

中華民國第四十八屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 自然科

佳作

081512

太陽啊!請賜給我神奇的力量!—玻璃杯裡風車轉動的秘密

學校名稱：臺北市大同區永樂國民小學

作者：  小六 楊雅涵  小六 鄧雅元  小六 陳宣  小六 蘇彥瑜	指導老師：  楊馥綺  陳姿偉
--	-----------------------------

關鍵詞： 空氣熱對流、轉速

# 太陽啊！請賜給我神奇的力量！

## —玻璃杯裡風車轉動的秘密

### 壹.摘要：

本研究主要在探討在什麼條件下，才能讓玻璃杯裡面的風車轉得快呢？

我們先製造一種基本款的風車，接下來探討光源與轉速的關係，扇葉與轉速的關係，底座與轉速的關係、遮罩與轉速的關係，室內溫度與轉速的關係、扇葉與底座間距離與轉速的關係，並試圖找出除了光之外，是否還有其它方式也能讓風車轉動？

我們希望能將此裝置應用在教學上，解釋「光能產生熱能」、「光能產生動能」、燈光下會有「風」及空氣熱對流等物理現象，並發展出有趣的科學玩具。

### 貳.研究動機：

自然課上到「熱的傳播與保溫」單元(康軒版第十冊)，老師要我們設計相關的科學玩具，於是我們便以課本上的走馬燈為基礎，設計出一種放在玻璃杯裡面的風車，接著我們就準備材料，動手實驗，但在陽光下守候多時，風車竟然無法轉動。

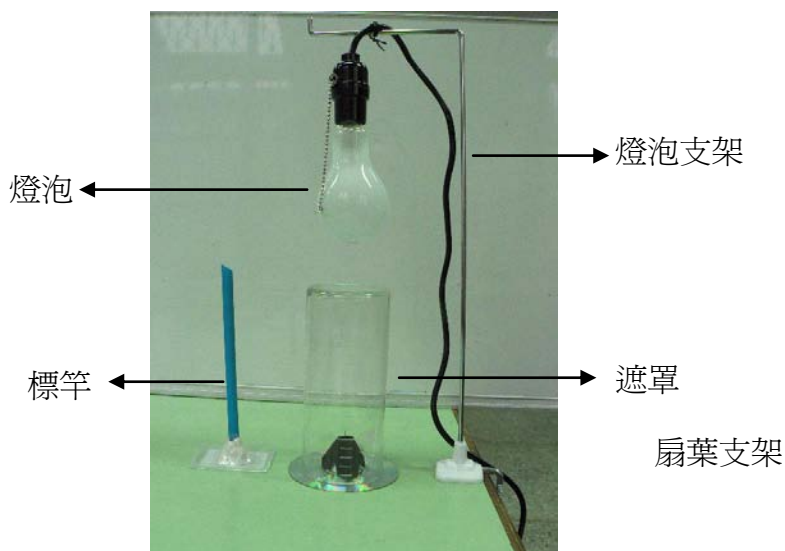
於是請教老師，老師告訴我們這種風車會轉動的原因是利用空氣的對流，建議我們應該加強冷熱空氣間的對流，並注意扇葉和支架間的摩擦力，於是我們決定藉由科展的機會，深入研究風車轉動的秘密。

### 參.研究目的：

- 一、探討光源與風車轉速的關係。  
(光源包括：①各種不同的光線、②強度、③遠近。)
- 二、探討扇葉與風車轉速的關係。  
(扇葉包括：①扇葉的數目、②大小、③張角、④折角、⑤顏色。)
- 三、探討底座與風車轉速的關係。  
(底座包括：①顏色、②底座的頂端開口大小、③通風孔。)
- 四、探討遮罩與風車轉速的關係。  
(遮罩包括：①遮罩的大小、②材質、③是否通風、④形狀。)
- 五、探討室內溫度與風車轉速的關係。
- 六、探討扇葉與底座間距離與風車轉速的關係。
- 七、探討除了光之外，是否還有其它方式能讓風車轉動？

### 肆.研究設備器材：

黑色紙、透明片、CD片、黏土、縫衣針、燒杯、燈泡、油性筆、膠帶、圓規、支架、剪刀。



圖一.風車實驗組



圖二. 遮罩中狀況放大圖

## 伍.研究過程及結果：

爲了能夠正確掌握風車轉動的原因，我們進行文獻探討，希望能找到相關的資料，製作出轉動最快的風車。

### 一、網路資料：

我們在網站中找到一篇走馬燈的研究報告，其中提到：蠟燭的火焰，葉片的面積，葉片的數量，都會影響走馬燈轉動速度。

所以，我們決定先從加強熱對流作起，因此決定先探討光源、扇葉、底座與風車轉速的關係。

### 二、書報資料：

後來老師告訴我們，在普通高級中學課程物理學科中心有介紹一種「體溫熱對流風車」，其中的注意事項中提到：環境四周必須爲無風狀態，風車才不會受到太多擾動。

所以，我們又探討遮罩與扇葉轉速的關係。

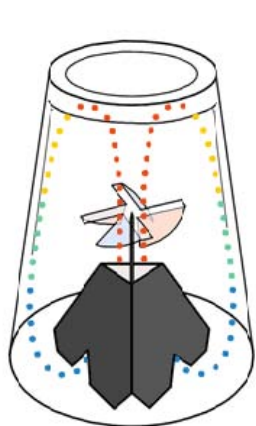
### 三、研究團隊腦力激盪：

在我們進行實驗的過程中，碰到好幾次寒流來襲，從記錄的數據察覺，似乎天氣越冷扇葉的轉速就會快一些，老師告訴我們可以做實驗，觀察不同的室內溫度，是否對扇葉轉速有影響？

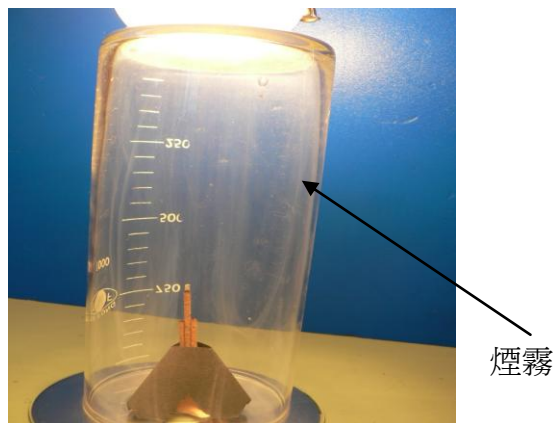
有同學提出，以前在測試紙風車是否會轉動時，我們都會在很靠近扇葉的地方吹一大口氣，所以大家覺得扇葉與底座之間的距離似乎也會影響轉速，因此，我們決定探討扇葉與底座間距離與風車轉速的關係。

