

# 2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

## 高中 ( 職 ) 組 成果報告表單

題目名稱：「電」動大「濕」——利用富蘭克林馬達探討靜電與濕度的關係

### 一、摘要：

本研究選擇靜電作為研究題材，藉由日常生活中發現的靜電現象進行更深入的探討。實驗為將濕度分別控制在 50%RH-60%RH、60%RH-70%RH、70%RH-80%RH、80%RH-90%RH、90%RH-100%RH，在杯子靜電後開始旋轉 10 秒後，計算總共轉多久，一個濕度分別做五次實驗，再取其平均。透過數據可知，在溼度為 50~60 的區間時，杯子可以轉得越久，代表產生較多靜電；而在溼度為 90~100 時，杯子幾乎很難開始轉動，代表杯子在受到這個濕度的環境下的靜電比較少。

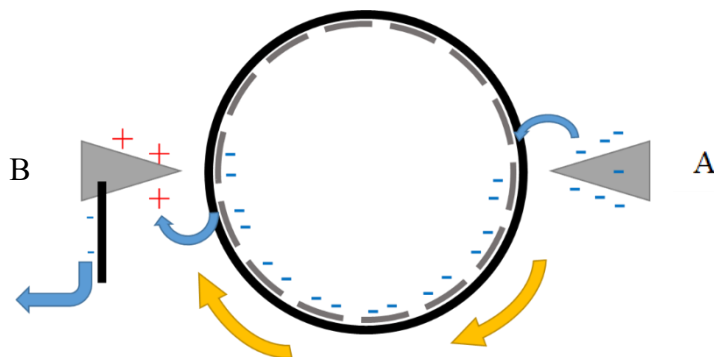
### 二、探究題目與動機

在冬天沒有下雨的時候，大家都一定很怕這個時刻：在脫外套的時候一直被電到，或者是關車門的時候不敢用手直接碰車門，用衣服隔著或用腳踢；在下雨天時，就比較不會發生靜電現象。於是我們想要了解靜電現象是否與濕度有關，所以做了這個實驗。

### 三、探究目的與假設

富蘭克林馬達的運作原理

利用靜電棒產生的負電子去接近鋁箔紙 A，使鋁箔紙的鋸齒狀邊緣產生尖端放電，使靜電棒的負電子跳至水晶杯的鋁箔紙，因為同性排斥的原因，推動水晶杯的旋轉，當帶負電的鋁箔紙靠近到鋁箔紙 B 時，因為感應起電的關係，正電聚集到鋁箔紙 B 的鋸齒狀邊緣，與水晶杯的負電電性相異而互相吸引造成轉速加速；同時，負電荷因尖端放電的因素，跳至鋁箔紙 B，而鋁箔紙 B 多餘的負電經由接地而流失。

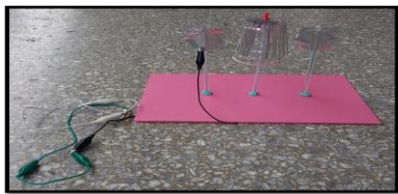


圖一：富蘭克林馬達運作原理

本實驗我們想要利用富蘭克林馬達上的靜電原理來討論當環境中的溼度產生變化時，是否會影響馬達的轉動速度。

### 四、探究方法與驗證步驟

#### 一、實驗材料：

器材	數量	用途
錫箔紙(30cmx6M)	1 捲	製作富蘭克林馬達 
吸管	3 條	
水晶杯	1 個	
鱷魚夾	3 個	
圖釘	1 個	

黏土	1 條	圖二：富蘭克林馬達裝置
塑膠板	1 片	
Pp 板	1 片	製作可調整濕度的空間
透明塑膠板	3 片	
除濕劑	2 盒	控制實驗裝置內的濕度
噴水瓶	1 瓶	
溼度計	1 台	觀測空間內的濕度
靜電棒	1 條	提供穩定的電流

## 二、實驗準備

### (1) 製作可控制濕度的空間

- 切出 3 塊 40×20 的 PP 板和 2 塊 20×20 的 PP 板進行
- 在 40×20 的 1 塊板上挖出 10×5 的長方形，以便放入靜電棒給予穩定電流
- 接著將 5 塊 PP 板利用熱融膠進行固定，並且為了確保沒有空隙，將水放入目前的裝置，檢測是否有水溢出，若無溢出表示此裝置並沒有空隙

