

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 生活與應用科學科

佳作

080810

搶"風"頭---彎曲吊扇與風力的探討

學校名稱：高雄市三民區民族國民小學

作者： 小六 楊皓婷 小六 劉 欣 小六 楊儀芳	指導老師： 焦恆永 陳怡芬
-----------------------------------	---------------------

關鍵詞：彎曲扇葉、分貝、進風比

作品名稱：

## 搶“風”頭-----彎曲吊扇與風力的探討

摘要：

扇葉彎曲，就像一個人病了，我們能做的不只是將它丟棄而是去了解什麼原因讓它變成這樣！而原因就是”濕氣”在作怪；而扇葉的新材料太重時則阻力變大、易下垂、、，太輕則扇葉易變形、晃動劇烈，太寬、太窄時都有不同的變化、、都會影響吊扇的風力。

並利用『分貝儀』來測量扇葉風力（噪音）大小，結果連微風也可精準的測出。

補救扇葉方法：泡水後的扇葉是鬆垮的。但再浸泡樹脂並緊壓、乾燥後，舊扇葉的強度有明顯的復元變好。

吊扇與天花板的距離：發現太近時吸力變大、氣流變強、噪音增大，風力卻變小。

當大家在倡導環保時，我們也希望不要因為吊扇老舊了就將它整個丟棄，應該可以發揮新的創意，將環保與實驗結合起來，作更有意義的應用。



## 壹、研究動機：

上美術課時一直思考著該畫什麼東西，所以大家都望著天花板發呆。這時候突然發現扇葉居然是彎曲下垂的，連忙問老師扇葉是生病了嗎？美勞老師說：「扇葉彎曲造成重量不平均，旋轉時很不穩定容易晃動怕有危險，過幾天再拆下來丟掉，整組換新的。」我們心想這樣太浪費了吧，能不能只更換扇葉就好呢，現在全世界都非常強調「環保」如果我們能讓扇葉復原，或是以其他材料來代替。這樣不就是實現資源再利用嗎！於是下課後我找了好朋友向老師提出構想，希望能保留吊扇來讓我們實驗、改造。老師笑笑說：「妳們很有研究精神，不只這裡有彎曲吊扇，禮堂裡的吊扇每個都是下垂的，你們可以好好的研究了」於是我們這群好朋友就開始對彎曲的吊扇做研究了。

## 貳、研究目的：

- 一、研究吊扇扇葉下垂的原因。
- 二、扇葉下垂會讓風力變弱嗎？
- 三、下垂的扇葉可以復原嗎？
- 四、哪些東西可以來取代下垂的扇葉？效果會變好嗎？
- 五、教室環境與吊扇的風力的探討：

## 參、研究設備及器材：

螺絲起子 乾溼溫度計 鋸子 直尺 綿繩 A4 紙張 厚紙板 衛生紙 各種膠帶  
微量電子秤 剪刀 刀片 皮尺 量角器 木條與支架 塑膠片 三用電錶 三角鐵架  
塑膠扇葉 法碼 水杯 南寶樹脂 保鮮膜 滾輪機 密集板 小馬達 漆包線 分貝儀

## 肆、研究過程或方法：

『實驗一』：研究吊扇扇頁下垂的原因：

「方法」：利用上課時間針對美勞教室、禮堂的溫度、溼度及其他地點做調查、研究。

「結果」：



(美勞教室的彎曲變形吊扇)



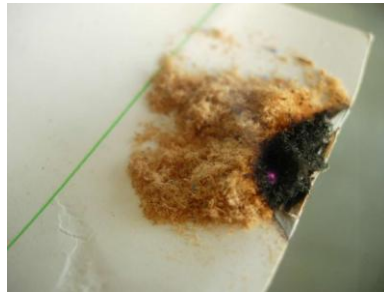
(禮堂的下垂吊扇)



(切割後的扇葉)



(扇葉內部纖維)



(可燃的扇葉內部纖維)



(地下室的教室環境)



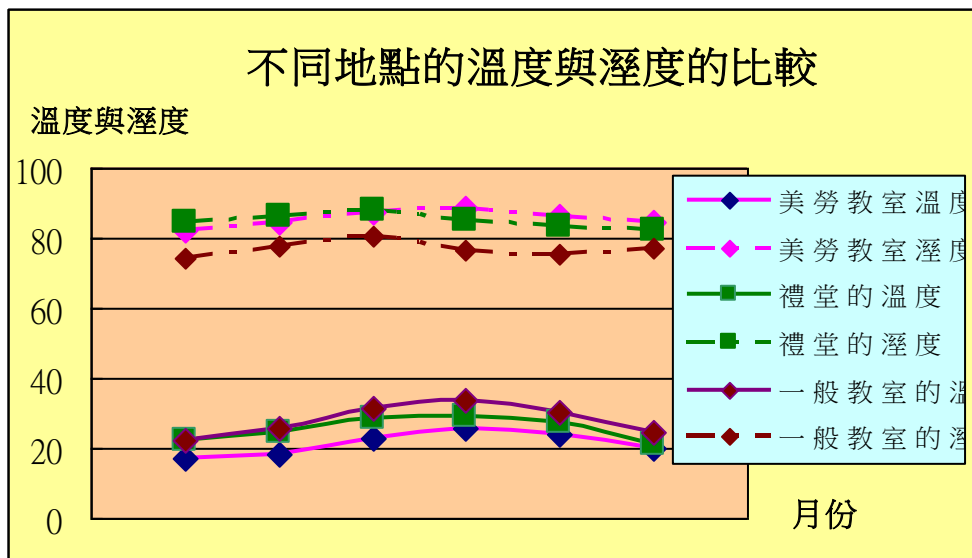
(左側開放式的排水溝)



