

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：愛的魔力轉圈圈

一、摘要：

金紙店裡總能見到旋轉的「轉經輪」，但旋轉時卻沒有使用任何電力，而是靠短短的一支蠟燭便可一直旋轉，於是我們用簡單的材料來模仿這個裝置。此裝置利用熱對流原理製作而成，由於熱空氣上升產生氣流，進而推動葉片使紙杯轉動。

而我們在實驗中發現，9 個葉片的紙杯 30 秒內旋轉的圈數達到了 19 圈，而 6 個葉片的是 15 圈，3 個葉片只有 6 圈，因此我們由此數據得知，葉片數量越多的紙杯，選轉的圈數越多，並且，隨著時間推移，旋轉的速度還會隨著時間越久變得越快，後 30 秒比前 30 秒的圈數平均增加 2 到 3.5 圈。

若是在生活中要觀賞用，5 或 6 個葉片的轉速最合適，而 3 個葉片由於轉速太慢，更容易使紙杯過熱導致發生意外。如果將紙杯換成耐熱材質，並加以裝飾，便可當成觀賞用的小夜燈或裝飾品。

二、探究題目與動機

有一天，我與阿嬤去金紙店買金紙，一進門便看到一個正在旋轉的裝置，詢問之下才知道，原來那是轉經輪，而且特別的是，它居然沒有使用任何電力，卻能夠轉動，不過，不同樣式的轉經輪，轉速都不太一樣，因為我們很好奇其中的原理，於是，我去問了我們的自然老師，才知道原來它是利用熱對流原理製作而成的，所以我們想利用簡單的材料，模仿這個裝置，並且用此實驗測試葉片數量不同，是否會影響轉速？



轉經輪（圖片來源：達陽佛教文物精品館）

三、探究目的與假設

金紙店的轉經輪樣式繁多，大小及轉速也不一，因此我們提出一些假設

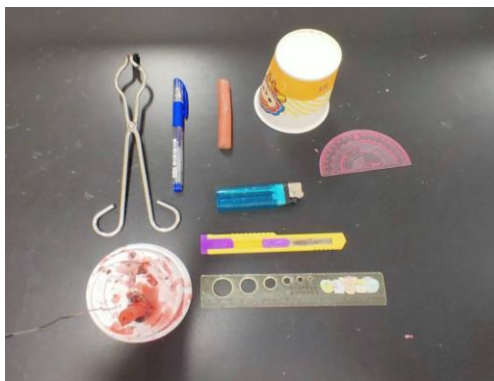
- 一、葉片數量是否會影響紙杯旋轉圈數。
- 二、葉片開口方向是否會影響紙杯旋轉方向。

