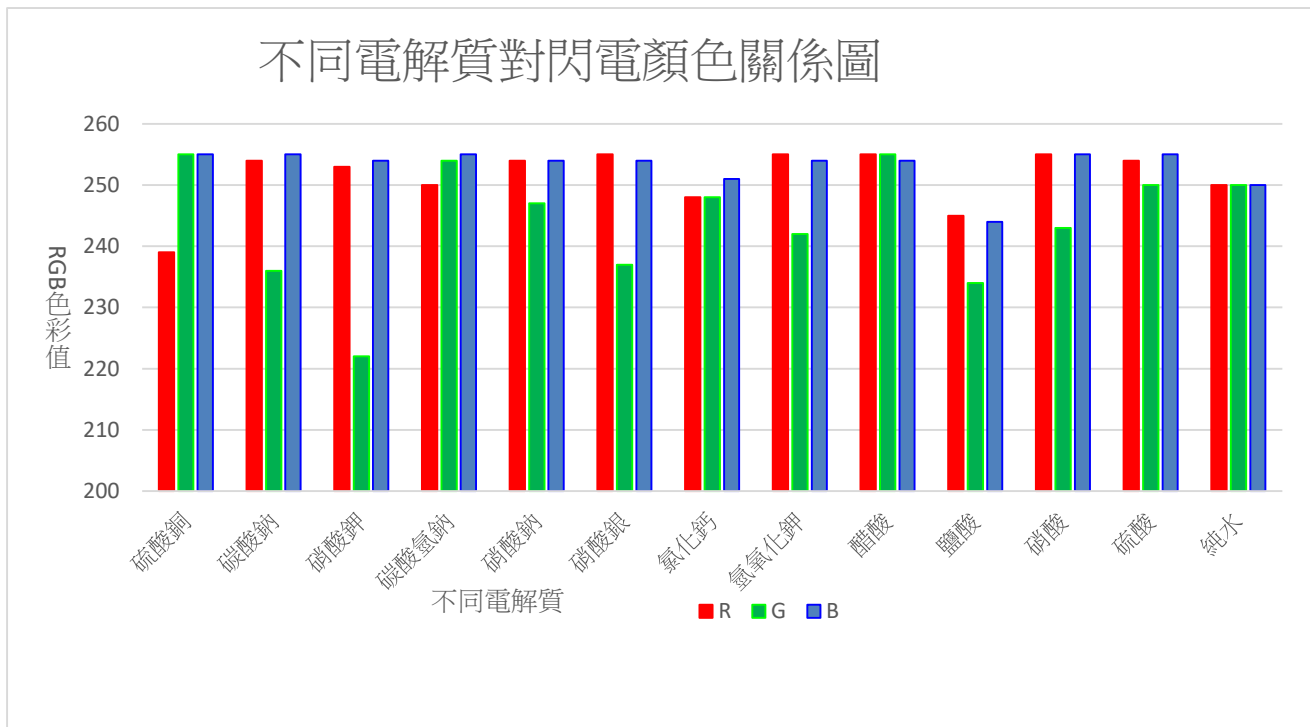
電壓為 3V，電解質的濃度均為 1M

	肉眼觀看顏色	閃電長度(cm)	實驗圖片	RGB 色彩值與色碼
硫酸銅	白藍	1.4		RGB (239,255,255) 顏色對照 (參考資料三) #EFFFFF 
碳酸鈉	橘色	1.1		RGB (254,236,255) 顏色對照 #FEECFF 
硝酸鉀	紅、紫	1.3		RGB (253,222,254) 顏色對照 #FDDEFE 