(美勞教室內的洗手台)



(水槽與經常潮溼的地面)



「發現」:

- 1、地下室因為沒有陽光照入所以溫度都比一般教室低，且中午時間溫差越大(夏天溫差約 8 度，冬天溫差約 2-3 度)。
- 2、美勞教室有四個水龍頭以及開放式的小水溝，走廊與教室也沒有窗戶隔離，所以濕度比一般教室高了 9%；禮堂因為平時都關起來通風也不好，溼度也比一般教室高約 10%。
- 3、禮堂的吊扇是三年前採購的，美勞教室與一般教室的吊扇是更早期的產品；且都是五片一組的扇葉。
- 4、鋸開彎曲的扇葉後觀察到扇葉內部纖維是可以用手撕開來，都是短短的細絲，點火可以燃燒起來。且發現校內所有的扇葉都是相同的材質。

「推測」：這些細絲結構是長期受到的溼氣影響而導致軟化變形的，有可能是紙纖維或是木材纖維。

『實驗一 ~ (1)』：變形的扇葉是在那個地方彎曲的呢？

「方法」：將吊扇末端貼上下垂的紙條，再測量圓周的直徑，並與正常的吊扇做比較；再觀察扇葉的變形點在哪裡。

「結果」：



(測量出扇葉的角度 23 度)



(正常、彎曲扇葉的比較)



(彎曲扇葉翹起的情形)



(正常、彎曲扇葉的對照)

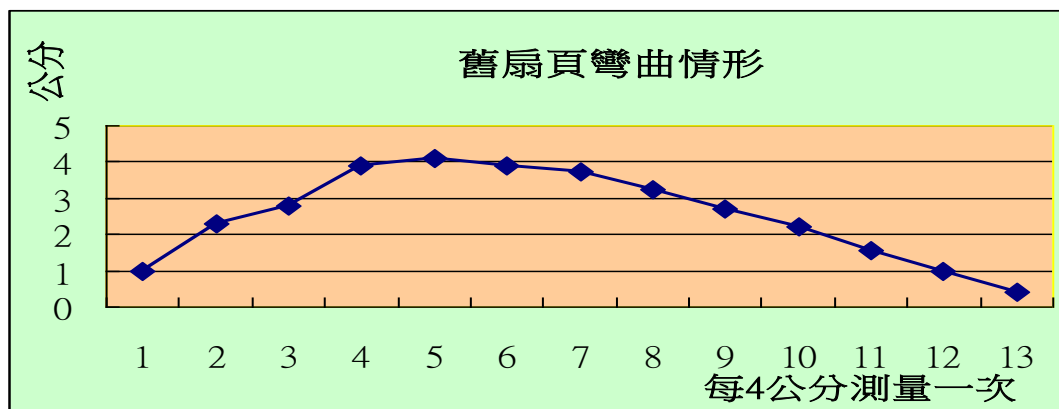


(測量扇葉的直徑)



(正常、彎曲扇葉的比較)

位置	4 cm	8 cm	12 cm	16 cm	20 cm	24 cm	28 cm	32 cm	36 cm	40 cm	44 cm	48 cm	52 cm
高度	1	2.3	2.85	3.9	4.1	3.9	3.75	3.25	2.7	2.2	1.55	1	0.4
角度	120	100	108	92	89	87	84	83	82	80	80	78	78



「發現」：

- 1、正常扇葉的直徑是 130cm，美勞教室的變形吊扇直徑是 118cm，畫圖後測出扇頁的弧度是下垂 22 度，禮堂吊扇的彎曲弧度是下垂 17 度。
- 2、在扇葉 16~24cm 處彎曲改變最大，彎曲處兩旁有明顯的縐折，結構比較鬆軟可以用手折彎變形。

「推測」：扇葉彎曲的地方在 16~24cm 處，而那個地方是扇葉的中心位置嗎？

『實驗一 ~ (2)』：尋找彎曲扇葉變形的地方是否為扇葉的重心位置？

「方法一」：利用正常扇葉來找尋重心位置，再用同樣方式來檢測彎曲扇葉的重心。

「結果」：



(找出扇葉的重心)



(紅線是重心處也是彎曲扇葉變形點)



「發現」：

- 1、吊扇中央圓心馬達直徑約 10cm，金屬的部份彎曲角度約 23 度，扇葉與金屬是利用三根螺絲釘水平的固定著。
- 2、彎曲扇葉比一般扇葉的重量多了 9.5 g，取下扇葉再移到一般教室內，經過一個月後測量發現減少了 1.5g，兩個月後又減少 0.5g，三個月後重量已不再減少了。

