

# 臺灣二〇〇八年國際科學展覽會

科 別：物理與太空科學

作品名稱：水滴中的靜電現象

得獎獎項：佳作

學校 / 作者：新竹縣立仁愛國民中學  
                  新竹縣立仁愛國民中學

靳嚴博  
廖冠倫

## 作者簡介



我叫靳嚴博，1993年2月15日生，目前就讀於新竹縣竹北市仁愛國中的數理實驗班三年級，平時的休閒嗜好是打籃球和下圍棋，曾參加過 AMC8 數學研習營，啟發了我對數理方面的興趣，這次參加的國際科展，是我第二次參與科學方面的展覽活動，希望能利用這次難得的機會，增加一些新知，拓展自己的視野。



我叫廖冠倫，1993年8月17日生，目前就讀於新竹縣竹北市仁愛國中的數理實驗班三年級，平時喜歡閱讀，如偉人傳記、推理小說等，運動方面喜歡打籃球、游泳，從小對天文、宇宙充滿好奇，很佩服牛頓、伽利略等人在科學上的成就，但願有朝一日能在科學領域有所領悟。

# 水滴中的靜電現象

## Water-drop Electrostatic Precipitator

### 壹、研究動機

在日常生活中，靜電無所不在，但是在一般的情況下，我們所能觀察到的靜電現象，卻是少之又少。偶然經過冷氣機，冷氣機的水滴滴答答的滴出，吵雜的水聲，這些水滴是否能被利用？又將應用在哪一方面？引發我們的興趣，偶然間發現的凱氏滴水器，也許能解答我們的疑惑，進而促成此次的科展研究。

### 貳、研究目的

- 一、 證明水摩擦可以產生很大的靜電，並利用自製的裝置進行靜電的運用
- 二、 利用凱氏水滴器產生大量靜電，並使用火花放電證明靜電夠大，應可被應用在生活上
- 三、 製作儀器測量看不見的火花放電存在
- 四、 實際應用
  - a.富蘭克林馬達
  - b.空氣淨化瓶
- 六、其他生活上的水滴產生與應用

1.瀑布區 2.家中水塔 3.冷氣冷卻水塔 4.下雨天屋簷滴水

### 參、研究設備及材料

- 一、自製驗電瓶—寶特瓶、鐵釘、量角器、削薄的錫箔
- 二、凱氏滴水器—四個磨去外漆的鐵罐頭、鱷魚夾、紙板
- 三、萊頓瓶—保特瓶，鋁箔，鐵絲

四、改良版富蘭克林馬達—塑膠杯、圖釘、鋁箔紙、筷子、磁鐵

五、空氣淨化器—保特瓶、漆包線、烤肉網

六、底片盒、鋁箔球(5cm x 5cm,28~32 顆)電線鱷魚夾、LED 燈

## 肆、研究過程及方法

### 一、自製驗電瓶

製作方法：用鐵釘穿過保特瓶蓋，將薄的錫箔紙浮貼在其上。

(需使用很薄的鋁箔，約 0.02 公分)