碳酸氫鈉	白色	1.3		<p>RGB</p> <p>(250,254,255)</p> <p>顏色對照</p> <p>#FAFEFE</p> 
硝酸鈉	藍紫	1		<p>RGB</p> <p>(254,247,254)</p> <p>顏色對照</p> <p>#FEF7FE</p> 
硝酸銀	橘紅	1.2		<p>RGB</p> <p>(255,237,254)</p> <p>顏色對照</p> <p>#FFEDFE</p> 
氯化鈣	橘紅色	1		<p>RGB</p> <p>(248,248,251)</p> <p>顏色對照</p> <p>#F8F8FB</p> 
氫氧化鉀	橘	0.6		<p>RGB</p> <p>(255,242,254)</p> <p>顏色對照</p> <p>#FFF2FE</p> 

醋酸	白	1.4		RGB (255,255,254) 顏色對照 #FFFFFFE <input type="text"/>
鹽酸	橘紅白	1.5		RGB (245,234,244) 顏色對照 #F5EAF4 <input type="text"/>
硝酸	紫橘	1.5		RGB (255,242,255) 顏色對照 #FFF2FF <input type="text"/>
硫酸	白	0.1		RGB (254,250,255) 顏色對照 #FEFAFF <input type="text"/>
硫酸 0.5M	白	0.8		RGB (252,246,255) 顏色對照 #FCF6FF <input type="text"/>

純水	白	0.6		RGB (250,250,250) 顏色對照 #FAFAFA 
----	---	-----	--	---



說明與分析:

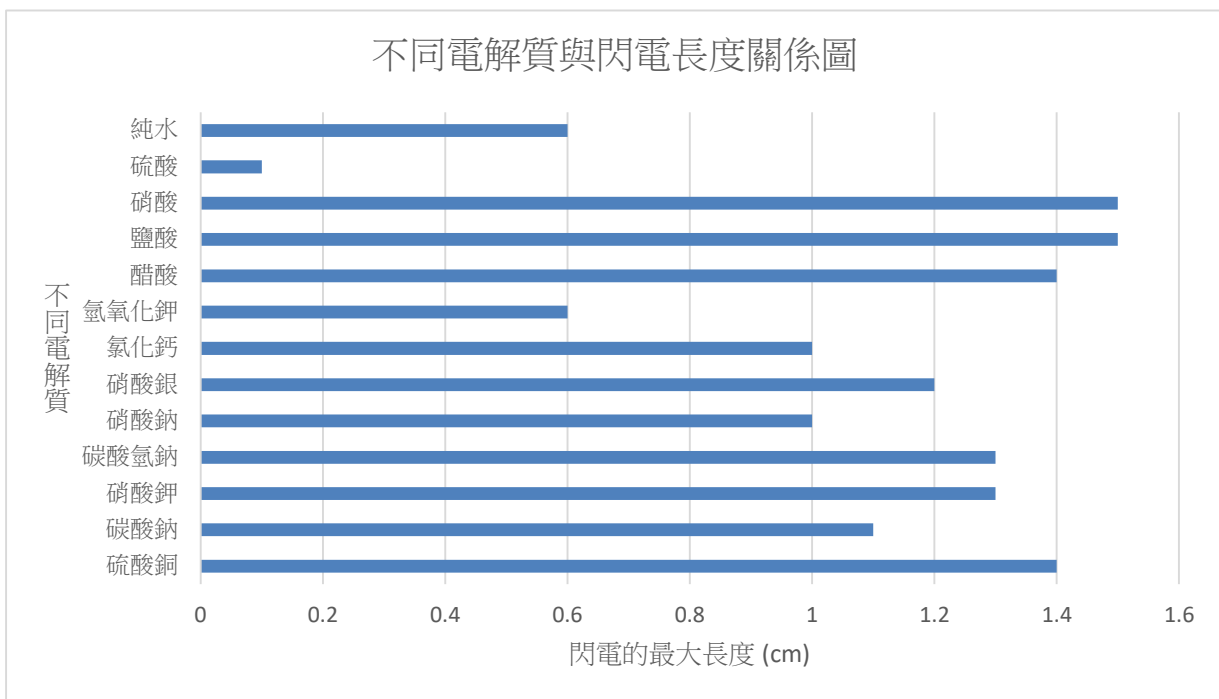
- (1). 由上表圖形來看，當 RGB 三值數值差不多時，代表紅綠藍三種顏色的組成比例一樣，那麼觀測出來的顏色變會是白色。