「方法二」：以長方形的密集板 (210g) 掛上重物、增加溼度等方式來當「實驗組」並觀察彎曲情形。(每天下課時以溼毛巾擦拭密集板四次；掛 200g 重砝碼)

水份與扇葉彎曲角度的實驗 (A 組)	第一天	第二天	第三天	第四天	第五天	乾燥後的差距	乾燥後的重量
實驗組 (+水+砝碼)	0.8cm	2.7cm	5.2cm	9.6cm	12.5cm	14.2cm	216.5
對照組 (只掛砝碼)	0cm	0cm	0.2cm	0.6cm	0.8cm	1cm	210.5

「結果」：



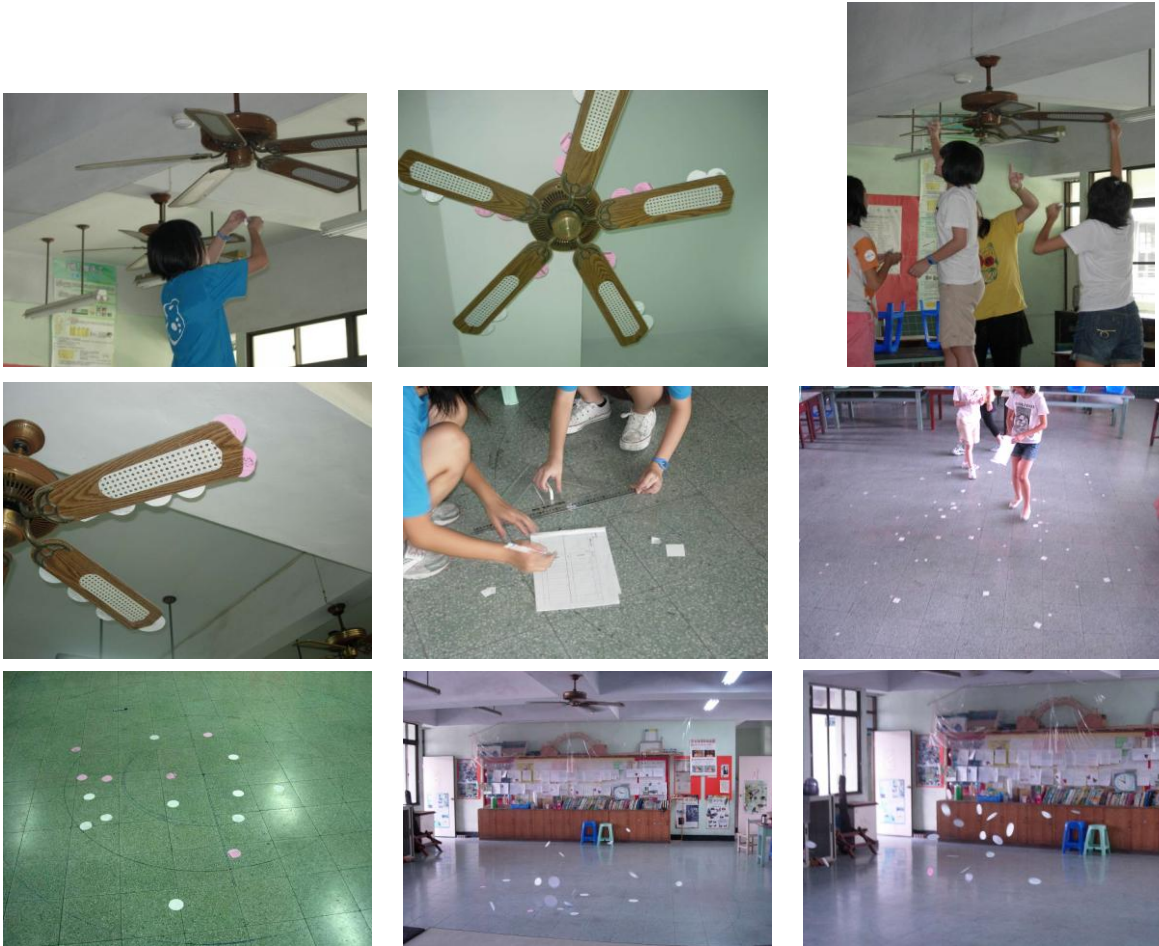
「發現」：

- 1、(A 組) 吸水後的密集板會彎曲變形，時間越久彎曲的情形越嚴重，且在重心位置彎的最厲害；隨著實驗時間加長，重量慢慢減輕，彎曲角度卻沒恢復。
- 2、(B 組) 未掛法碼只以溼毛巾擦拭，觀察一個月後扇葉只有些許下垂 (0.5cm)。