完成品—1



完成品—2

### 實驗一

水龍頭滴水，驗電器上放容器（布丁杯），水滴入容器可使驗電器張角變大，證明水滴摩

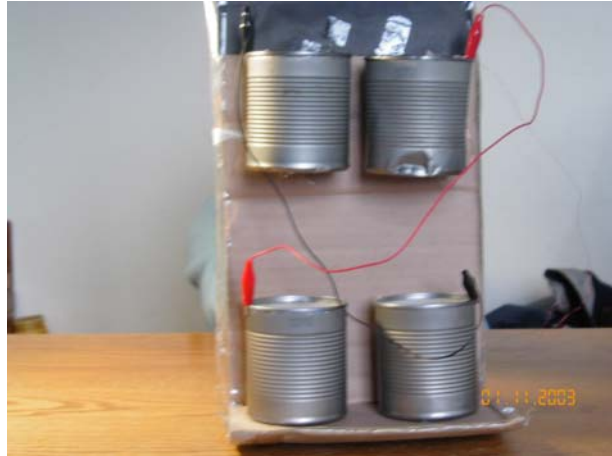
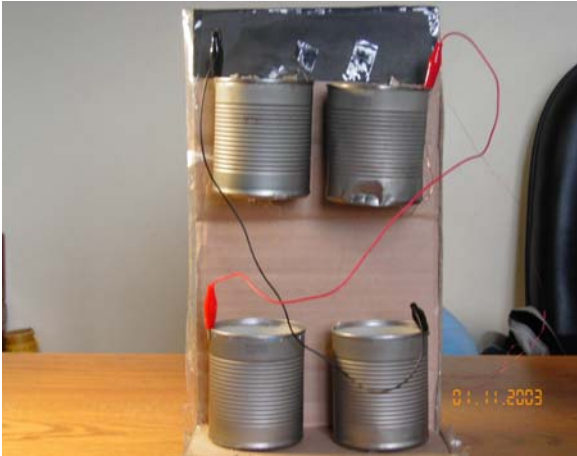
擦水龍頭可以帶靜電。隨著水滴的增加，驗電器的張角漸漸變大。



## 凱氏滴水器

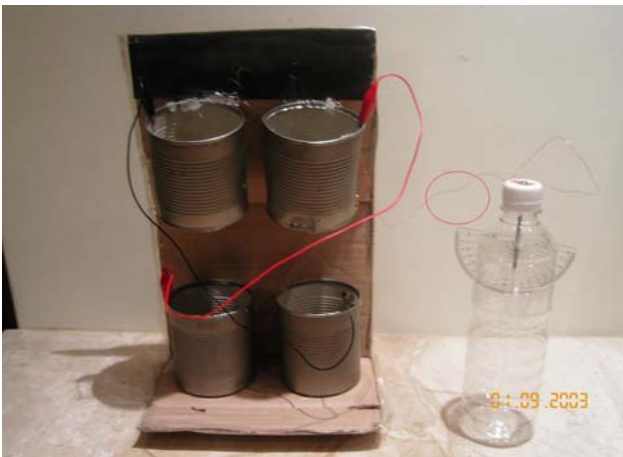
凱氏滴水器製作方法：

製作方法:先將四個罐頭平行的黏在紙板上，鱷魚夾交叉和罐頭相連



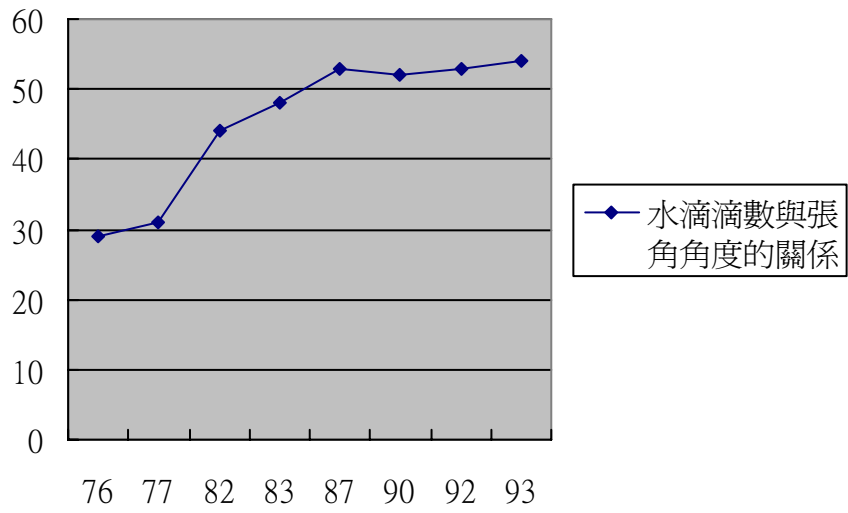
## 實驗二

使用凱氏滴水器，計算其滴數，用自製驗電瓶證明，水滴滴數和靜電蓄積量的關係。



水滴的滴數與張角角度(時間:每分鐘)