其中以碳酸氫鈉、氯化鈣、醋酸、硫酸、純水，這五種介質其產生的閃電色彩 RGB 值差異不大，因此觀測會是白色的閃電。

- (2). 由上表圖形來看當 G 的數值比 R 和 B 的數值少時，代表綠色所含的比例較少，那麼顏色會較會隨著差異大小傾向於洋紅色。

其中碳酸鈉、硝酸鉀、硝酸鈉(不明顯)、硝酸銀、氫氧化鉀、鹽酸、硝酸，這七種介質所產生的閃電，其顏色會有微弱的洋紅色。






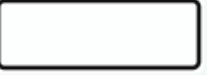

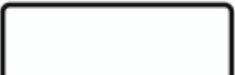
- (3). 由上表圖形來看當 R 的數值比 G 和 B 的數值少時，代表紅色所含的比例較少，那麼顏色會較會隨著差異大小傾向於青色。
其中硫酸銅所產生的閃電其顏色會有微弱的青色
- (4). 日常生活中大部分閃電的發生其介質都是空氣和雨水，因此大部分看到的都是亮白光居多，若是我們看到的閃電是橘紅色，我們可初步考量到此時放電中的雨水含有其他成分。甚至可進一步的推測是否可能有酸雨的現象，如硫酸(0.5M)，硝酸，其所產生的閃電顏色都偏向洋紅光。



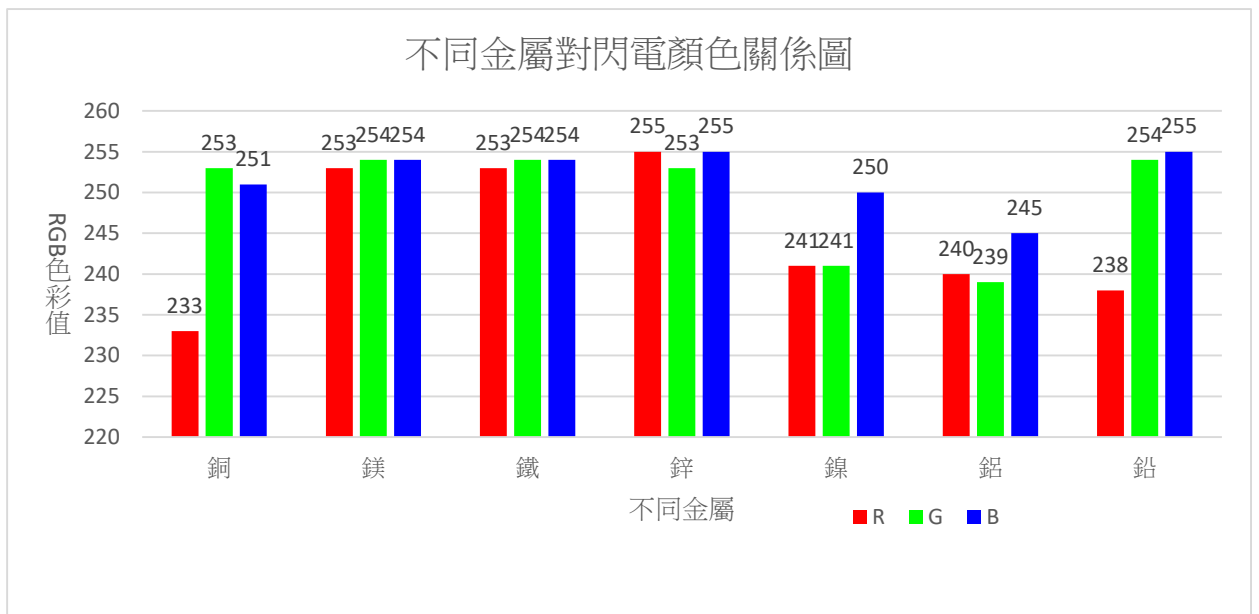
說明與分析:

- (1). 以純水作為對照，除了硫酸以及氫氧化鉀外，其餘電解質的閃電的最大長度比水還要長，推測當介質是電解質時，其更加有利於閃電的釋放。
- (2). 當介質為酸性物質時，硝酸、鹽酸、醋酸，其所產生的閃電長度較長，有利於閃電的產生與釋放。

二、 以不同金屬作為放電的兩極，觀察所產生的閃電顏色 (中間介質為空氣)

	肉眼觀看顏色	閃電最大距離	實驗圖片	RGB 色彩值
銅	綠	幾乎接觸		RGB (233,253,251) 顏色對照 #E9FDFB 
鎂	藍綠	幾乎接觸		RGB 色彩值 (253,254,254) 顏色對照 #FDFEFE 
鐵	綠	幾乎接觸		RGB (253,254,254) 顏色對照 #FDFEFE 
鋅	白	幾乎接觸		RGB (255,253,255) 顏色對照 #FFFDFD 

鎳	白綠	接觸		<p>RGB</p> <p>(241,241,250)</p> <p>顏色對照</p> <p>#F1F1FA</p> 
鋁	白	接觸		<p>RGB</p> <p>(240,239,245)</p> <p>顏色對照</p> <p>#FOEFFA</p> 
鉛	藍白	接觸		<p>RGB</p> <p>(238,254,255)</p> <p>顏色對照</p> <p>#EEFEFF</p> 



說明與分析:

- (1). 當介質為空氣時，可發現兩極的最短放電距離幾乎是要接觸才能產生亮

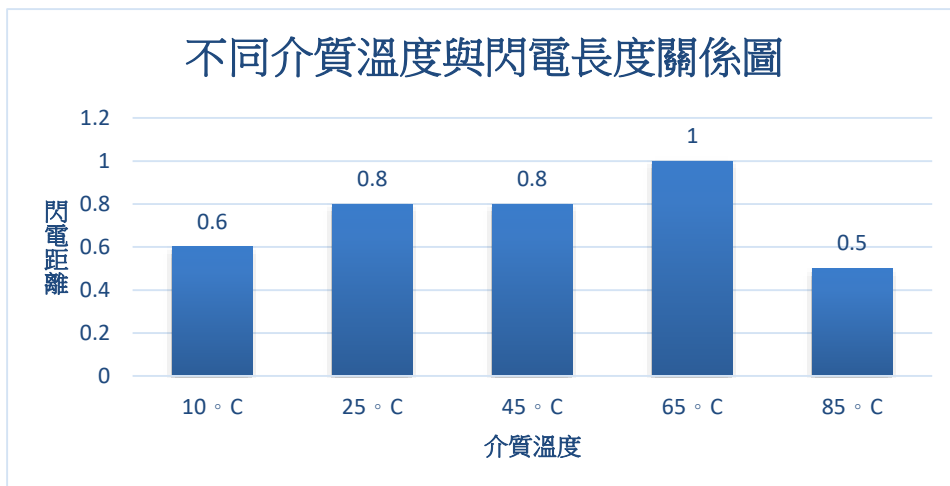
光，推測當放電中間的介質為空氣時，其相較於水溶液較不利於閃電的釋放與產生。

- (2). 由上表圖形來看，當 RGB 三值數值差不多時，代表紅綠藍三種顏色的組成比例一樣，那麼觀測出來的顏色變會是白色，其中鎂、鐵、鋅三種金屬作為兩極所產生的閃電會是白色
- (3). 由上表圖形來看當 R 的數值比 G 和 B 的數值少時，代表紅色所含的比例較少，那麼顏色會較會隨著差異大小傾向於青色，其中銅、鉛兩種金屬作為兩極所產生的閃電會傾向於青色
- (4). 由上表圖形來看當 RGB 的數值較大時，所產生的光是越明亮的白色，而鋁以及鎳放出來的亮光相較於其他金屬則顏色會較不強烈。