有看過用蠟燭轉動的走馬燈，也看過利用燈泡轉動的走馬燈，我們很好奇是否還有其他方法也能讓風車轉動，因此也試圖找出除了光之外，是否還有其它方式也能讓風車轉動？

由上種種因素訂出我們的研究目的，決定後續的研究方向。

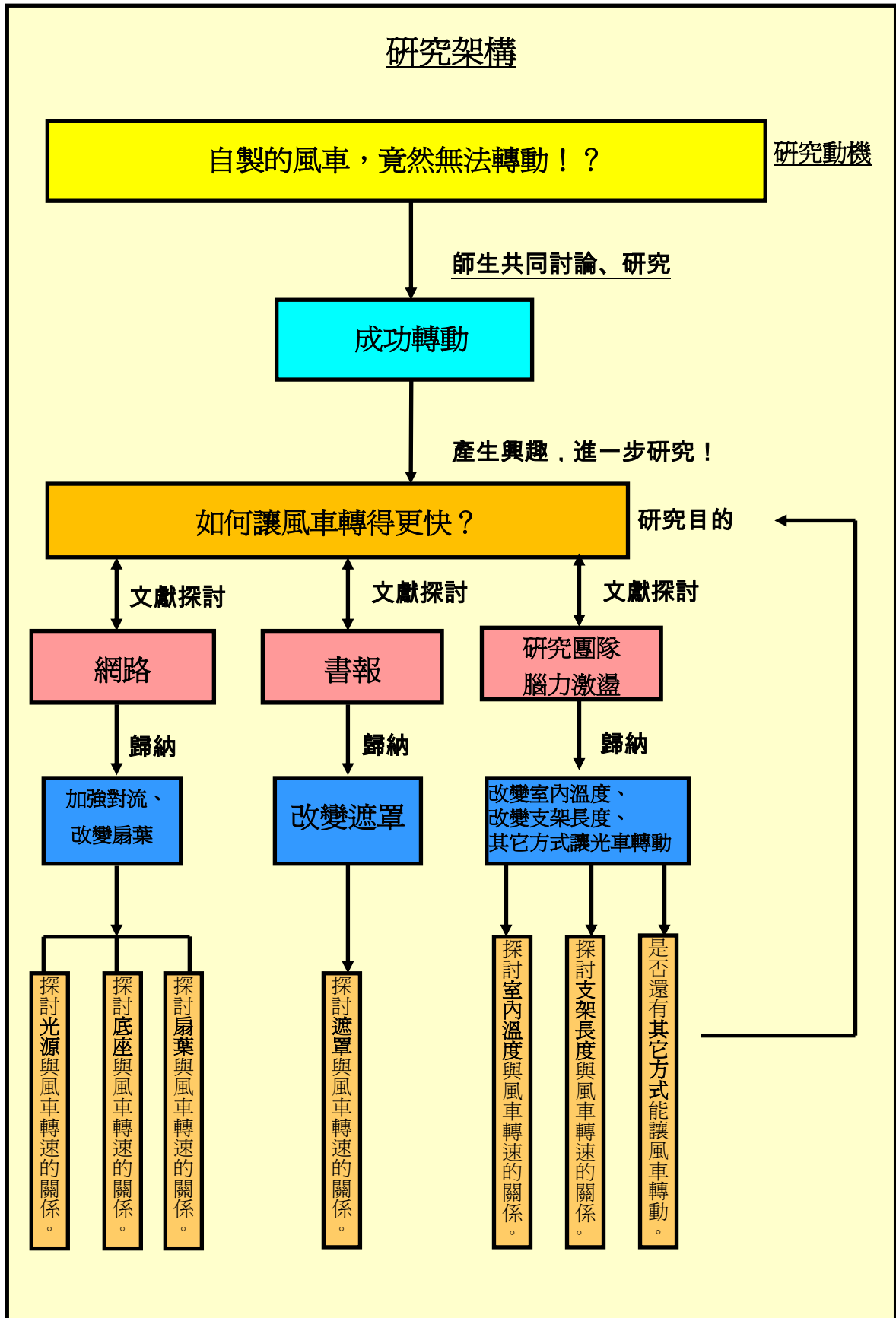


空氣對流模擬路線



透過線香觀察空氣對流路線

# 研究架構



## 一、實驗 1-1、哪一種光線，能讓扇葉轉得最快？

### 1、實驗裝置：

- (1) 風車實驗組。
- (2) 各種光源：日光燈、燈泡、led 手電筒、燈泡手電筒、太陽光、雷射燈。

### 2、實驗方法：

- (1) 在桌面上架設好風車實驗組。
- (2) 使用不同的光源照射風車。
- (3) 紀錄何種光源能讓風車轉動。

### 3、實驗結果：



圖 1-1-1 各種光源

表 1-1 探討哪一種光線，能讓扇葉轉動

光源	日光燈	太陽光	燈泡	Led 手電筒	一般手電筒	雷射燈
是否轉動	×	○	○	×	×	×

### 4、我們發現：

1. 太陽光和燈泡能讓扇葉轉動。
2. 因天氣多變，有時沒有陽光，且陽光強弱不定，為了嚴謹的控制變因，所以以下實驗皆採用燈泡當光源來進行。

◎ 在實驗的過程中，我們發現：風車剛啟動時的轉速比較慢，而隨著時間增加轉速似乎也越來越快，因此我們進行下面的實驗，觀察扇葉轉速的變化。

## 二、實驗 1-2、觀察扇葉轉速的變化。

### 1、實驗裝置：風車實驗組。

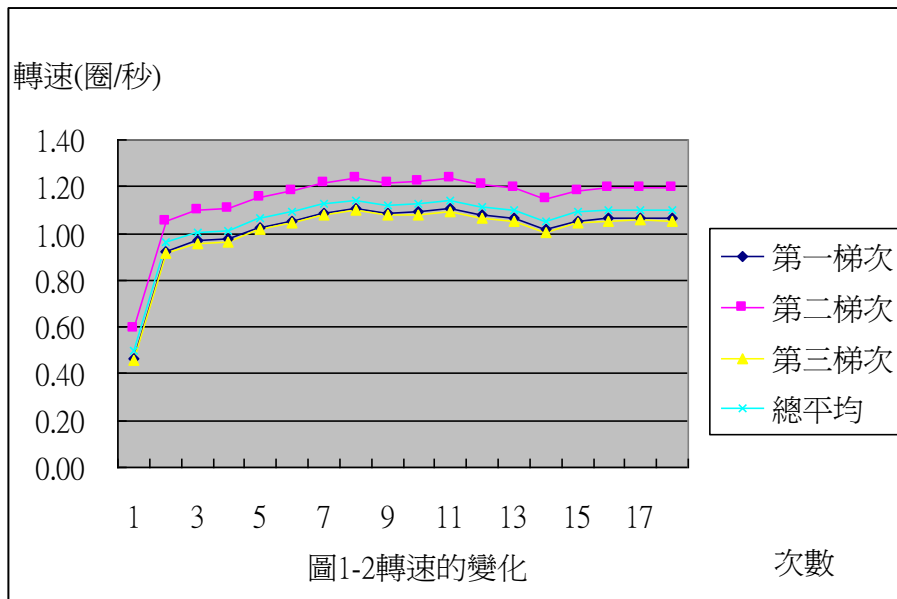
### 2、實驗方法：

- (1) 架設風車實驗組。
- (2) 將燈泡擺在杯子正上方，觀察並紀錄風車轉速的變化。
- (3) 記下扇葉轉 20 圈（為 1 次）所需時間，連續紀錄 18 次，為一梯次。
- (4) 換算扇葉的平均轉速（圈/秒）。
- (5) 重複第（3）步驟 3 次，求出風車的總平均轉速。

3、實驗結果：

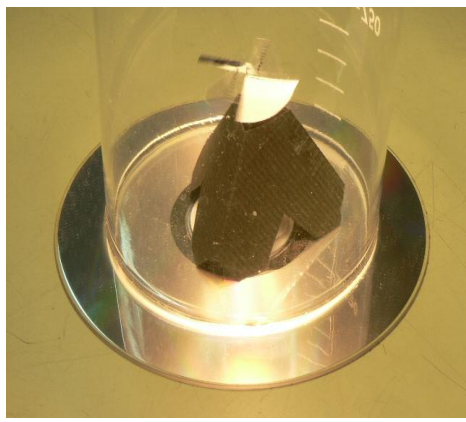
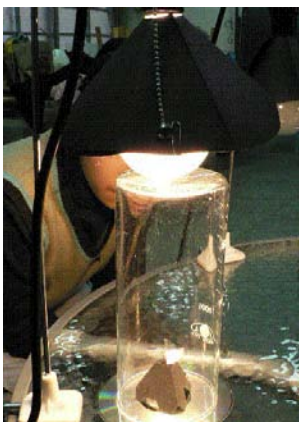
表 1-2 扇葉轉速的變化

轉速 (圈/秒) 梯次	90 度 (第一梯次)		90 度 (第二梯次)		90 度 (第三梯次)		三個梯次的 總平均	
	時間 (秒)	轉速 (圈/秒)	時間 (秒)	轉速 (圈/秒)	時間 (秒)	轉速 (圈/秒)	時間 (秒)	轉速 (圈/秒)
第 1 次 20 圈	43.08	0.46	33.65	0.59	44.03	0.45	40.25	0.50
第 2 次 20 圈	21.65	0.92	18.98	1.05	21.89	0.91	20.84	0.96
第 3 次 20 圈	20.64	0.97	18.20	1.10	20.85	0.96	19.90	1.01
第 4 次 20 圈	20.52	0.97	18.10	1.10	20.73	0.96	19.78	1.01
第 5 次 20 圈	19.48	1.03	17.29	1.16	19.67	1.02	18.81	1.06
第 6 次 20 圈	18.96	1.05	16.88	1.18	19.14	1.04	18.33	1.09
第 7 次 20 圈	18.37	1.09	16.41	1.22	18.54	1.08	17.77	1.13
第 8 次 20 圈	18.07	1.11	16.17	1.24	18.24	1.10	17.49	1.14
第 9 次 20 圈	18.40	1.09	16.44	1.22	18.57	1.08	17.80	1.12
第 10 次 20 圈	18.35	1.09	16.39	1.22	18.52	1.08	17.75	1.13
第 11 次 20 圈	18.08	1.11	16.18	1.24	18.25	1.10	17.50	1.14
第 12 次 20 圈	18.56	1.08	16.57	1.21	18.74	1.07	17.96	1.11
第 13 次 20 圈	18.81	1.06	16.76	1.19	18.99	1.05	18.19	1.10
第 14 次 20 圈	19.67	1.02	17.44	1.15	19.87	1.01	18.99	1.05
第 15 次 20 圈	18.97	1.05	16.89	1.18	19.16	1.04	18.34	1.09
第 16 次 20 圈	18.81	1.06	16.76	1.19	18.99	1.05	18.19	1.10
第 17 次 20 圈	18.77	1.07	16.73	1.20	18.95	1.06	18.15	1.10
第 18 次 20 圈	18.83	1.06	16.78	1.19	19.01	1.05	18.21	1.10
平均	19.68	1.02	17.45	1.15	19.87	1.01	19.00	1.05



4、我們發現：

- 1.剛開始轉動時，扇葉轉速較慢，後來，越來越快，且速度越來越穩定。
- 2.在每梯次實驗中，當扇葉轉到約第 10 次時(即從啓動到轉到約 200 圈)，轉速即呈現穩定狀態，因此下面實驗皆記錄到第 10 次。



◎ 有人提到他在逛夜市時，發現每個攤位上掛的燈泡都很亮，靠近時溫度又很高，而家裡的檯燈燈泡溫度較低也沒那麼亮，所以我們猜想不同瓦數的燈泡產生的溫度也會不同，那麼對於扇葉轉速也應會有影響，因此我們去水電材料行買了不同瓦數的燈泡來做實驗，觀察光源強度對於扇葉轉速是否有影響。



### 三、實驗 1-3 探討光源強度與扇葉轉速的關係。

- 1、實驗裝置：風車實驗組。
- 2、實驗方法：
  - (1) 分別以 200W、100W 和 60W 的燈泡作為光源。
  - (2) 其他同實驗 1-2。
- 3、實驗結果：

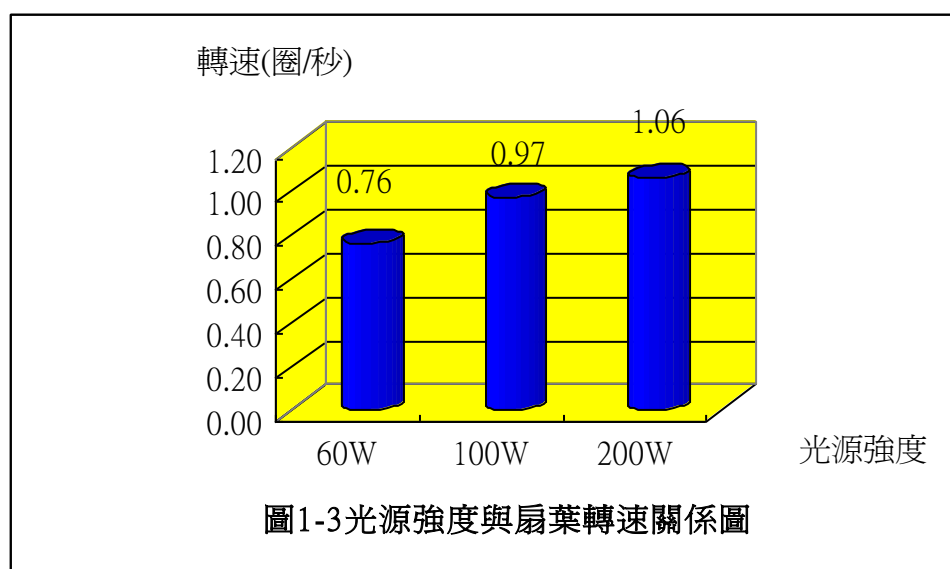


圖 1-3-1 不同瓦數燈泡

表 1-3 光源強度與扇葉轉速的關係

轉速 (圈 / 秒) 次 數	瓦 數	60W	100W	200W
第一梯次		0.81	0.99	1.11
第二梯次		0.73	0.97	1.06
第三梯次		0.75	0.96	1.02
總平均轉速		0.76	0.97	1.06
名次		3	2	1