水滴滴數	76	77	82	83	87	90	92	93
張角角度	29	31	44	48	53	52	53	54



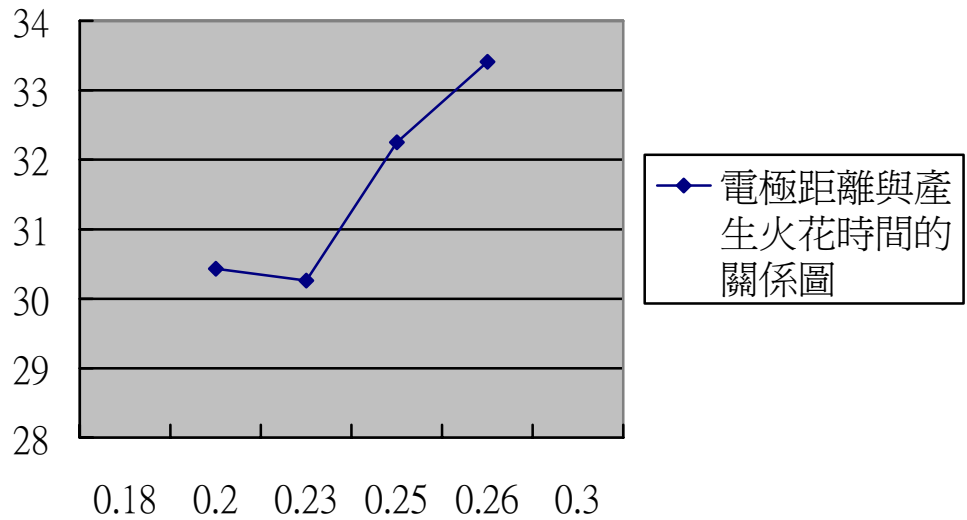
### 實驗三

在凱氏滴水器上綁上漆包線，使兩漆包線接近，進而產生火花。



兩電極距離（公分）	0.18	0.2	0.23	0.25	0.26	0.3
產生火花所需時間（秒）	×	30.43	30.26	32.25	33.41	×

◎註：『×』表示用驗波器測不到火花

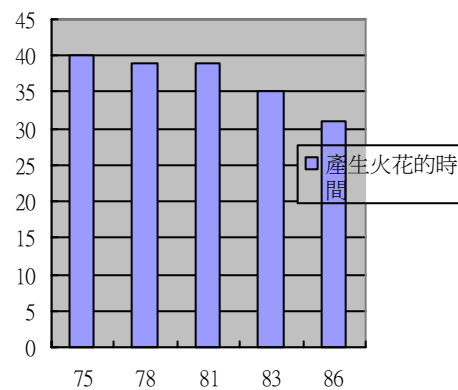
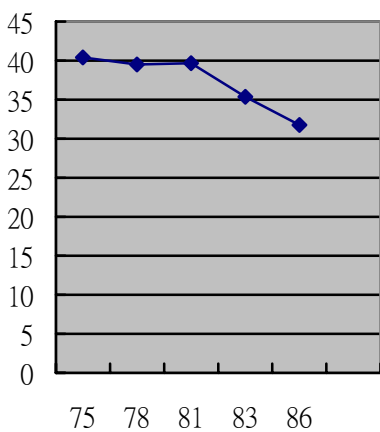


#### 實驗四

在確定兩漆包線接近會產生火花後，我們固定電極距離，以水滴滴數與產生火花時間之間的關係。

◎兩電極距離 0.23(單位：公分)

水滴滴數	75	78	81	83	86
產生火花所需的時間 (秒)	40.39	39.51	39.22	35.38	31.77



◎有時火花看不見，我們用鋁箔球驗電器檢驗火花產生的時間。

### 鋁箔球驗波器的製作方法:

做法:

1. 搓揉鋁箔成球狀,使各鋁箔球輕微接觸
2. 連接電線，注意正負極
3. 在 30 公分內，滴水器的火花產生的電波，使鋁箔球驗波器啓動驅動 LED 燈發亮。





### 靜電馬達的製作方法:

找一塊硬木板，將數根筷子固定於其上，用筷子以懸吊磁鐵，另找一塑膠杯，在其外圍刺上圖釘，每一個圖釘的距離都要相等，將一個圖釘刺過塑膠杯，吸附於磁鐵上，將鋁箔做成旗子狀，以增加導電面積，我們需要兩支集電旗，一支連接杯子，一支連接靜電源，架好後即完成。