### (2) 製作富蘭克林馬達

- 將鋁箔紙剪成 6×0.5 的鋁箔紙共 24 條平均黏貼至水晶杯的杯緣，並於杯子上方中間插入圖釘
- 接著準備兩隻吸管，分別上方黏貼剪成鋸齒狀且平行杯緣的鋁片，再準備一隻吸管上方黏膠帶
- 將三隻吸管(黏膠帶的固定中間)等距離用黏土固定在塑膠板上，將水晶杯放置中間的吸管上，不要接觸到兩端鋁片，將其中一片鋁片用鱷魚夾接地

## 三、實驗步驟

### (1) 測試杯子旋轉的秒數

- 利用濕度計測量濕度(50%RH-60%RH)
- 將富蘭克林馬達裝置放入密閉的實驗空間中
- 靜電棒從上方長方形開口中放入，給予 10 秒鐘穩定的電流
- 將靜電棒取出並把開口蓋住，開始計時

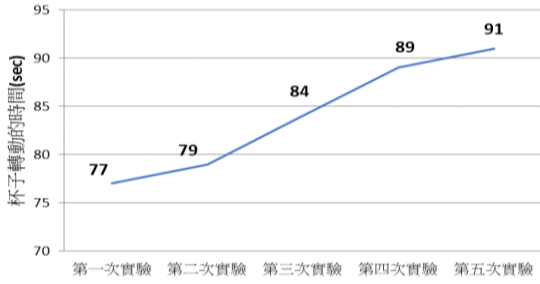
### (2) 增加濕度

- 利用噴水瓶將水氣噴入實驗空間中
- 將濕度控制在 60%RH-70%RH 之間
- 重複步驟(1)和(2)直至實驗組達 90%RH-100%RH

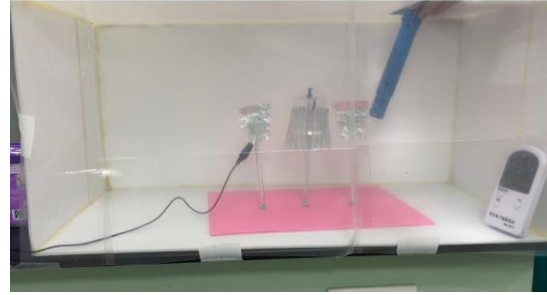
## 四、實驗結果

### (1) 濕度 50-60%RH 的轉動持續時間

濕度 50-60%RH	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次
持續時間(sec)	77	79	84	89	91
平均(sec)	84				
與平均相差	-7	-5	0	+5	+7



圖三：濕度為 50-60%RH 時杯子轉動時間折線圖

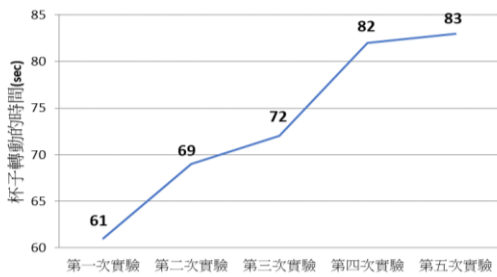


圖四：實驗照片 ( 50-60%RH )

(2)濕度 60-70%RH 的轉動持續時間

表二：在濕度 60-70%RH 下的實驗數據

濕度 60-70%RH	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次
持續時間(sec)	61	69	72	82	83
平均(sec)	73				
與平均相差	-12	-4	+1	+9	+10



圖五：濕度為 60-70%RH 時杯子轉動時間折線圖

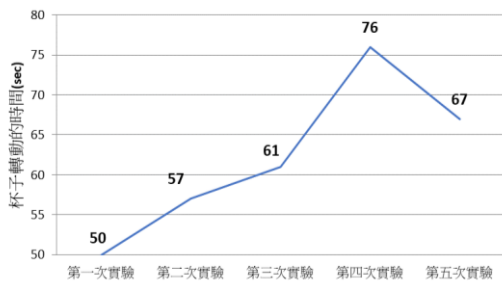


圖六：實驗照片 ( 60-70%RH )

(3)濕度 70-80%RH 的轉動持續時間

表三：在濕度 70-80%RH 下的實驗數據

濕度 70-80%RH	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次
持續時間(sec)	50	57	61	76	67
平均(sec)	62				
與平均相差	-12	-5	-1	+14	+5



圖七：濕度為 70-80%RH 時杯子轉動時間折線圖

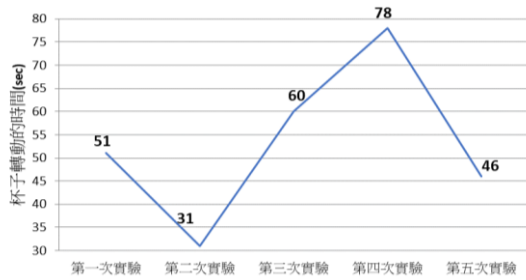


圖八：實驗照片 ( 70-80%RH )