詳細數據請見實驗札記！



#### 4、我們發現：

- 1.燈泡的瓦數越高，扇葉轉動越快。
- 2.我們推測是燈泡的瓦數越大，光線愈強、產生的溫度越高，因此扇葉轉速越快。

◎ 從實驗過程中，我們發現越靠近燈泡會越覺得熱，因此我們改變光源與風車距離，探討光源距離風車的遠近，對於扇葉的轉動快慢是否有影響？

四、實驗 1-4 光源距離風車的遠近，對於扇葉的轉動快慢是否有影響？

1、實驗裝置：風車實驗組、尺。

2、實驗方法：

(1) 將燈泡擺在遮罩上，燈泡的鎢絲距離扇葉葉面分別為 31、26、24、21 公分處。

(2) 其他同實驗 1-2。



圖 1-4-1 改變光源距離

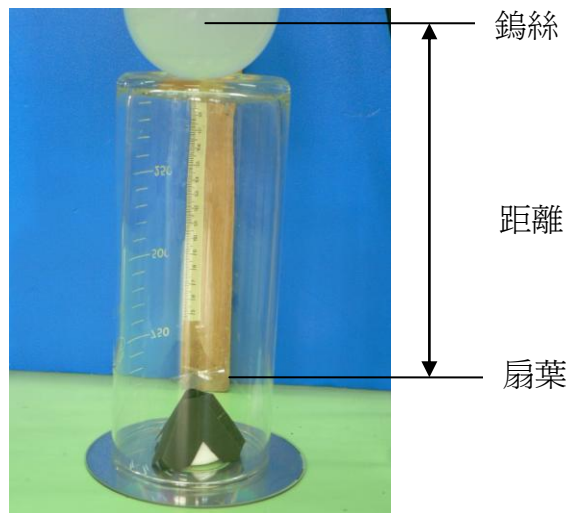


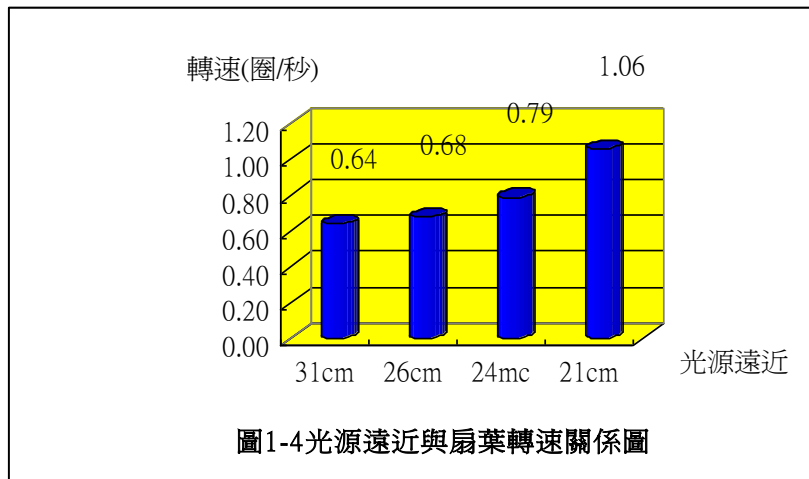
圖 1-4-2 光源距離說明圖

3、實驗結果：

表 1-4 光源距離與扇葉轉速的關係

轉速 次 數	距離	31cm(最遠)	26m(遠)	24cm(近)	21cm (最近)
第一梯次		0.64(圈/秒)	0.71(圈/秒)	0.75(圈/秒)	1.19(圈/秒)
第二梯次		0.65(圈/秒)	0.63(圈/秒)	0.79(圈/秒)	0.94(圈/秒)
第三梯次		0.64(圈/秒)	0.70(圈/秒)	0.84(圈/秒)	1.06(圈/秒)
總平均轉速		0.64(圈/秒)	0.68(圈/秒)	0.79(圈/秒)	1.06(圈/秒)
名次		4	3	2	1

詳細數據請見實驗札記！



4、我們發現：

- 1.光源距風車越近，能讓扇葉轉動越快。
- 2.本實驗也印證物體若離熱源越近，能感受到越高的溫度。

綜合以上光源實驗，我們發現，想讓扇葉轉得快，光源條件原則應如下：

燈泡瓦數越大、放置位置越接近底座，能讓扇葉轉動越快。

因此，以下實驗皆用 200 瓦的燈泡，並把燈泡放在遮罩上，來進行。

◎ 除了光源對轉速有影響之外，有人提出：扇葉對轉速是不是也有影響？坐而言不如起而行，就以改變扇葉的數目和大小開始實驗吧！

## 五、實驗 2-1 探討扇葉的數目與扇葉轉速的關係。

1、實驗裝置：風車實驗組、不同數目的扇葉。

2、實驗方法：

(1) 改變扇葉的數目。

(2) 其他同實驗 1-2。

3、實驗結果：

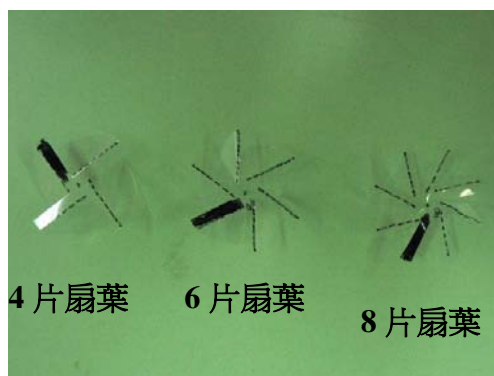
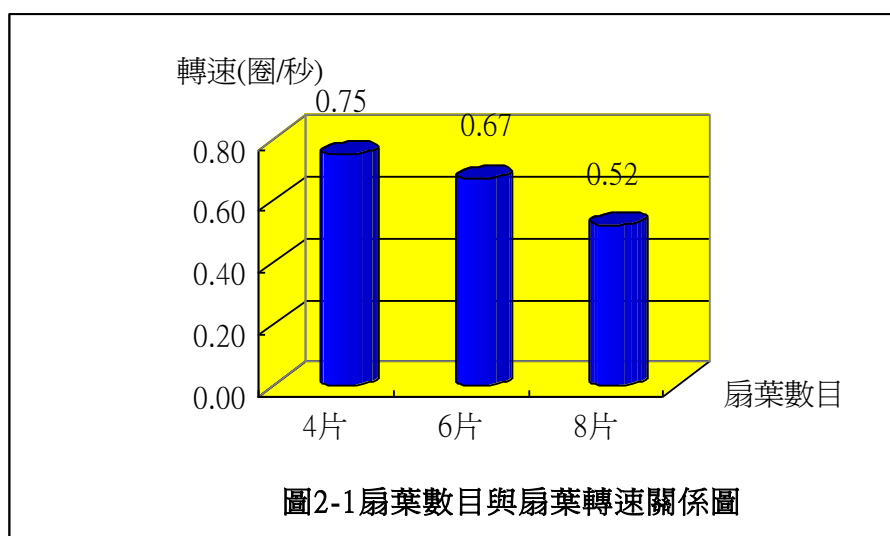


圖 2-1-1 不同數目扇葉

表 2-1 扇葉的數目與扇葉轉速的關係

轉速 次 數	4 片	6 片	8 片
第一梯次	0.71(圈/秒)	0.65(圈/秒)	0.56(圈/秒)
第二梯次	0.79(圈/秒)	0.68(圈/秒)	0.49(圈/秒)
第三梯次	0.75(圈/秒)	0.69(圈/秒)	0.50(圈/秒)
總平均轉速	0.75(圈/秒)	0.67(圈/秒)	0.52(圈/秒)
名次	1	2	3

詳細數據請見實驗札記！



4、我們發現：

1.4 片的扇葉轉動最快；6 片次之；8 片最慢。

2.我們推測 8 片最慢的原因是：因扇葉以透明片為材料，材質很輕，又要平均細分成多片，分越多片，每小片的重量越輕，每一片之間越容易產生重量差距，造成不平衡，影響轉速。