完成品

◎開放式電容器的靜電容易散失（上圖右鋁箔杯），所以我們改用萊頓瓶，如下圖。



## 萊頓瓶製作方法

找一 600 毫升的寶特瓶，在其瓶蓋上鑽一個小孔，把一 25 公分長的銅線，做成螺旋狀，穿入小孔，瓶外裹上兩層鋁箔，將電線連接在露出來的銅線上，即完成。

◎經幾次實驗後，發現上圖裝置中用鉛筆來當塑膠杯的支點，摩擦力太大，導致塑膠杯的轉動並不是很順暢，於是我們使用圖釘刺過塑膠杯，以磁鐵吸附之，此便能大幅減少摩擦力。

加入萊頓瓶後和改良磁鐵支點的富蘭克林馬達完整圖如下



完成組圖-1



(實驗時將萊頓瓶置於桌面下)

### ◎ 萊頓瓶補充靜電的過程

利用凱氏滴水器所產生的靜電，透過導線傳遞，將萊頓瓶充滿。(如附圖)





### 萊頓瓶和旋轉處擺放位置的問題

◎若這兩者的距離靠太近的話，萊頓瓶外的鋁箔會感應起電，屆時瓶內靜電將無法順利流出，所以兩者至少要有 50 公分的距離，先前我們是將萊頓瓶置於桌面下，但並不方便，於是我們加長了木板。



至於桌面左邊



至於桌面右邊



旋轉處特寫-1

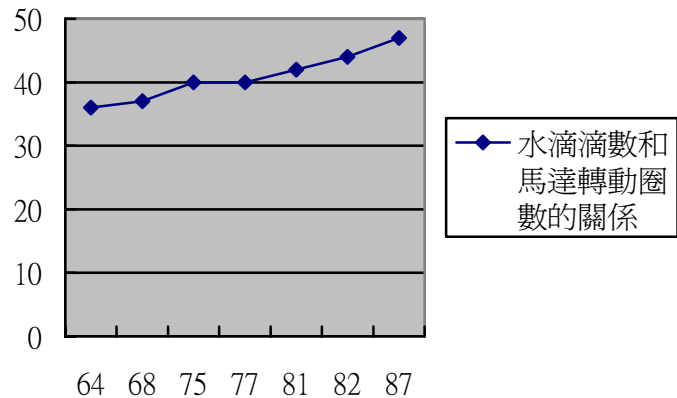
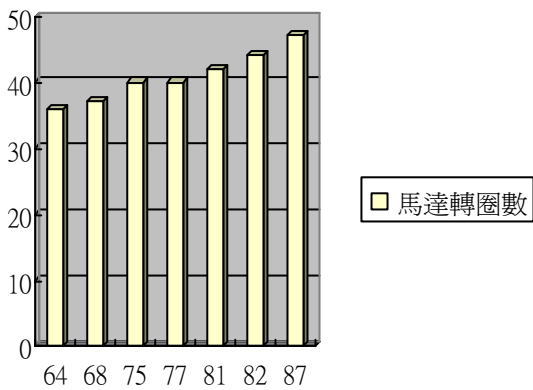