三、紙杯旋轉時間長短，是否會影響紙杯旋轉速度。

四、探究方法與驗證步驟

實驗材料：

紙杯數個、鐵絲、蠟燭、咖啡杯蓋、量角器、夾子、尺、美工刀、打火機、紙筆。

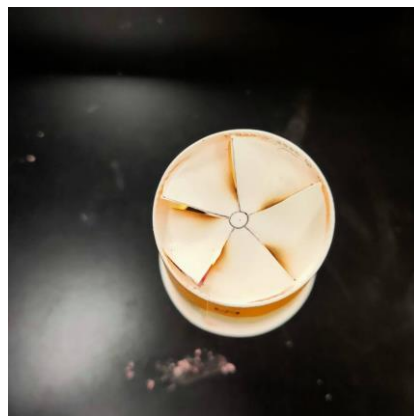


紙杯處理：

- 1.使用量角器分別畫出 3 個、6 個、9 個葉片的紙杯，紙杯中心須留直徑一公分的圓，再使用美工刀割開。
- 2.一組葉片開口方向為順時針、一組為逆時針。



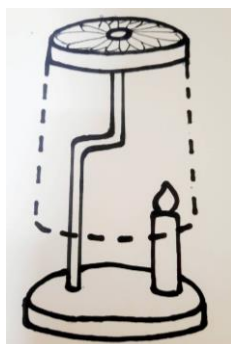
逆時針 9 片示意圖



逆時針 5 片示意圖

製作底座：

- 1.將鐵絲折成閃電形，使紙杯受熱更均勻，再將鐵絲組合到咖啡杯蓋上，最後裝上蠟燭，即完成底座。



底座示意圖

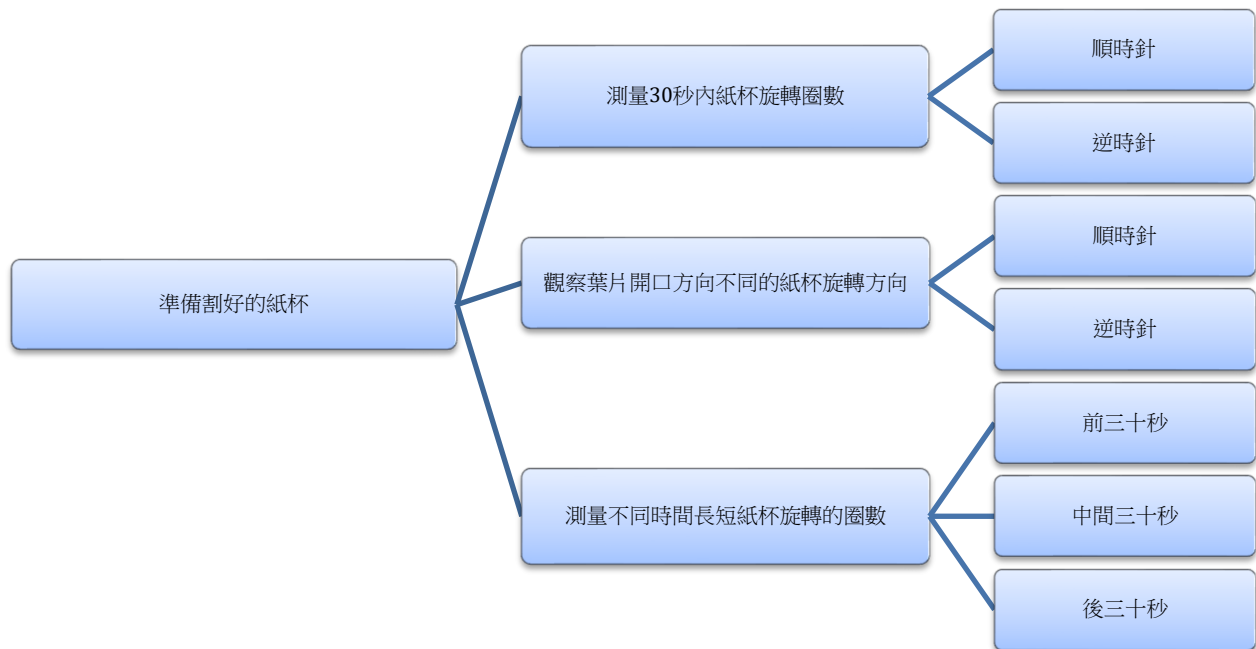
測量不同葉片紙杯旋轉速度：

- 1.測量前須確定蠟燭長度保持在 8 公分。
- 2.將紙杯放上底座後，先等待 10 秒鐘，使紙杯測量結果更精準。
- 3.計時 30 秒鐘，計算旋轉的圈數。
- 4.測量完畢後，用夾子取下紙杯，避免燙傷。
- 5.每次測量皆紀錄 3 組數據並求平均。