3.所以以下均用「4」片的扇葉來進行實驗。

六、實驗 2-2 探討扇葉的大小與扇葉轉速的關係。

1、實驗裝置：風車實驗組、不同半徑的扇葉。

2、實驗方法：

(1) 改變扇葉半徑的大小。

(2) 其他同實驗 1-2。

3、實驗結果：

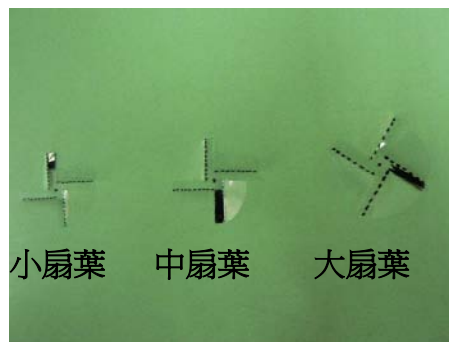
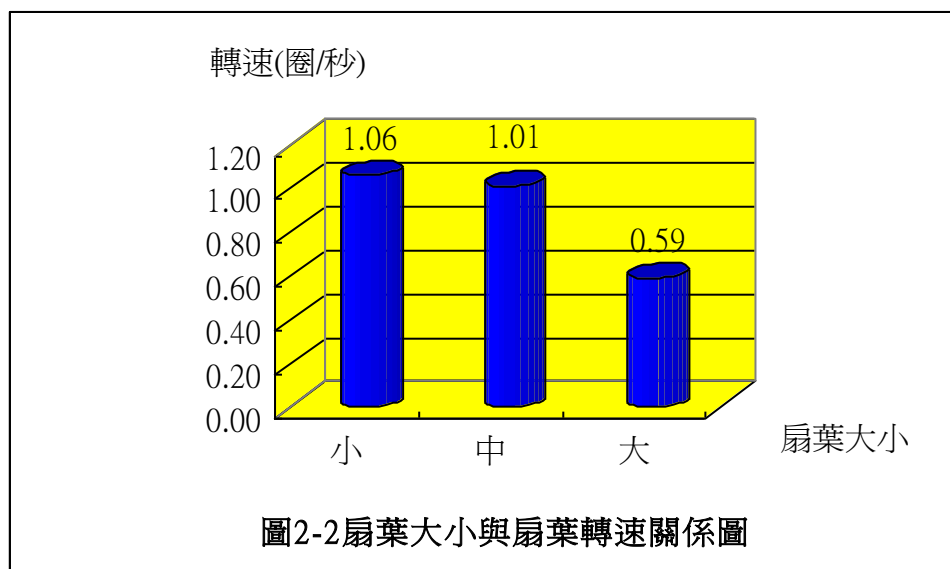


圖 2-2-1 不同大小扇葉

表 2-2 扇葉的大小與扇葉轉速的關係

轉速 次 數	半 徑		
	小	中	大
第一梯次	1.11(圈/秒)	1.00(圈/秒)	0.62(圈/秒)
第二梯次	1.06(圈/秒)	1.04(圈/秒)	0.63(圈/秒)
第三梯次	1.02(圈/秒)	1.00(圈/秒)	0.53(圈/秒)
總平均轉速	1.06(圈/秒)	1.01(圈/秒)	0.59(圈/秒)
名次	1	2	3

詳細數據，請見實驗札記！



4、我們發現：

1.扇葉越小，轉動越快。

◎ 有同學提起寒假時和爸媽去逛大賣場，發現每一台電風扇的扇葉形狀、角度和顏色都不太相同，於是我們也嘗試改變扇葉的形狀、角度和顏色，因此進行以下實驗。

七、實驗 2-3 探討扇葉的張角與扇葉轉速的關係。

- 1、實驗裝置：風車實驗組、不同張角的扇葉。
- 2、實驗方法：
  - (1) 改變扇葉的張角。
  - (2) 其他同實驗 1-2。

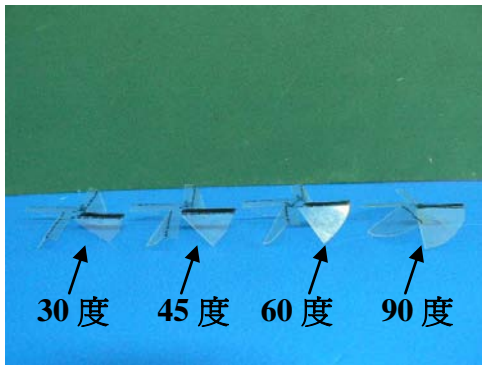


圖 2-3-1 不同張角扇葉

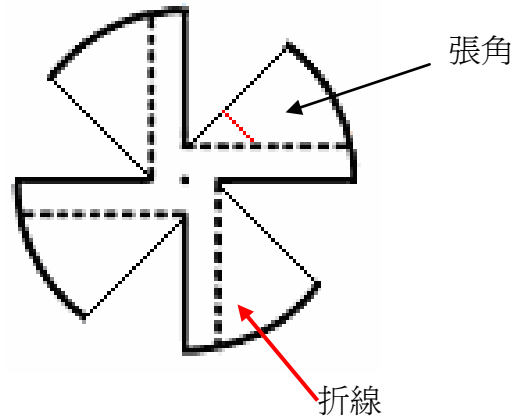


圖 2-3-2 張角說明圖

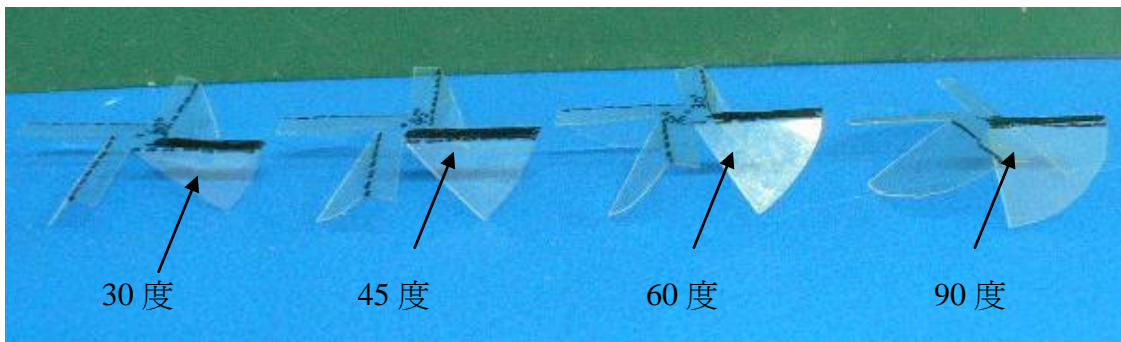


圖 2-3-3 扇葉張角放大說明

3、實驗結果：

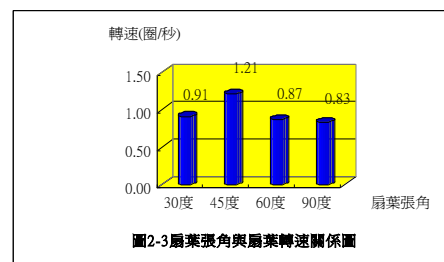
表 2-3 扇葉的張角與扇葉轉速的關係

轉速 次數 \ 角 度	30 度	45 度	60 度	90 度
第一梯次	0.90(圈/秒)	1.08(圈/秒)	0.87(圈/秒)	0.80(圈/秒)
第二梯次	0.94(圈/秒)	1.25(圈/秒)	0.87(圈/秒)	0.83(圈/秒)
第三梯次	0.93(圈/秒)	1.30(圈/秒)	0.88(圈/秒)	0.85(圈/秒)
總平均轉速	0.91(圈/秒)	1.21(圈/秒)	0.87(圈/秒)	0.83(圈/秒)
名次	2	1	3	4

詳細數據，請見實驗札記！

4、我們發現：

- 1.張角 45 度的扇葉轉動最快。



八、實驗 2-4 探討扇葉的折角與扇葉轉速的關係。

1、實驗裝置：風車實驗組、不同折角的扇葉。

2、實驗方法：

- (1) 改變扇葉的折角。
- (2) 其他同實驗 1-2。

折角

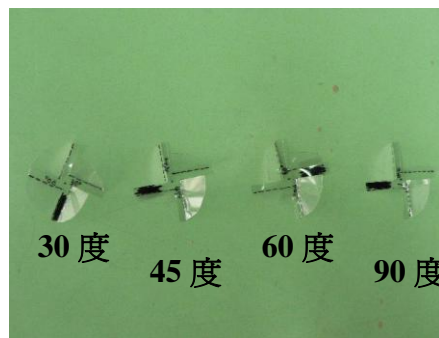
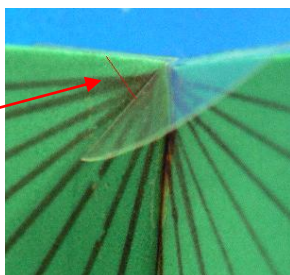
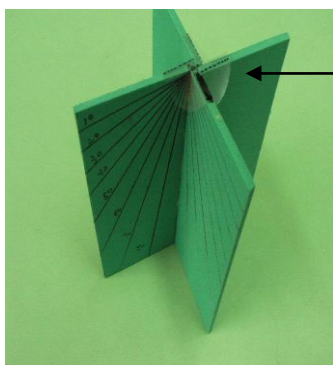
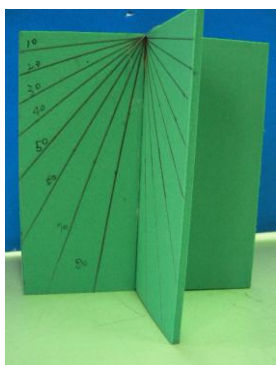


圖 2-4-1 不同折角扇葉



扇葉

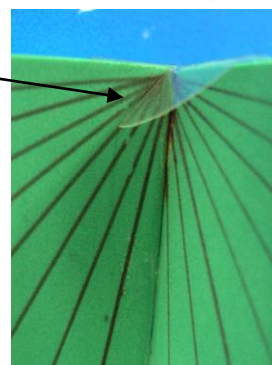


圖 2-4-2 自製折角器

圖 2-4-3 將扇葉放在折角器上

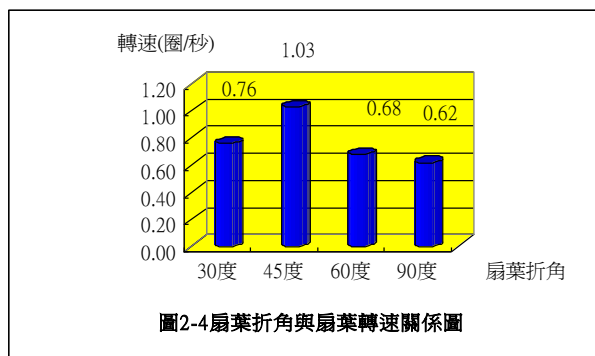
圖 2-4-4 量扇葉折角

3、實驗結果：

表 2-4 扇葉的折角與扇葉轉速的關係

轉速 次 數	折角			
	30度	45度	60度	90度
第一梯次	0.76(圈/秒)	0.98(圈/秒)	0.70(圈/秒)	0.63(圈/秒)
第二梯次	0.76(圈/秒)	1.0(圈/秒)	0.69(圈/秒)	0.64(圈/秒)
第三梯次	0.77(圈/秒)	1.10(圈/秒)	0.66(圈/秒)	0.60(圈/秒)
總平均轉速	0.76(圈/秒)	1.03(圈/秒)	0.68(圈/秒)	0.62(圈/秒)
名次	2	1	3	4