**【實驗二】：扇葉下垂的吊扇會讓風力變弱嗎？**

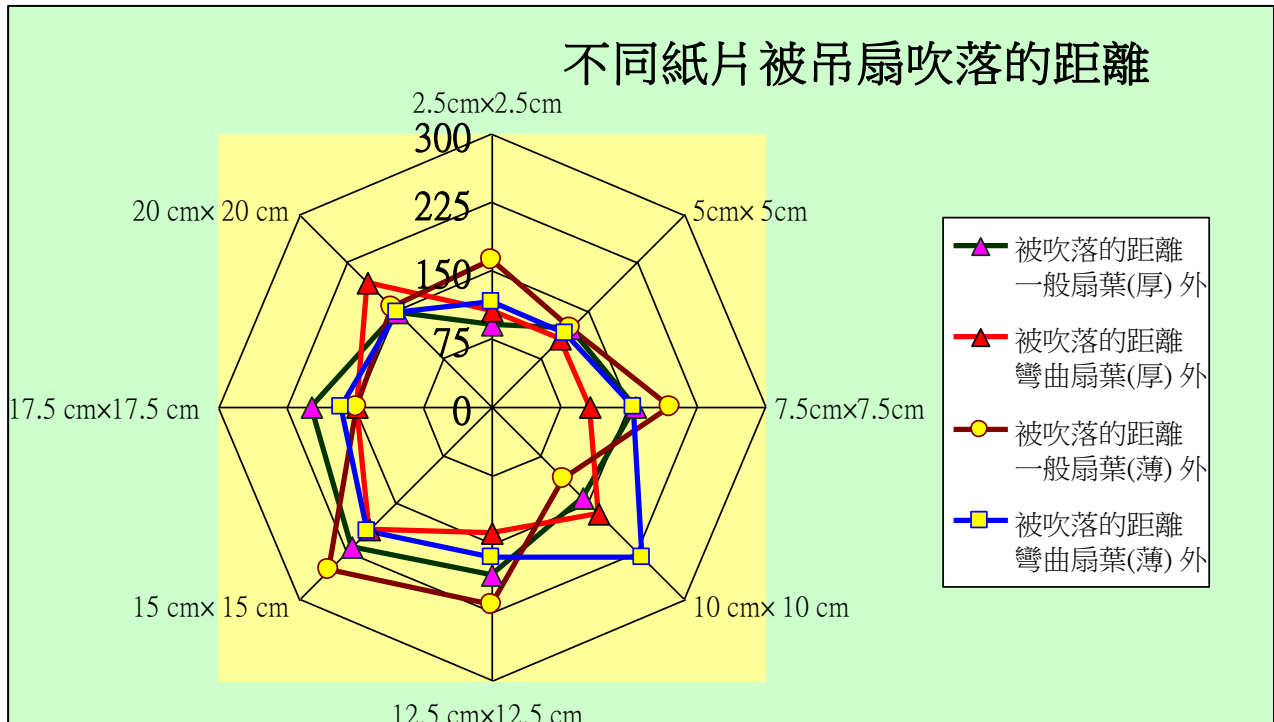
「方法一」：將 A4、厚紙板的紙張切割成大小不同的正方形，放置在扇葉上方再打開開關讓扇葉轉動，並紀錄紙片飄落的位置：(以高速度的風力來實驗)

「結果」：



不同大小的紙片			2.5cm×	5cm×	7.5cm×	10 cm×	12.5 cm×	15 cm×	17.5 cm×	20 cm×
被吹落的距離			2.5cm	5cm	7.5cm	10 cm	12.5 cm	15 cm	17.5 cm	20 cm
厚 紙 板	一般扇葉	內	62	95.3	75.8	57.5	91.3	91.5	89.5	114
		外	90	123.5	158.5	140	184	217	197.5	148
	彎曲扇葉	內	52.6	32.3	50.6	55.3	108.3	102.7	74	80.2
		外	105	105.3	108	166.3	139.3	190.3	147.7	193.5
A4 紙 片	一般扇葉	內	110.3	80.7	98.6	92.8	50.5	92.50	93.5	108
		外	162	123	197	112	218	252	149	153.5
	彎曲扇葉	內	75.2	87.5	123.3	36.3	150	48.7	94.8	70.7
		外	115	113.5	155	232	165	194	165.5	146

厚紙片重量	0.2	0.77	1.74	5.13	7.36	9.63	13.5	15.96
A4 紙片重量	0.04	0.18	0.4	0.54	0.8	1.56	2.12	2.78



「發現」:

- 1、切割正方形的 A4 紙張會在空中翻滾被風吹的比較遠，厚紙板較重所以被風吹離的距離較近；且發現彎曲扇葉確實有讓風力變弱的情形。
- 2、紙片放置的位置會影響被風吹離的距離：
  - (1) 放在扇葉前方的紙片，會先向後翻滾再掉下來所以飄移距離較遠。
  - (2) 放在扇葉後方的紙片，直接掉下來所以飄移距離較近一些。
  - (3) 放在扇葉外側的紙片會緩慢掉落，呈「之」字型飄移，所以來回距移動，誤差較大。
- 3、紙片太輕時易受到地面反彈的風影響而改變距離。(有時很遠、有時很近)；紙片過大時在落下的過程中會與其他紙片碰撞到而影響到實驗結果。

「疑問」: 中央軸心的下方常會聚集較多的紙片，是因為風力較弱一些嗎？

『實驗二 ~ (1)』: 吊扇下方的風力是否相同且有一致性呢？

「方法一」: 利用木條來釘出四個支撐架用來調整高度再利用鐵絲、木條、膠帶、塑膠片、紙片來做成六圈同心圓，並放置在吊扇的正下方，觀察紙片受風吹動的振動次數：

「結果」:





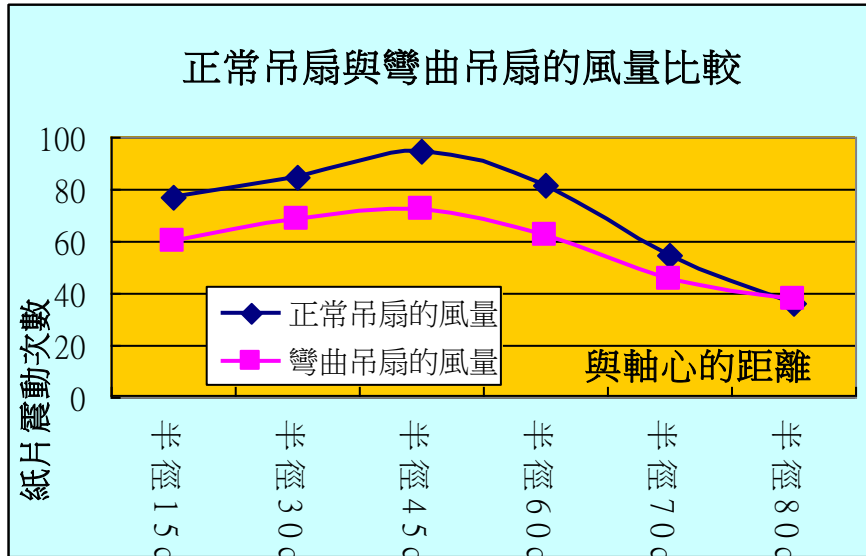
(正常的吊扇觀測結果)

不同半徑、高度的風量變化情形	半徑 15cm	半徑 30cm	半徑 45cm	半徑 60cm	半徑 70cm	半徑 80cm
離地面 190cm	82	94	105	83	57	33
離地面 150cm	87	87	101	85	54	39
離地面 110cm	85	86	95	83	56	37
離地面 70cm	66	80	91	80	55	34
離地面 30cm	64	76	80	75	52	39
平均 (次數)	76.8	84.6	94.4	81.2	54.8	36.4

(彎曲變形的吊扇觀測結果)

不同半徑、高度的風量變化情形	半徑 15cm	半徑 30cm	半徑 45cm	半徑 60cm	半徑 70cm	半徑 80cm
離地面 190cm	73	78	79	70	51	43
離地面 150cm	73	73	76	67	47	39
離地面 110cm	67	66	75	62	46	36
離地面 70cm	62	64	72	58	42	35
離地面 30cm	58	61	58	55	40	35

平均（次數）	66.6	68.4	72	62.4	45.2	37.6
--------	------	------	----	------	------	------



**「發現」:**

- 1、吊扇離地約 250cm 高，在軸心處（半徑 15cm）的風力是較弱的，在扇葉尾端（半徑 30、45、、60cm）的風力最強，扇葉外側的風力最弱。變形的吊扇真的會讓風力變弱、變小。
- 2、塑膠片較輕所以飄動的次數較多，紙片較重所以次數較少。用眼睛來數紙片上下震動的次數較不標準，所以我們到網路上找相關資料再重複測試一次。

**「方法二」:** 利用三用電錶、小馬達與塑膠扇葉組合成一個簡易的風速器來測量風力：

**「結果」:**



不同半徑、高度的風量變化情形	半徑 15cm (正常/彎曲)	半徑 30cm (正常/彎曲)	半徑 45cm (正常/彎曲)	半徑 60cm (正常/彎曲)	半徑 70cm (正常/彎曲)	半徑 80cm (正常/彎曲)
離地面 190cm	0 / 0	0.4 / 0.4	0.9 / 0.7	1.2 / 1.2	0 / 0	0 / 0
離地面 150cm	0.4 / 0.2	0.6 / 0.5	1.4 / 1.2	1.7 / 1.6	0 / 0	0 / 0
離地面 110cm	0.6 / 0.3	0.9 / 0.6	1.1 / 1.0	1.4 / 1.2	0 / 0	0 / 0
離地面 70cm	0 / 0	0.2 / 0.2	0.4 / 0.5	0.8 / 0.7	0 / 0	0 / 0
離地面 30cm	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0

「發現」：

- 1、測出來的數值都不大，都在 0.2~1.7 (v) 左右，離扇葉越近時風力越強，越遠時風力越弱；扇葉的外側（半徑 70、80cm）許多的數值都是 0，但是頭上、臉上仍感覺到微風在吹動。
- 2、正常扇葉的風力在離地 110cm 處還有 1.1 (v)；彎曲變形的扇葉在相同高度卻只測出 0.6 (v)。