測量不同時間長短的旋轉速度：

- 1.分別測量同一個紙杯前 30 秒、後 30 秒以及 60 秒內的旋轉圈數。
- 2.紀錄 3 組數據並求平均。

實驗架構圖：

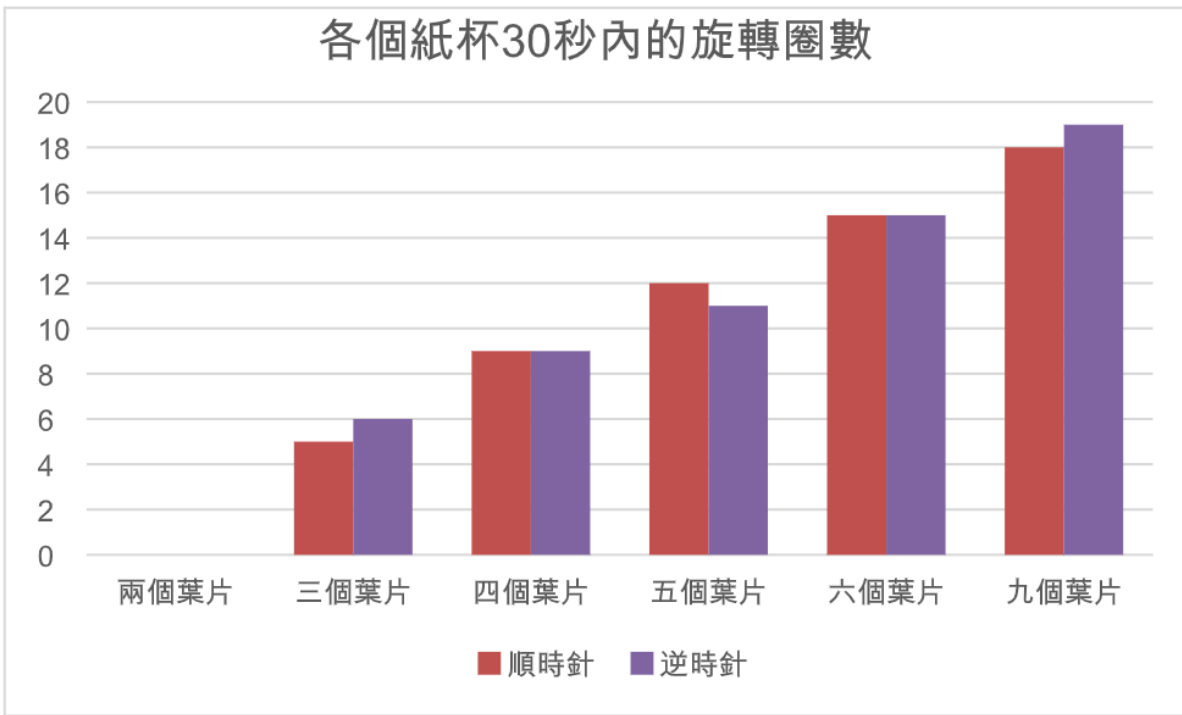


五、結論與生活應用

空氣熱對流推動葉片使紙杯轉動，我們用簡單的材料模仿這個裝置，當我們將蠟燭點燃時，紙杯就會自動旋轉起來，將蠟燭熄滅後，紙杯轉速就會變慢而停下來，紙杯上方的熱氣也就消失了，因此也證明紙杯因為熱對流原理才會轉動。

並且我們設計了幾個實驗來模擬不同情況下紙杯的轉動情形，以下為這一系列探究所得出來的結論：

各個紙杯30秒內的旋轉圈數



逆時針組

30 秒內圈數 葉片數量	第一次測量	第二次測量	第三次測量	平均
兩個葉片	0	0	0	0
三個葉片	6	5	6	6
四個葉片	9	10	9	9
五個葉片	12	11	11	11
六個葉片	15	14	16	15
九個葉片	19	19	18	19

順時針組

30 秒內圈數 葉片數量	第一次測量	第二次測量	第三次測量	平均
兩個葉片	0	0	0	0
三個葉片	5	4	5	5
四個葉片	9	10	9	9

五個葉片	12	13	11	12
六個葉片	15	14	15	15
九個葉片	19	17	18	18

註：每個紙杯皆測量三次，並且平均值採四捨五入法到整數位。

1.在正常情況下，葉片愈多的紙杯，特定時間內的轉動圈數愈多，而用葉片開口不同方向的紙杯，測量結果並沒有太大的誤差，因此可以得知，影響紙杯轉動圈數多寡的原因是葉片數量，並非葉片開口方向。

紙杯旋轉方向 \ 葉片開口方向	順時針	逆時針
順時針		✓
逆時針	✓	

2.使用葉片開口不同方向的兩個紙杯做比較，可以發現紙杯的旋轉方向也改變了，葉片開口方向為順時針的葉片，紙杯旋轉方向為逆時針，相反的，葉片開口方向為逆時針的紙杯，紙杯旋轉方向為順時針。

不同時間圈數 \ 葉片數量	前 30 秒	中間 30 秒	後 30 秒	60 秒內總圈數	每 30 秒平均增加圈數
三個葉片	6	8	10	24	2
四個葉片	9	11	14	34	2.5
五個葉片	12	15	18	45	3
六個葉片	15	18	21	54	3
九個葉片	18	21	25	64	3.5

3.從上述資料可以發現，隨著時間變長、熱能增加，紙杯轉動圈數也會愈來愈快，我們測試的五組紙杯裡，每三十秒增加的圈數大約是 2~3.5 圈不等。雖然紙杯隨著時間會愈轉愈快，但長時間接觸熱能、且紙杯材質屬於易燃物，會有燃燒的風險。

最後，我們統整了三組實驗的結果：

- 1.正常情況下，葉片愈多的紙杯，特定時間內的轉動圈數愈多，不受葉片開口方向的影響。
- 2.葉片開口方向為順時針的葉片，紙杯旋轉方向為逆時針，相反的，葉片開口方向為逆時針的紙杯，紙杯旋轉方向為順時針。
- 3.隨著時間變長、熱能增加，紙杯轉動圈數也會愈來愈快，且平均後 30 秒比前 30 秒圈數增加 2 到 3.5 圈。
- 4.生活應用上，若是要觀賞用，5 或 6 個葉片的轉速最合適，而 3 個葉片由於轉速太慢，更容易使紙杯過熱導致發生意外。如果將紙杯換成耐熱材質，並加以裝飾，便可當成觀賞用的小夜燈或裝飾品。

參考資料

1.zfang の科學小玩意：熱對流轉呀轉~風火輪走馬燈 <http://n.sfs.tw/content/index/10559>