詳細數據，請見實驗札記！



4、我們發現：

- 1.折角 45 度的扇葉，轉動最快。

## 九、實驗 2-5 探討扇葉的顏色與扇葉轉速的關係。

1、實驗裝置：風車實驗組、不同顏色的扇葉。

2、實驗方法：

(1) 改變扇葉的顏色。

(2) 其他同實驗 1-2。

3、實驗結果：

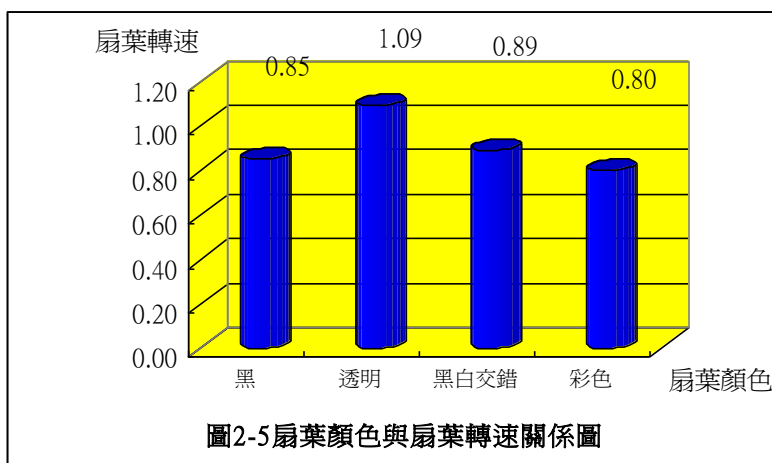


詳細數據,請見實驗札記!

圖 2-5-1 不同顏色扇葉

表 2-5 扇葉的顏色與扇葉轉速的關係

轉速 次數	黑	透明	黑白交錯	彩色
第一梯次	0.86(圈/秒)	1.10(圈/秒)	0.89(圈/秒)	0.81(圈/秒)
第二梯次	0.86(圈/秒)	1.17(圈/秒)	0.88(圈/秒)	0.80(圈/秒)
第三梯次	0.84(圈/秒)	1.00(圈/秒)	0.89(圈/秒)	0.80(圈/秒)
總平均轉速	0.85(圈/秒)	1.09(圈/秒)	0.89(圈/秒)	0.80(圈/秒)
名次	3	1	2	4



4、我們發現：

1.透明的扇葉轉動最快，而其他顏色扇葉轉速相差不大。

2.我們推測扇葉轉動的快慢與扇葉顏色無明顯關係，但因在扇葉上塗上顏料會增加重量，因此扇葉的重量才是影響轉動快慢的重要因素。

綜合以上扇葉實驗，我們發現，想讓扇葉轉得快，扇葉條件原則應如下：

扇葉越小(重量越輕)、4片、張角45度、折角45度，能讓扇葉轉動越快。

因此，採用4片、張角45度、折角45度的扇葉，來進行下面實驗。

◎ 在風車實驗組中，底座扮演著吸熱的角色，它能让它附近的空氣變熱，形成遮罩內冷熱空氣的對流，使扇葉轉動，因此下面我們將針對不同的底座進行一系列的研究。



十、實驗 3-1 探討底座的顏色與扇葉轉速的關係。

1、實驗裝置：風車實驗組、不同顏色的底座。

2、實驗方法：

(1) 改變底座的顏色。

(2) 其他同實驗 1-2。

3、實驗結果：

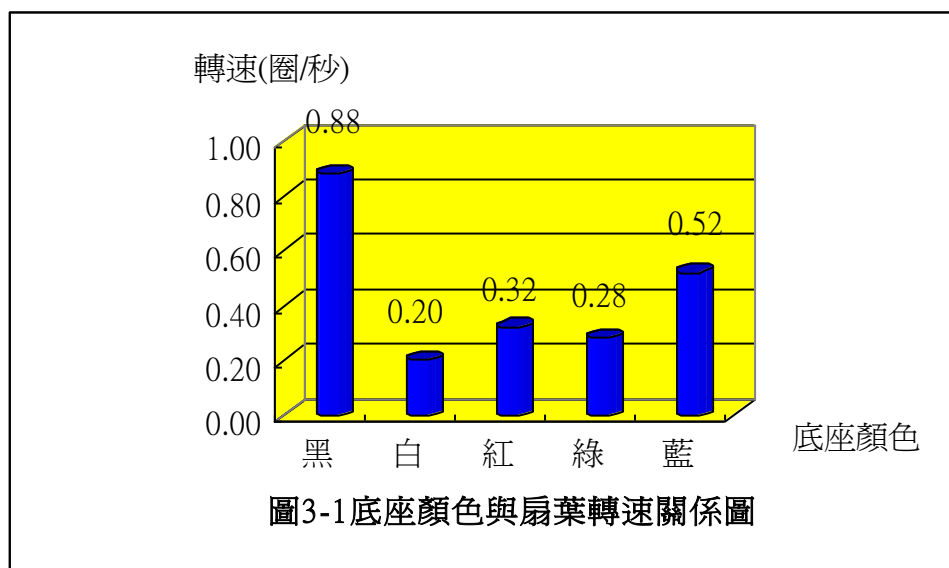


圖 3-1-1 不同顏色底座

表 3-1 底座的顏色與扇葉轉速的關係

轉速 次 數	顏色	黑	白	紅	綠	藍
第一梯次		0.83	0.21	0.32	0.28	0.52
第二梯次		0.92	0.20	0.32	0.29	0.55
第三梯次		0.90	0.20	0.31	0.27	0.48
總平均轉速		0.88	0.20	0.32	0.28	0.52
名次		1	5	3	4	2

詳細數據，請見實驗札記！



4、我們發現：

1.黑色的底座能讓扇葉轉動最快。

2.我們推測黑色底座吸熱快，所造成的冷熱空氣對流旺盛，才會最快轉動，且轉得最快。

十一、實驗 3-2 探討底座的頂端開口大小與扇葉轉速的關係。

1、實驗裝置：風車實驗組、不同底座頂端開口大小。

2、實驗方法：

(1) 改變底座頂端的開口大小。

(2) 其他同實驗 1-2。



圖 3-2-1 不同的底座開口

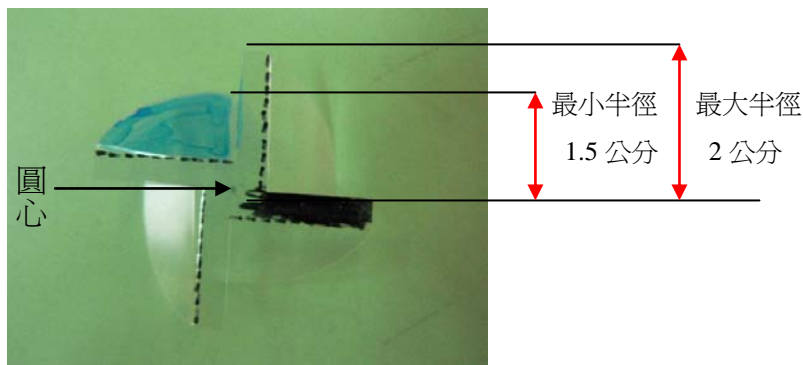


圖 3-2-2 扇葉半徑說明

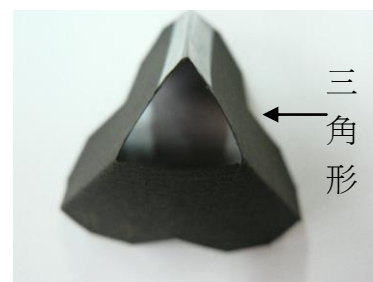


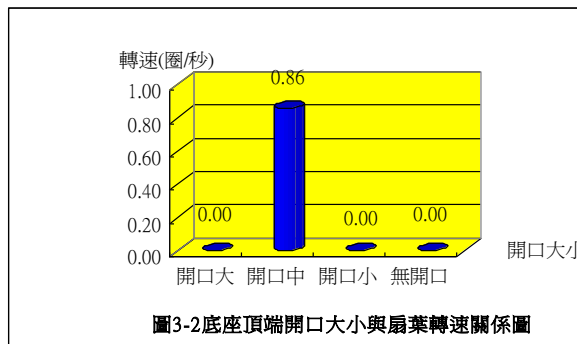
圖 3-2-3 基本型的底座開口

3、實驗結果：

表 3-2 底座的頂端開口大小與扇葉轉速的關係

轉速次數 \ 底座	頂端開口大 (比基本大)	頂端開口中 (基本型)	頂端開口小 (比基本小)	無開口
第一梯次	0	0.88(圈/秒)	0	0
第二梯次	0	0.81(圈/秒)	0	0
第三梯次	0	0.90(圈/秒)	0	0
總平均轉速	0	0.86(圈/秒)	0	0
名次	2	1	2	2

詳細數據，請見實驗札記！



4、我們發現：

1.底座的頂端開口大小應和扇葉大小配合，(三角形邊長，最好介於扇葉最小與最大半徑之間，若以本實驗為例，應約為邊長 1.8 公分的三角形)，才能讓扇葉轉動，而底部開口過大或過小，都無法讓扇葉轉動。

十二、實驗 3-3 探討底座底端的通風孔與扇葉轉速的關係。

- 1、實驗裝置：風車實驗組、不同的底座通風孔。
- 2、實驗方法：
  - (1) 改變底座的通風孔。
  - (2) 其他同實驗 1-2。
- 3、實驗結果：