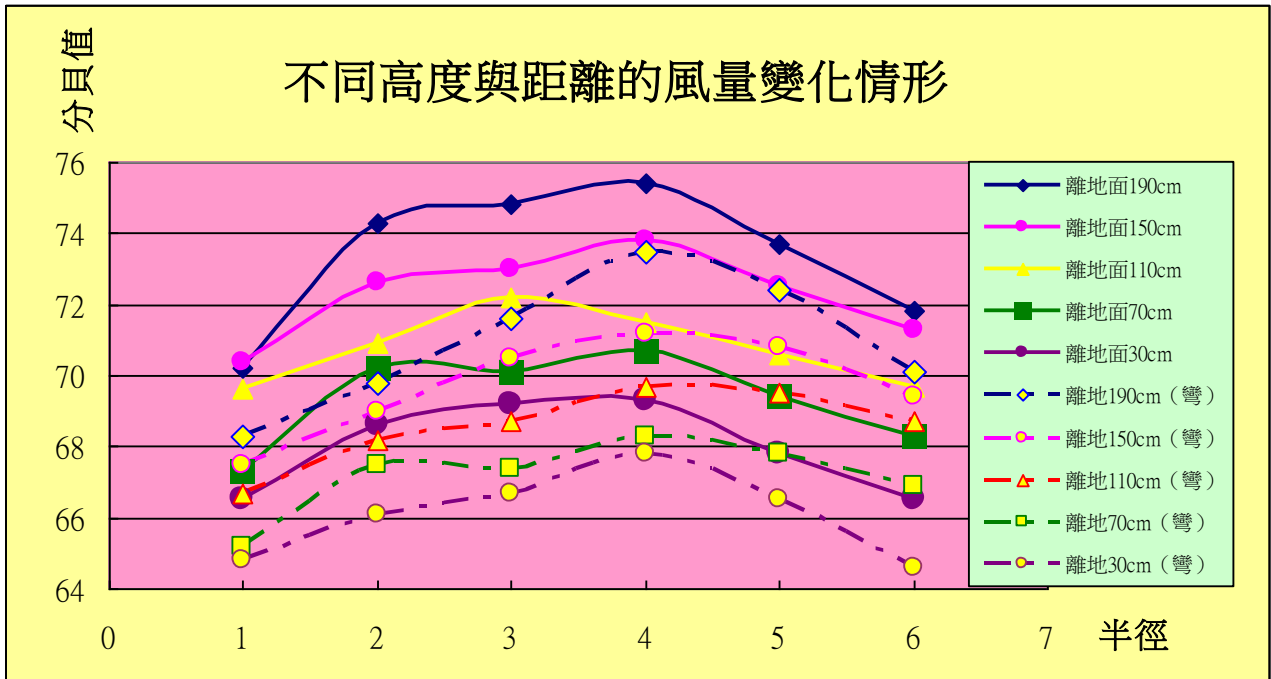
『方法三』：當吊扇旋轉後會產生噪音，再利用分貝儀來測出正常、彎曲吊扇的風力噪音值。（背景分貝值：46.5 分貝——中午午休時取得）

測量後的分貝值	全速的風力	中速的風力	慢速的風力
單獨軸心部分旋轉	55.3	52.5	50.2
在扇葉下方 (240cm)	53.3	51.8	48.5
在下方桌面 (77cm)	49.7	48.3	47.8
扇葉邊貼上五張紙片	94.6	78.4	68.7
扇葉邊貼上兩張紙片	75.4	67.8	57.2



「修正」：單獨軸心運轉時速度變快，測得分貝值較高；而整組吊扇運轉時分貝值反而降低。在扇葉外側黏貼紙條來增加噪音值。（以高速風力實驗的結果）

不同半徑、高度的風量變化情形	半徑 15cm (正常/彎曲)	半徑 30cm (正常/彎曲)	半徑 45cm (正常/彎曲)	半徑 60cm (正常/彎曲)	半徑 70cm (正常/彎曲)	半徑 80cm (正常/彎曲)
離地面 190cm	70.2/ 68.3	74.3/ 69.8	74.8/ 71.6	75.4/ 73.5	73.7/ 72.4	71.8/ 70.1
離地面 150cm	70.4/ 67.5	72.6/ 69.0	73.0/ 70.5	73.8/ 71.2	72.5/ 70.8	71.3/ 69.4
離地面 110cm	69.6/ 66.7	70.9/ 68.2	72.2/ 68.7	71.5/ 69.7	70.6/ 69.5	69.7/ 68.7
離地面 70cm	67.3/ 65.2	70.2/ 67.5	70.1/ 67.4	70.7/ 68.3	69.4/ 67.8	68.3/ 66.9
離地面 30cm	66.5/ 64.8	68.6/ 66.1	69.2/ 66.7	69.3/ 67.8	67.8/ 66.5	66.5/ 64.6



「發現」:

- 1、離扇葉越近測出的分貝值越高，越遠時分貝值越小。
- 2、扇葉外緣的分貝值會比軸心處、外面的分貝值高；與前面實驗的結果完全相同，並可以測出相當小的微風量。

「實驗三」: 下垂的扇葉可以復原嗎?