旋轉處特寫-2

### 實驗五

用凱氏滴水器的靜電使馬達轉動，觀察水滴滴數和馬達轉動圈數的關係。

水滴滴數	64	68	75	77	81	82	87
馬達轉圈速	36	37	40	40	42	44	47



### 空氣淨化瓶製作方法

先將寶特瓶底部割除，拿烤肉網剪出和保特瓶適當大小的形狀，將漆包線纏上，接下來把兩個保特瓶中間放置烤肉網並用熱熔膠密封起來(不能讓空氣跑出來)。

作用：用凱氏滴水器產生靜電，並將靜電接到除塵器上的漆包線，將線香放入一個保特瓶裡

面，線香所產生的煙經過漆包線上靜電的過濾後，極為乾淨。



漆包線所纏繞的鐵絲-1



漆包線所纏繞的鐵絲-2



淨化前後兩端的差異（上圖左）



實驗過程（上圖右）



實驗組圖



裝置上的導線

## 實驗六

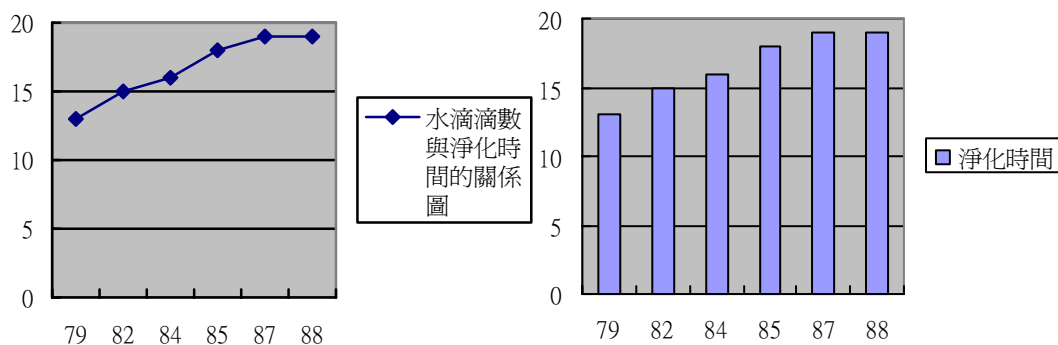
探討凱氏滴水器的水滴數，和淨化瓶淨化時間的關係。

◎凱氏滴水器滴水數 81 滴/分

使寶特瓶淨化時間 16 秒

(淨化時間定義：肉眼看不到煙為準)

滴水器滴數	79	82	84	85	87	88
淨化瓶淨化時(秒)	13	15	16	18	19	19



## 伍、研究結果

實驗一、布丁杯內的水滴愈多，張角角度愈大，但有上限

實驗二、凱氏滴水器內的水滴愈多，張角角度愈大，但有上限

實驗三、產生火花的範圍約在 0.18 到 0.3 公分之間，兩電極距離愈短，產生火花時間愈短

實驗四、大致上水滴數愈多，產生火花所須之時間愈少

實驗五、大致上水滴數愈多，馬達轉動圈數愈快

實驗六、我們發現水滴愈多，累積的靜電愈多，淨化時間會越長

## 陸、討論

### 問題一 溼度因素

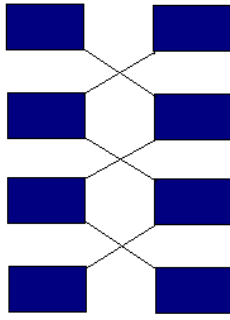
由於是靜電的實驗，所以受溼度的影響相當之大，台灣處於溼度大的海島氣候，許多細微的實驗，在溼度過大的情況下，無法做出，而像富蘭克林馬達等驅動性實驗，若溼度過大，則靜電累積量不足，不能去驅動它，故溼度問題乃首當其衝。利用除濕機降低溼度，並盡量選擇乾冷的秋東季節實驗。

### 問題二 凱氏滴水器的探討

對於凱氏滴水器左右罐的電性究竟是正電還是負電，我們一直很好奇，文獻上也沒有明確的答案，於是我們便深入觀察，並實驗。我們認為在一般情況下，左右完全對稱的滴水器應該要有穩定的電性，但在幾次實驗中，我們以自製驗電瓶觀測，發現它的電性並不固定，有時左邊帶正電，有時右邊帶正電，似乎沒有明確的標準。我們利用絲絹摩擦玻璃，玻璃帶正電，將其上的正電，導到滴水器的左罐上，以驗電瓶靠近之，張角確實張開，證明左罐帶正電，隔天，將絲絹上的負電導向滴水器的左罐上，以驗電瓶靠近，張角減小，證明其帶負電，又我們不做任何處理，在有時仍帶微量正電，所以只能假設在實驗當下，有微量的宇宙射線，或是空氣中微小粒子的帶電干涉，才使其有正電或負電之區別。