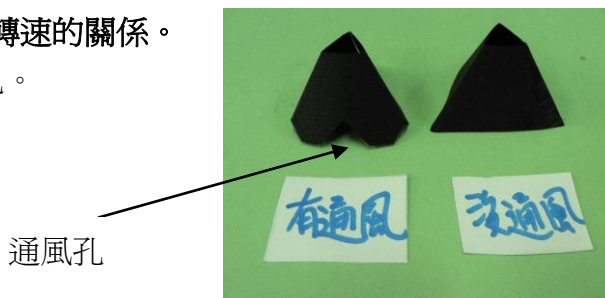


圖 3-3-1 不同底座通風孔

表 3-3 底座底端的通風孔與扇葉轉速的關係

轉速 次數	底座	
	有通風孔	無通孔
第一梯次	0.84(圈/秒)	0
第二梯次	0.89(圈/秒)	0
第三梯次	0.86(圈/秒)	0
總平均轉速	0.86(圈/秒)	0

詳細數據資料，請見實驗札記！

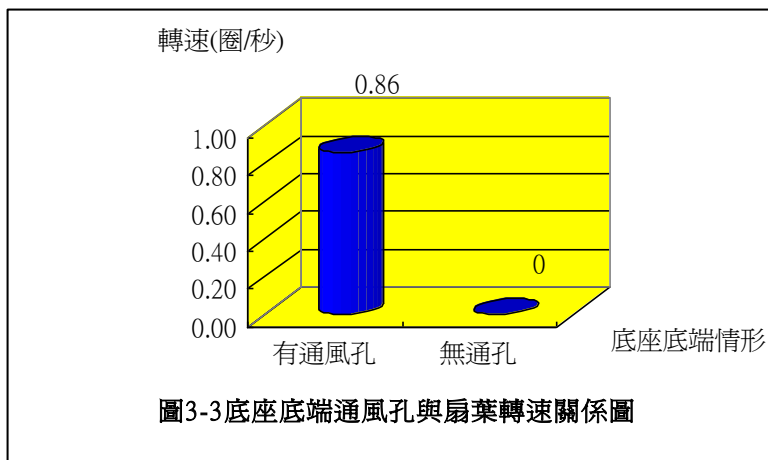


圖3-3底座底端通風孔與扇葉轉速關係圖

4、我們發現：

- 1.底座要有通風孔才能讓扇葉轉動。

綜合以上底座實驗，我們發現，想讓扇葉轉得快，底座條件原則應如下：  
黑色、頂端開口要配合扇葉大小、有通風孔的底座，能讓風車轉動越快。

因此，以下實驗皆採用黑色、頂端約為邊長 1.8 公分的三角形開口、有通風孔的底座，來進行實驗。

◎ 在實驗過程中，我們察覺到，利用遮罩所形成的密閉空間，才足以讓扇葉轉動，因此以下將針對不同的遮罩進行研究。

十三、實驗 4-1 探討遮罩的大小與扇葉轉速的關係。

1、實驗裝置：風車實驗組、大小玻璃杯。

2、實驗方法：

(1) 改變遮罩的體積大小。 (2) 其他同實驗 1-2。

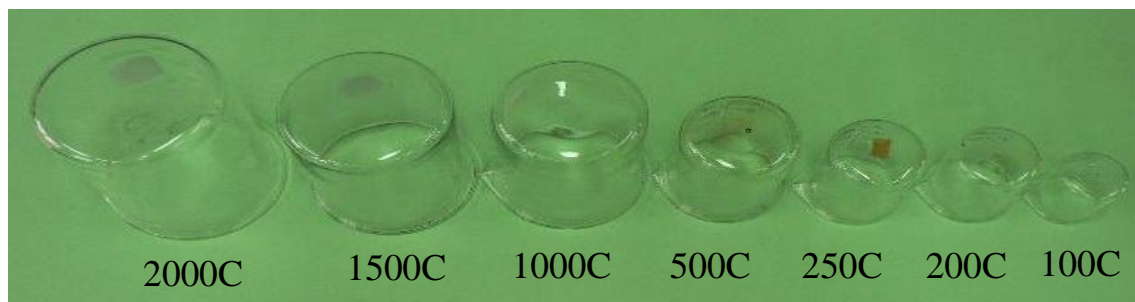


圖 4-1-2 不同大小的杯子

3、實驗結果：

表 4-1 遮罩的大小與扇葉轉速的關係(轉速單位: 圈/秒)

轉速次數	杯子	2000CC	1500CC	1000CC	500CC	250CC	200CC	100CC
	第一梯次		0.74	0.77	0.81	0.76	0.67	0.59
第二梯次		0.73	0.77	0.85	0.80	0.71	0.62	0.27
第三梯次		0.71	0.73	0.82	0.77	0.69	0.60	0.27
總平均轉速		0.73	0.76	0.83	0.77	0.69	0.60	0.27
名次		4	3	1	2	5	6	7

詳細數據資料，請見實驗札記！

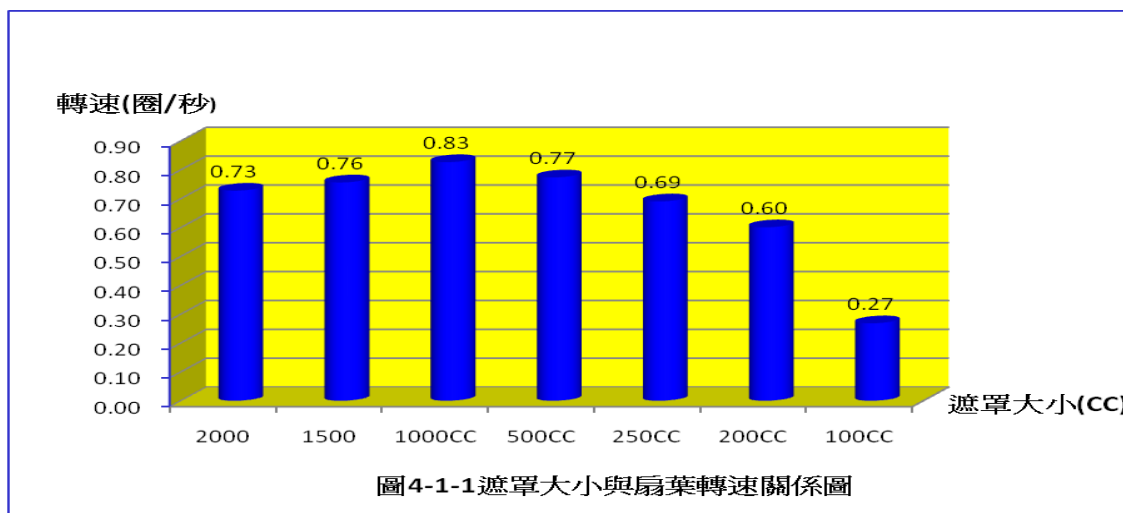


圖4-1-1遮罩大小與扇葉轉速關係圖

4、我們發現：

1.用 1000CC 的遮罩效果最好；扇葉轉動最快。

2.遮罩並非越大越好；也不是越小越好，而是要配合扇葉和熱源，我們推測原因是：若遮罩過大，遮罩內空氣量多，冷熱對流速度慢，因此扇葉轉動速度慢；而遮罩若是過小，遮罩內空氣量少，空氣很快變熱，溫差小、冷熱對流速度慢，因此扇葉轉動速度也慢，所以若以我們實驗使用的扇葉為標準，應選擇 1000CC 的遮罩，效果最好。

#### 十四、實驗 4-2 探討遮罩的材質與扇葉轉速的關係。

1、實驗裝置：風車實驗組、不同材質遮罩。

2、實驗方法：

(1) 改變杯子的材質。

(2) 其他同實驗 1-2。

3、實驗結果：

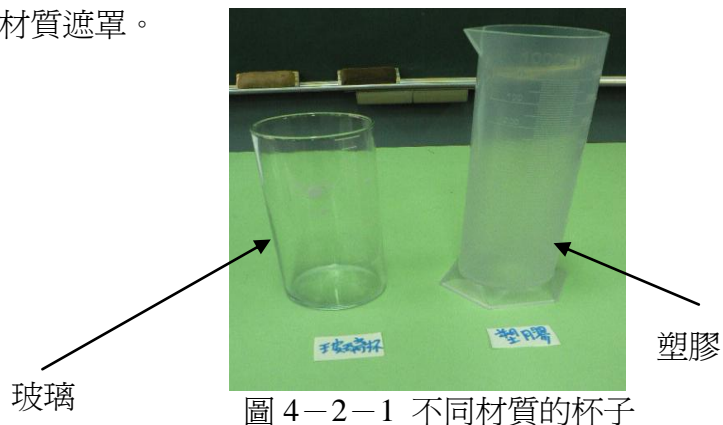
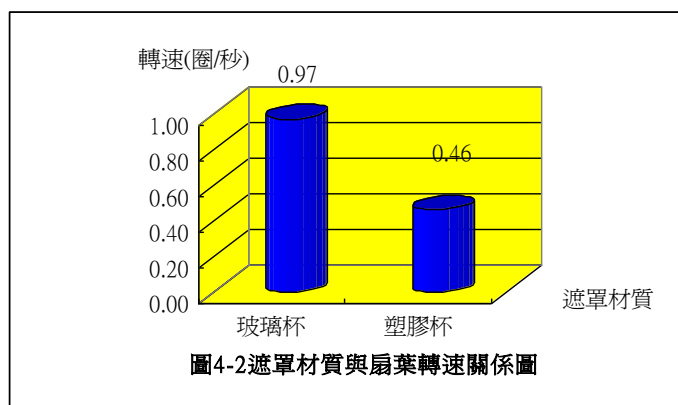


表 4-2 杯子的材質與扇葉轉速的關係

轉速 次 數	玻璃杯	塑膠杯
第一梯次	0.98(圈/秒)	0.46(圈/秒)
第二梯次	0.95(圈/秒)	0.45(圈/秒)
第三梯次	0.99(圈/秒)	0.48(圈/秒)
總平均轉速	0.97(圈/秒)	0.46(圈/秒)
名次	1	2

詳細數據資料，請見實驗札記！



4、我們發現：

1.在玻璃杯中的扇葉轉動比塑膠杯快。

2. 我們推測上述現象是因：光在玻璃的穿透力比塑膠好。

◎ 實驗過程中，無論是使用完全密閉或有一處通風的玻璃杯當遮罩，扇葉都能順利轉動，引起我們很大的好奇心，猜想若是能改成兩處通風（一處是冷氣進；一處是熱氣出），是否會讓扇葉的轉速更快一些，老師建議我們可以在遮罩的頂端開一小孔，觀察不同通風狀況的遮罩，是否對扇葉轉速有影響？