「方法」: 將彎曲的扇葉裁成 10 cm 大小的扇葉片，並泡水、風乾再與原扇葉來比較負重情形:

「結果」: (掛上 4 公斤的重物並下拉 30cm 並觀察扇葉下凹的情形)

扇葉的改變情形	地下室未泡水扇葉	變形點泡 1 小時	彎曲扇葉泡水 30 分	彎曲扇葉泡 1 小時	彎曲扇葉泡 1.5 小時	彎曲扇葉泡 2 小時
扇葉泡水後的厚度	0.55cm	0.6cm	0.65cm	0.75cm	0.9cm	1.0cm
扇葉泡水前的重量	18.50g	17.70g	19.01g	18.79g	19.57g	17.47g
扇葉泡水後的重量	18.50g	23.03g	21.12g	21.97g	27.81g	28.80g
扇頁風乾後的重量	18.50g	20.60g	19.60g	18.97g	23.43g	24.56g
扇頁風乾兩週後	18.50g	18.86g	18.96g	17.75g	20.10g	18.71g



「發現」:

- 1、彎曲的扇葉比一般扇厚 0.05cm，當泡過水後厚度會再增加，表示扇葉會吸水；泡水 4 小時之後發現扇葉的表皮開始脫落。
- 2、被水浸泡後再風乾的扇葉負重情形很不好；未泡水的扇葉負重後只有約 0.05cm 的凹痕，泡水後的扇頁負重後留下約 0.7cm 的凹痕。

「想法」: 泡水後又風乾的扇葉到底有沒有可能恢復成原來的樣子呢？

「實驗三~ (1)」: 泡樹脂溶液後的扇葉可以恢復原來的硬度嗎？

「方法」: 將泡水後的扇葉片再浸泡 70% 南寶樹脂溶液 4 小時之後，再以滾輪機壓緊、乾燥一周、風乾一周，再測量扇葉片的負重程度。

「結果」:



(微量電子秤測重)



(浸泡樹脂)



(加上保鮮膜)



(調整滾輪機壓緊扇葉)



(滾輪機緊壓一周)



(壓緊後再乾燥的扇葉)

扇葉的重量 改變情形	地下室未泡 水扇葉	變形點 泡 1 小時	彎曲扇葉泡 水 30 分	彎曲扇葉泡 1 小時	彎曲扇葉泡 1.5 小時	彎曲扇葉泡 2 小時	
泡水後增加的重量	0g	5.33g	2.11g	3.18g	8.24g	11.33g	
風乾後增加的重量	0g	0.07g	0.06g	0.07g	0.26g	0.44g	
泡完樹脂後增加的 重量	0g	10.19g	8.33g	8.1g	12.25g	12.13g	
泡完樹脂再壓緊乾 燥後增加的重量	0g	3.05g	3.73g	4.45g	5.65g	4.38g	
壓緊後負 重的情形	深度	0.4cm	0.65cm	0.5cm	0.6cm	0.7cm	0.8cm
	寬度	0.1cm	0.25cm	0.2cm	0.2cm	0.3cm	0.45cm

「發現」：

- 1、壓緊、乾燥後的重量約增加 4 公克，恢復為原來的厚度 0.5cm。
- 2、乾燥後的扇葉片負重情形是：原本正常的 > 緊壓乾燥後的 > 泡水前 > 泡水後，雖然扇葉好像恢復了原狀，但是與原來的扇葉比起來還是軟了一些。
- 3、扇葉片泡水時間越久，恢復原來硬度的情形越不好，凹痕的深度、寬度都加大，甚至扇葉片會被重物拉彎變形。

「實驗四」：哪些東西可以來取代下垂的扇葉？

「方法」：到特力屋、木材行、五金行與水電行的老闆詢問扇葉的材質是什麼材料：

「結果」：

- 1、到材料行購買『密集板』發現厚度是 0.45cm 與扇葉的 0.5cm 相距不大；切割成扇葉的大小後，再測重量發現兩者也十分接近。所以判斷扇葉的材料應該就是『密集板』。
- 2、『壓克力板』：厚度有 0.5cm 的材料，但是重量卻多出 200g。
- 3、『木板』：經過一段時間後會裂開，有危險性；『合板』：塗膠的部份會脫膠而分開，一樣有危險。

「推測」：扇葉的長度、重量一定是經過公司的反覆測驗才大量生產製造的，如果改變扇葉的條件，會不會影響風力的大小呢？

「實驗四~(1)」：改變扇葉的寬度、長度時是否會讓風力改變？

「方法」：利用密集紙板來改變扇葉的寬度（1/2、1/3、1/4）、長度（1/2、1/3、1/4）並用分貝儀來測量風力的噪音情形：

「結果」：



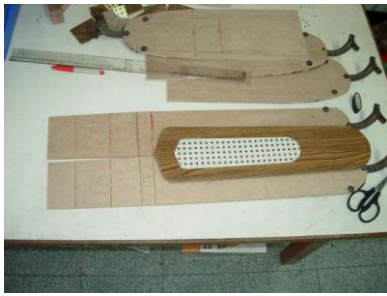
(加長、加寬的新扇葉)



(鑽孔後裝上鐵架)



(與正常扇葉的對照)



(加長型 75cm 的扇葉)



(組合成加寬型 18cm 扇葉)



(測風速)



(組合成加長型 75cm 扇葉)



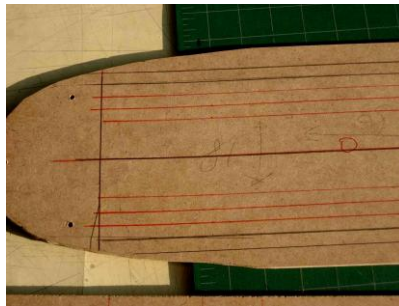
(扇葉外側加上紙片)