### 問題三 滴水器的串聯

我們嘗試將滴水罐交錯串聯（如圖示），發現靜電並沒有增加很多，我們推測正如電容器般，特定表面積可容納的靜電有限，無法無限量增加。



#### 問題四 滴水器放電火花有時弱到看不到

我們推測火花放電應有電磁波出現，於是便利用類似義大利馬可尼實驗製成鋁箔球驗電器來檢驗，在使用時若鋁箔球驗波器太遠沒感應，太近鋁箔球驗電器會干擾滴水器產生靜電，所以要注意擺放位置。

#### 問題五 靜電馬達中萊頓瓶和其他導體（如人體、轉動器）位置的靜電感應問題

（一）.萊頓瓶的豎直和放平，關係到靜電流出量，豎直時流出的靜電會比平放時少，另外其他實驗設施的位置，若離萊頓瓶太近來頓瓶表面的鋁箔會靜電感應，會使靜電收集的工作十分困難。

（二）導體的靠近，會分散靜電的集中，就連人體也不例外，所以再進行實驗時，要隔開其他導電物體，甚至不能離除濕機太近，過度流動的氣體會使萊頓瓶表面上的靜電散失。

（三）滴水器鐵罐不可以靠太近，否則會自行火花放電，導致靜電流失。

#### 問題六 空氣淨化瓶的問題

（一）、用肉眼分辨空氣是否完整淨化雖不客觀，但可以很明顯看出煙粒吸附在網上。

（二）、使用抽氣機可加速空氣淨化速度。

（三）、使用一段時間煙粒吸附在網上，會阻隔靜電使淨化效率變差。



## 問題七 靜電收集設施使用次數和蓄積速度

在實驗中使用數次後，我們發現靜電的收集速度明顯變慢，排除氣候因素，我們就不同器材來討論

1.凱氏滴水器 滴水口經長期滴水後，口緣會生銹，以刷子刮掉後，並沒有改善。

2.萊頓瓶（實驗紀錄）

第一次實驗，花 2 0 分收集	設施轉動正常
第二次實驗，花 2 2 分收集	設施轉動正常
第三次實驗，花 3 0 分收集	設施轉動正常
第四次實驗，花 4 3 分收集	設施轉動正常
第五次實驗，花 5 0 分收集	設施轉動不順
第六次實驗，花 5 2 分收集	設施轉動不順
第七次實驗，花 5 8 分收集	設施不動

**理論：**在萊頓瓶中充入靜電（負電），週圍環境吸引正電，在放電使用後，週圍環境之正電仍存在，下一次實驗充入負電，又吸引了其他正電，導至正電場變強，在到達一定量後，這些正電就會把較低層之負電吸住，使其無流出，所以花相同的時間收集，因為一次次的實驗累積，靜電流出量就愈來愈少，從我們的角度來看，便以為是萊頓瓶的蓄積速度降低了。

## 柒、結論

經過上述的實驗，我們發現靜電的力量是可觀的，平時它不容易被注意，但若經由一些器具，我們便能進行有效率的應用，利用凱氏滴水器來製造靜電，萊頓瓶來蓄積靜電，互相搭配來進行實驗，有許多關於靜電的學問，就在簡單的裝置中，展現其多變性和趣味性。特別是淨化瓶，在現今大量使用冷氣的年代，若能利用其滴下來的水滴所產生的靜電，淨化空氣，那真是一件一舉數得的事！

## 捌、參考資料

- 一、物理馬戲團 3 沃克著 葉偉文譯 天下文化出版
- 二、隨手可做有趣的科學實驗 1 瀧川洋二編著 世茂出版
- 三、愛上物理實驗課（上） 左捲健男編著 世茂出版

## 評語

優：實驗設計簡單，結果明瞭。

缺：1) 爲一已知的結果。

2) 比較像研發展示品。