十五、實驗 4-3 探討遮罩通風狀況與扇葉轉速的關係。

1、實驗裝置：風車實驗組、通風狀況不同的杯子。

2、實驗方法：

(1) 準備不同通風狀況的燒杯共四個。 (2) 其他同實驗 1-2。

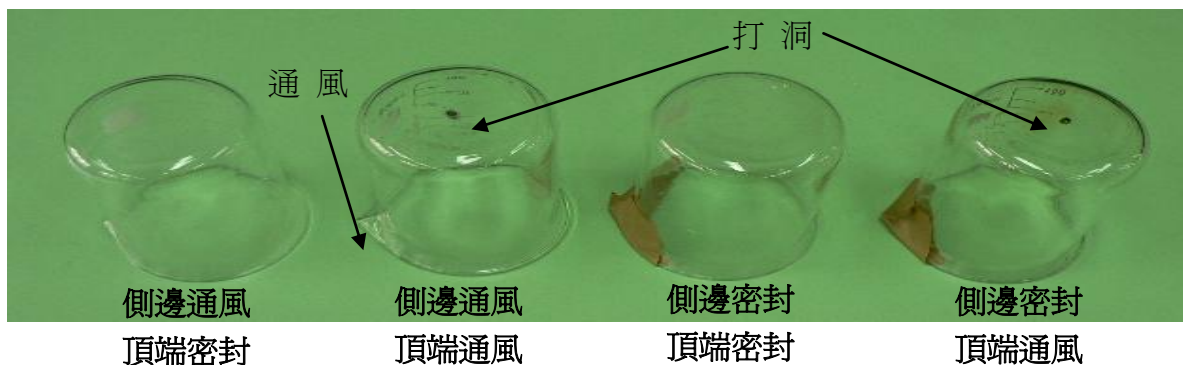


圖 4-3-1 不同通風狀況的遮罩

3、實驗結果：

表 4-3 遮罩通風狀況與扇葉轉速的關係

轉速 次數	通風	側邊通風 頂端密封	側邊通風 頂端通風	側邊密封 頂端密封	側邊密封 頂端通風
	第一梯次		0.79 (圈/秒)	0.88 (圈/秒)	0.82 (圈/秒)
第二梯次		0.83 (圈/秒)	0.90 (圈/秒)	0.86 (圈/秒)	0.82 (圈/秒)
第三梯次		0.80 (圈/秒)	0.95 (圈/秒)	0.89 (圈/秒)	0.78 (圈/秒)
總平均轉速		0.81 (圈/秒)	0.91 (圈/秒)	0.86 (圈/秒)	0.80 (圈/秒)
名次		3	1	2	4

詳細數據資料，請見實驗札記！

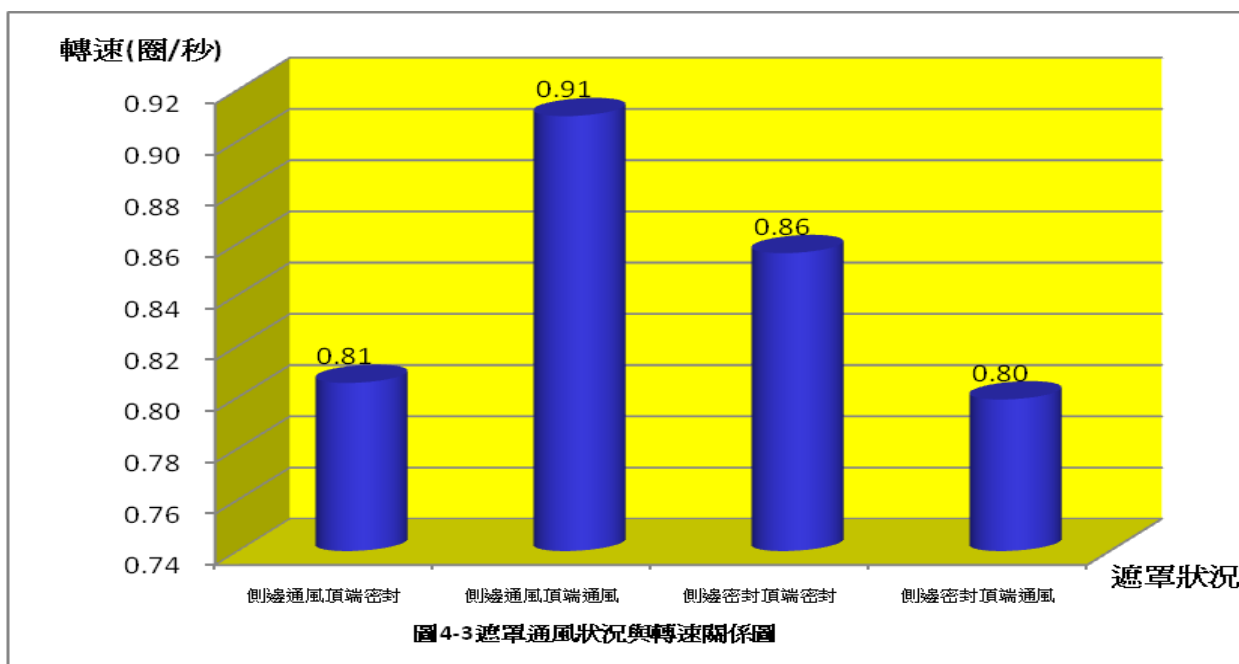


圖 4-3 遮罩通風狀況與轉速關係圖

#### 4、我們發現：

- 1.側邊通風、頂端通風的遮罩，扇葉轉動較快。
- 2.我們推測，兩處通風轉最快的原因是：因一處是冷氣進（側邊）；一處是熱氣出（頂端），加速空氣對流，因此扇葉的轉速最快，而全部密封排名第二的原因是：因密封讓對流現象限制在一密閉空間，無外界空氣的進出，所以比兩處通風慢；但因它限制在一密閉空間，能讓底座附近空氣溫度上升快，因此對流速度比一處開口的快，而一處開口轉得慢的原因是：側邊有開口造成底座空氣溫度上升較慢或頂端有開口使熱氣跑出遮罩，以致對流速度較慢，因此轉最慢。
- 3.這種遮罩內產生的上升氣流，在生活中也時可看見，就像飛行傘為什麼可以滯空那麼久？是因為太陽的熱，產生熱對流，進而產生上升氣流；此現象也發生在鳥類飛行，地面受太陽的熱之後，氣流上升，鳥類利用此對流而很輕易的往上飄舉。

十六、實驗 4-4 探討遮罩的長短與扇葉轉速的關係。

- 1、實驗裝置：風車實驗組、不同長短的杯子。
- 2、實驗方法：
  - (1) 改變杯子的形狀（體積相同）。
  - (2) 其他同實驗 1-2。
- 3、實驗結果：

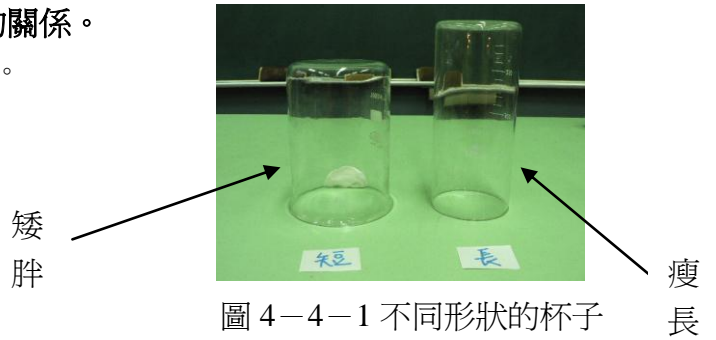


圖 4-4-1 不同形狀的杯子

表 4-4 杯子的形狀與扇葉轉速的關係

轉速 次 數	長	短
	瘦長 1000ml	矮胖 1000ml
第一梯次	0.90(圈/秒)	1.11(圈/秒)
第二梯次	0.92(圈/秒)	1.10(圈/秒)
第三梯次	0.92(圈/秒)	1.13(圈/秒)
總平均轉速	0.91(圈/秒)	1.11(圈/秒)
名次	2	1

詳細數據資料，請見實驗札記！

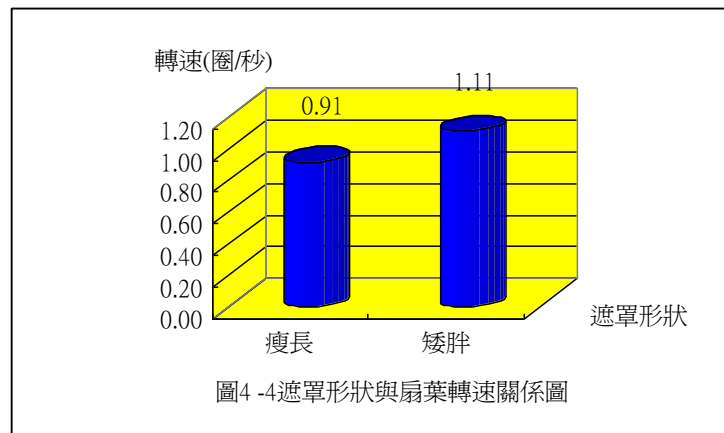


圖4-4遮罩形狀與扇葉轉速關係圖

4、我們發現：

- 1.矮胖的杯子，讓扇葉轉動較快。
- 2.我們推測矮胖的杯子中，因為光源距底座較近，因此底座吸熱較快，扇葉轉動較快。

綜合以上遮罩實驗，我們歸納出遮罩條件應如下：

玻璃材質、體積要配合光源與扇葉(本實驗為 1000CC)、兩處通風、形狀矮胖，能讓風車扇葉轉動較快。

因此，採用玻璃材質、體積 1000CC、兩處通風、形狀矮胖的遮罩，來進行實驗。

◎ 在我們進行實驗的過程中，碰到好幾次寒流來襲，從記錄的數據察覺，似乎天氣越冷扇葉的轉速就會快一些，老師告訴我們可以做實驗，觀察不同的室內溫度，是否對扇葉轉速有影響？