三、 比較不同介質的溫度是否影響閃電的發生

以水作為介質

水溫	閃電顏色	閃電最長距離(cm)
10 ° C	白	0.6
25 ° C	白	0.8
45 ° C	白	0.8
65 ° C	白	1
85 ° C	白	0.5



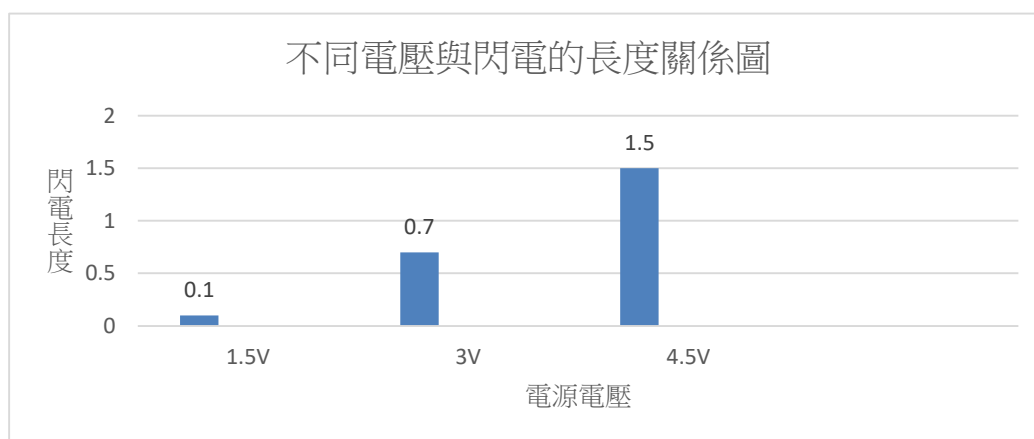
說明與分析:

- (1). 當介質溫度再 65 °C 時，所能產生出來的閃電長度越長，推測該水溫越有利於閃電的發生
- (2). 當介質溫度較低或較高時，所產生的出來的閃電長度較短，推測溫度過低或過高不利於閃電的形成。
- (3). 介質溫度的高低並不會影響閃電的顏色變化。

四、 比較不同直流電壓是否會影響閃電的發生

以水當作介質

電壓	閃電聲響	產生閃電的頻率	閃電最長距離(cm)
1.5V	弱(50 分貝)	慢	0.1 (兩極需接觸)
3V	一般(74 分貝)	中	0.7
4.5V	大聲(92 分貝)	快	1.5
6V	電路裝置冒煙燒損		



說明與分析:

- (1) 當直連電壓較高時，所產生的閃電現象其聲響較大，代表釋放的能量較大，同時可放電的最長距離也較長。
- (2) 當直流電壓較高時，此時裝置內累積的電量較多，較容易產生閃電現象，放電頻率較快，同時產生出來的閃電其距離較長。

陸、 討論

一、如何有效地製造出閃電:

起初我們以電蚊拍作為高壓電的產生裝置，但在探討兩極金屬放電顏色時(介質為空氣，發現兩極的金屬需十分靠近(幾乎接觸的情況)，才能夠產生出電光，但卻無法有完整的閃電形狀。我們猜想是兩端的電量不夠多，打算以萊頓瓶做為儲電裝置連接電蚊拍內部裝置，但發現有無接萊頓瓶都不會影響放電的結果。後續我們再思考如何產生出完整的閃電形狀，猜想介質的種類也會影響閃電的形成，便把放電的兩極放在稀少的水中，意外地就能夠產生出一道完整的閃電形狀。因此閃電的發生除了要有足夠的高壓電外，還須有一條利於閃電釋放的途徑(水相較於空氣更有利)。