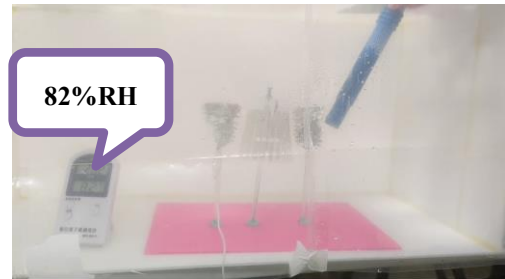
(4)濕度 80-90%RH 的轉動持續時間

表四：在濕度 80-90%RH 下的實驗數據

濕度 80-90%RH	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次
持續時間(sec)	51	31	60	78	46
平均(sec)	53				
與平均相差	-2	-22	+7	+25	-7



圖九：濕度為 80-90%RH 時杯子轉動時間折線圖

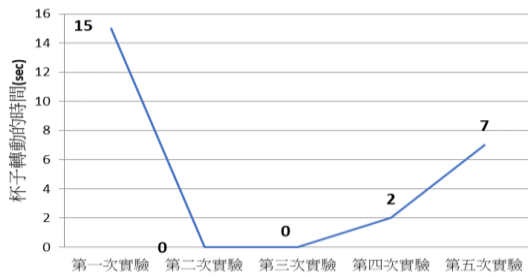


圖十：實驗照片 ( 80-90%RH )

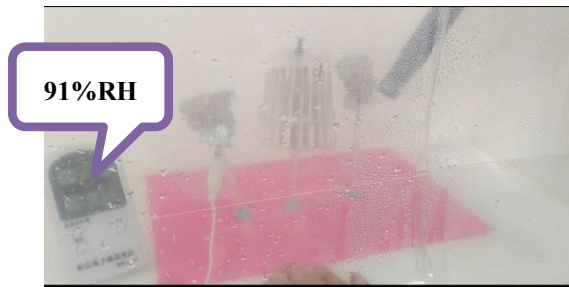
(5)濕度 90-100%RH 的轉動持續時間

表五：在濕度 90-100%RH 下的實驗數據

濕度 90-100%RH	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次
持續時間(sec)	15	0	0	2	7
平均(sec)	5				
與平均相差	+10	-5	-5	-3	+2

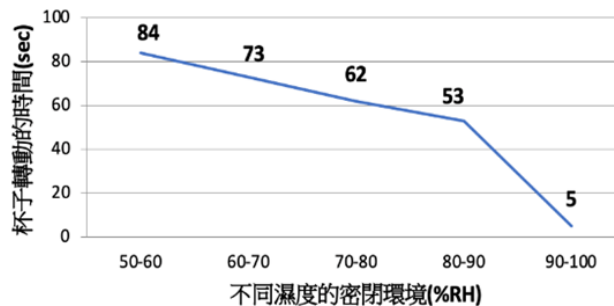


圖十一：濕度為 90-100%RH 時杯子轉動時間折線圖



圖十二：實驗照片 ( 90-100%RH )

(6)不同濕度下靜電棒離開後杯子的轉動時間



圖十三：不同濕度下杯子轉動時間折線圖

## 五、結論與生活應用

### 一、結論

從實驗結果中，發現在溼度為 50-60 的區間中，杯子平均轉動的時間最久，可以推論出，在濕度較低的情況下，越可以發生靜電而導致杯子可以轉得越久；而在溼度為 90-100 的區間中，杯子平均轉動的時間只有 5 秒，從得出的數據可以推知，在溼度越高的情形下，就算使用靜電棒靠近鋁箔，還是很難將杯子轉動。

### 二、生活應用

透過此實驗，我們可以發現在潮濕環境比較不容易發生靜電，因此我們在環境乾燥時，可以在車門或遊樂設施把手上噴霧狀的水。

## 參考資料

一、周祥順(2019)。富蘭克林馬達。取自：科技大觀園。

<https://scitechvista.nat.gov.tw/Article/c000008/detail?!D=b220ccef-1f61-4047-8e7c-c4be5330b7b3>

二、富蘭克林馬達。取自：國立台中教育大學 NTCU 科學教育與應用學系。

<http://scigame.ntcu.edu.tw/electric/electric-033.html>

三、游珮均、吳原旭 ( 2022 ) 。富蘭克林馬達。取自：

<https://www.ytlee.org.tw/Handler/ScienceFileDownloader.ashx?ID=084d9036-576a-41b4-b8b5-e5670022724a>