## 十七、實驗 5 探討室內溫度與風車轉速的關係。

1、實驗裝置：風車實驗組、冷氣機、暖爐、溫度計。

2、實驗方法：

(1) 改變室內的溫度。

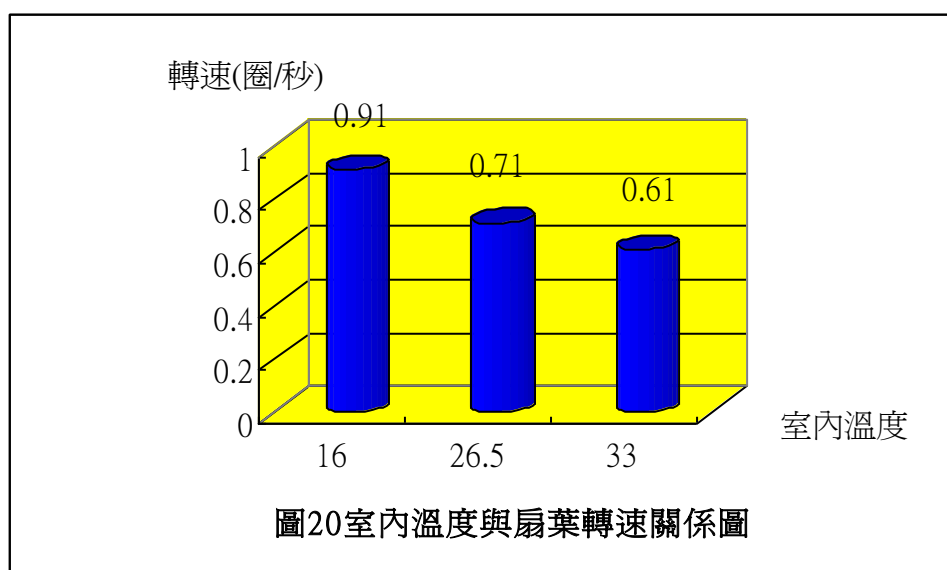
(2) 其他同實驗 1-2。

3、實驗結果：

表 20 室內溫度與扇葉轉速的關係

轉速 次 數	室溫 16°C	室溫 26.5°C	室溫 33°C
第一梯次	0.85(圈/秒)	0.68(圈/秒)	0.63(圈/秒)
第二梯次	0.89(圈/秒)	0.73(圈/秒)	0.6(圈/秒)
第三梯次	0.99(圈/秒)	0.72(圈/秒)	0.6(圈/秒)
總平均轉速	0.91(圈/秒)	0.71(圈/秒)	0.61(圈/秒)
名次	1	2	3

詳細數據資料，請見實驗札記！



4、我們發現：

1.室內的溫度越低，扇葉轉動越快。

2.我們推測室溫低，會使遮罩內的空氣溫差大，造成空氣對流較旺盛，所以扇葉轉動較快。

◎ 記得以前做紙風車，在測試風車是否會轉動時，我們都會在很靠近扇葉的地方吹一大口氣，所以大家覺得扇葉與底座之間的距離似乎也會影響轉速，因此，我們決定探討扇葉與底座間距離與風車轉速的關係。

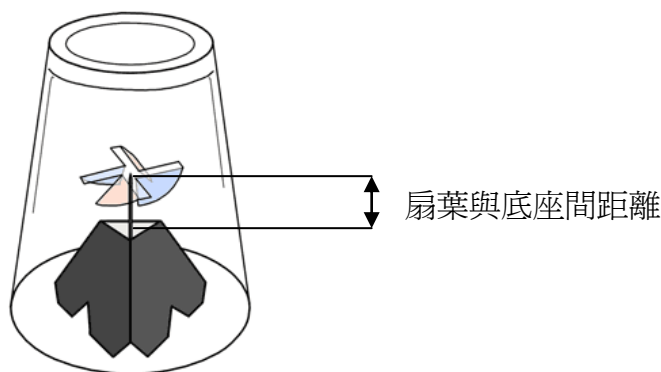
## 十八、實驗 6 探討扇葉與底座間距離與風車轉速的關係。

1、實驗裝置：風車實驗組、鉛筆筆心。

2、實驗方法：

(1) 改變扇葉與底座間距離。

(2) 其他同實驗 1-2。

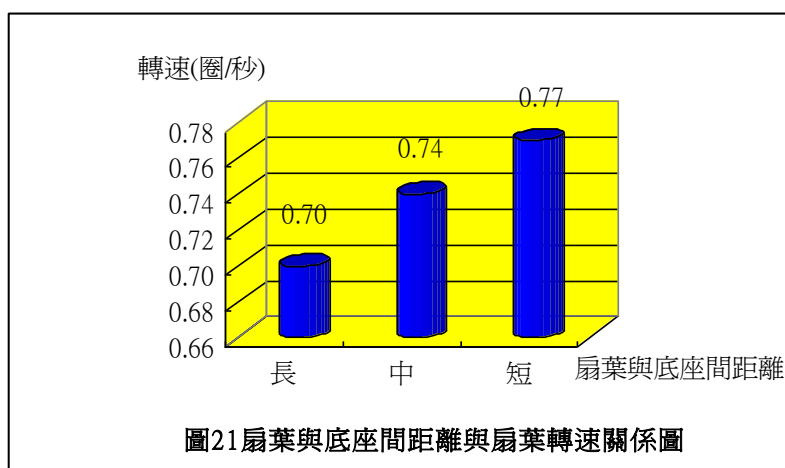


3、實驗結果：

表 21 扇葉與底座間距離與扇葉轉速的關係

轉速 次 數	距 離		
	長	中	短
第一梯次	0.70(圈/秒)	0.71(圈/秒)	0.78(圈/秒)
第二梯次	0.70(圈/秒)	0.76(圈/秒)	0.78(圈/秒)
第三梯次	0.71(圈/秒)	0.75(圈/秒)	0.75(圈/秒)
總平均轉速	0.70(圈/秒)	0.74(圈/秒)	0.77(圈/秒)
名次	3	2	1

詳細數據資料，請見實驗札記！



4、我們發現：

1. 扇葉與底座間距離越短，扇葉轉動越快。

2. 我們推測上述的原因是：扇葉距風口較近，風力大，因此扇葉轉動較快。

◎ 曾在自然課看過用蠟燭轉動的走馬燈，在百貨公司也看過利用燈泡轉動的走馬燈，我們很好奇是否還有別的產生熱的方法或能量，能夠讓風車轉動，因此繼續進行下面的實驗。

十九、實驗 7 探討除了光之外，是否還有其它方式能讓光能風車轉動？

1、實驗裝置：風車實驗組、磁鐵、手機、笛子、吹風機。

2、實驗方法：

- (1) 使用不同能量來源。
- (2) 紀錄誰能讓扇葉轉動。



圖 22 準備不同的能量來源



圖 22-1 吹熱風



圖 22-2 蠟燭火燄

3、實驗結果：

表 22 探討除了光之外，是否還有其它方式能讓光能風車轉動？

方法	照光	電磁波	聲音	吹熱風	吹冷風	蠟燭火燄
是否轉動	○	×	×	○	×	○

4、我們發現：

- 1.除了燈泡、陽光之外，吹熱風、蠟燭火焰也能讓扇葉轉動。
- 2.我們印證只要能讓光車實驗組的底座附近空氣變熱，造成遮罩內空氣對流，就能讓扇葉轉動。

## 陸.討論：

- 一、透過本次的研究我們發現，當光源強弱不同時，風車轉動的速度就不同，未來也可進一步探討「風車轉速」與「氣溫」的相關性，期待藉由風車的轉速，就可以知道當下的氣溫。
- 二、石油越來越貴，未來我們也希望能繼續朝「風力發電」的替代能源方向研究，希望能將扇葉旋轉的動能儲存起來，轉換為其他能量。
- 三、目前利用熱對流原理設計出的科學玩具數量有限，未來我們也希望能以本研究為基礎，繼續研究更好玩的科學玩具。

## 柒.結論：

- 一、燈泡瓦數越大、越靠近底座，風車轉動越快。
- 二、扇葉越小（重量越輕）、4片、張角45度、折角45度的扇葉，能讓風車轉動越快。
- 三、黑色、頂端要有適中的開口、有通風孔的底座，能讓風車轉動越快。
- 四、蓋住風車的遮罩應選擇：玻璃材質、兩處通風、形狀矮胖的容器、體積要配合光源與扇葉(若以本實驗的風車為標準應選擇1000CC)。
- 五、室內的溫度越低，風車轉動越快。
- 六、扇葉與底座間距離越短，風車轉動越快。
- 七、除了光線之外，吹熱風、蠟燭火焰也能讓風車轉動。
- 八、因為熱對流而轉動的風車不僅是一樣有趣的科學玩具，在教學上也能解釋「光能產生熱能」、「光能產生動能」、燈光下會有「風」及空氣熱對流現象，此外，也能擺在客廳內，當成裝飾品。
- 九、從這個研究中，除了了解風車轉動的原理之外，也學會製作的方法，既好玩又有趣，我們非常高興，終於成功的製造出轉動快速的風車。

## 捌.參考資料：

- 一、柯啓瑤（1990）別小看我科學叢書－物質和能量－熱的旋轉－柯智文化。
- 二、小牛頓兒童科學園地第 182 期（1999）走馬燈表心意－牛頓出版股份有限公司。
- 三、教育部中等教育司（2007）物理學科中心教學資源研發推廣小組研發成果。
- 四、瀧川洋二（2003）70 個奇妙有趣的科學實驗 世茂出版社。
- 五、自然與生活科技（2007）康軒文教事業。
- 六、國語日報兒童網 <http://www.mdnkids.com/2006science/3.shtml>

**【評語】** 081512

1. 應用對流來進行風車轉動的研究，應加強熱對流對總扇面受力做討論，非僅對扇葉數。
2. 應可多陳述與呈現熱對流的方式。
3. 器材製作精緻，成品可做為教具及飾品。