二、如何有效地拍出閃電形狀

閃電的存在時間十分極短，以拍照的方式很難取得，因此我們利用錄影方式截圖來，但礙於攝影設備規格較差(手機)，起初我們在錄影時，發現閃電發生時，肉眼雖然很明顯能看到，但錄出來的影片卻是一團亮光，無法有效地錄出形狀。後續我們試了各種方法，再把感光度調到較暗的情況下，才能夠成功的錄出閃電形狀。(但成功率仍然很低，產生好幾次閃電才能錄出一次完整的形狀，其中又以白色的閃電最難攝影)

三、介質是不同的電解質時閃電的顏色變化

日常生活中閃電的產生，中間的介質大部分都是與水和空氣，而其中介質是水更有利於閃電的發生，因此潮濕的天氣水氣含量較多，更有利於閃電的發生；在這次的實驗中介質為水和空氣所產生的光都是白光，與日常生活中看到的閃電顏色是白光居多相同的。若與水中含有其他成分那麼可能呈現出不同的顏色，如實驗中含有硝酸根離子與鉀離子的水溶液其所產生的閃電顏色都呈現洋紅色，含有銅離子的則會呈現出青色。

四、以金屬作為放電的兩極所產生的閃電的顏色變化

日常生活中閃電的發生，帶電的兩端大多都是雲層，又或者一端是雲層另一端是因靜電感應產生的金屬物質(如避雷針)，而若是一端為金屬物質則會產生不同的亮光，推測是閃電的能量能使金屬內部的電子躍遷至激發態，激發態處於不穩定的狀態當其躍遷回穩定的狀態時則會釋放出能量與光線。如銅金屬則產生藍綠色，鉛也是藍綠色，其顏色變化與該金屬的原子光譜有關。

五、不同的介質溫度對閃電的影響 (以水為例)

介質溫度對於閃電的顏色變化，因為我們是以水來當介質閃電顏色是白色，所測出來的 RGB 值都接近 255，因此不論是何種溫度，其皆不會影響閃電的顏色變化。而在閃電的長度方面，其中溫度過高(85 度 C)，以及溫度過低(15 度 C)，所產生的閃電長度較短，該溫度下較不利於閃電的形成。

六、不同的電壓對閃電的影響

實驗中我們提供的電壓越大，所產生的閃電長度也越長，同時產生的聲音也越大聲，可得知閃電釋放的能量越大，越有利於閃電的形成

柒、 結論

一、探究不同電解質所產生的閃電變化

(一) 顏色變化

白光: 碳酸氫鈉、氯化鈣、醋酸、硫酸、純水

藍綠光(青色): 硫酸銅

紫紅光(洋紅色): 碳酸鈉、硝酸鉀、硝酸鈉、硝酸銀、氫氧化鉀、鹽酸、硝酸

(二) 閃電長度變化

1. 介質為水相較於空氣更有利於閃電的形成
2. 介質為電解質相較於純水所產生的閃電長度較長，又利於閃電的形成

二、不同的金屬作為放電兩極對閃電的顏色影響

(一) 白光: 鎂、鐵、鋅、鋁、鎳

(二) 藍綠光(青色): 銅、鉛

三、不同的介質溫度對閃電的影響:

(一) 介質的溫度高低不影響閃電的顏色變化

(二) 溫度過高和過低會所產生的閃電長度較短，不利於閃電的形成

四、電壓對閃電的影響:

電壓越大，產生的閃電長度也越長，同時閃電釋放的能量也越大

捌、 參考資料

一、百科知識閃電現象

<https://www.easyatm.com.tw/wiki/%E9%96%83%E9%9B%BB>

二、維基百科:三原色光模式:

三、色馬轉換器

<https://www.ifreesite.com/color/color-code-converter.htm>

四、萊頓瓶尖端放電

https://www.youtube.com/watch?v=Kt7MgE_lud4

五、賴彥霖、楊金恒、王子豪(2014)。電光石火-閃電之色彩研究。全國中小學科展