(利用分貝儀測噪音)



(彎曲扇葉外側加上紙片)



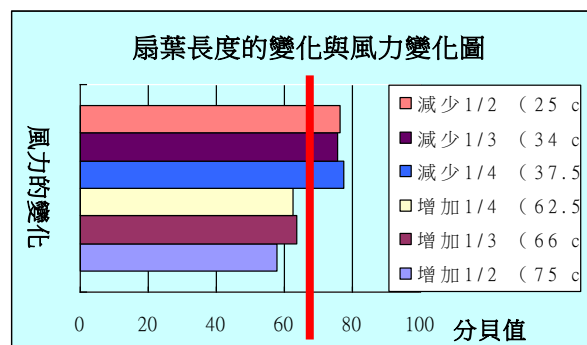
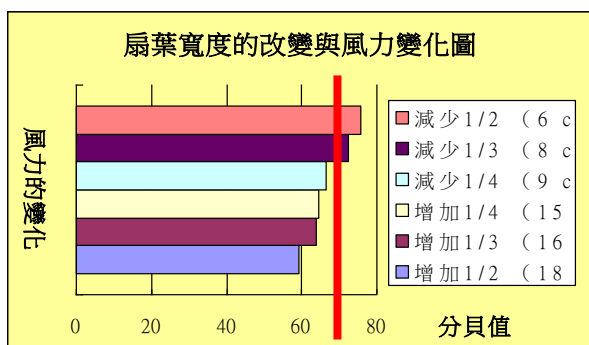
(修切由寬變窄的扇葉)



(切割後變窄的扇葉)

改變扇葉寬度的情形	原寬度 (12cm)	增加 1/2 (18 cm)	增加 1/3 (16 cm)	增加 1/4 (15 cm)	減少 1/4 (9 cm)	減少 1/3 (8 cm)	減少 1/2 (6 cm)
重量的變化	320g	380g	355g	340g	285g	260g	235g
風力的變化	75.4 分貝	59.16	63.85	64.4	66.56	72.3	75.6
改變扇葉長度的情形	原長度 (50cm)	增加 1/2 (75 cm)	增加 1/3 (66 cm)	增加 1/4 (62.5 cm)	減少 1/4 (37.5 cm)	減少 1/3 (34 cm)	減少 1/2 (25 cm)

重量的變化	320g	450g	395g	375g	265g	255g	210g
風力的變化	75.4 分貝	57.9	63.55	62.45	77.3	75.8	76.2



「發現」:

- 1、五片扇葉加上五張紙片後測得噪音值將會增高到 95 分貝，有點太吵，只好減到用兩張紙片來實驗，測得分貝值為 75.4 分貝，而彎曲扇葉只有 63.8 分貝。
- 2、加寬的扇葉分貝值只有 59~64 分貝；由加寬到變窄時，風力（分貝值）的變化是漸漸變大，且發現扇葉搖晃的程度增加。
- 3、加長的扇葉只測得 57~62 分貝；當加長時風力變弱，當減短時風力（分貝值）卻變強。
- 4、自製同尺寸的扇葉測出 73.4 分貝，與一般扇葉的分貝值接近。

而其他加長、加寬

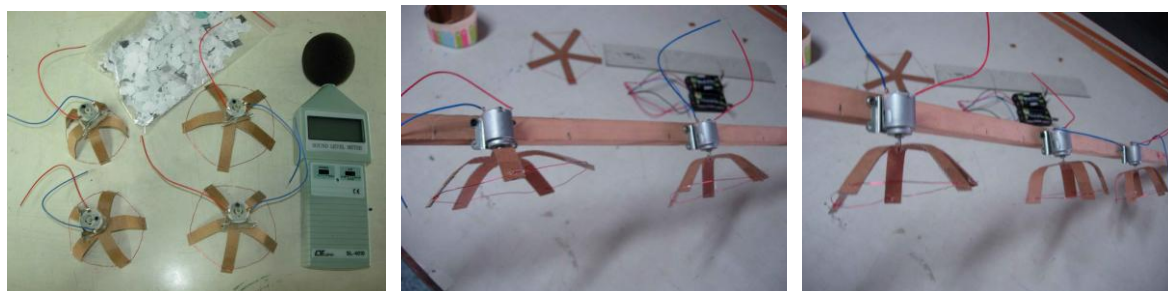
的扇葉測出來的噪音值卻不夠明顯

「推測」: 標準吊扇的進風比是:『進風面積』與『扇葉的面積』的比是  $1.6:1$ ; 而加長型 75cm 長的扇葉比卻增加到  $3:1$ ; 縮短型 25cm 的扇葉比是  $0.3:1$ ; 變寬 18cm 的扇葉進風的比是  $0.8:1$ ; 變窄 6cm 的扇葉進風比是  $4.2:1$ 。這可能就是吊扇公司的秘密，考慮吊扇的風量變強（弱）、扇葉穩定性、風力吹送的範圍、耗電量、等考慮因素而採用的扇葉尺寸。

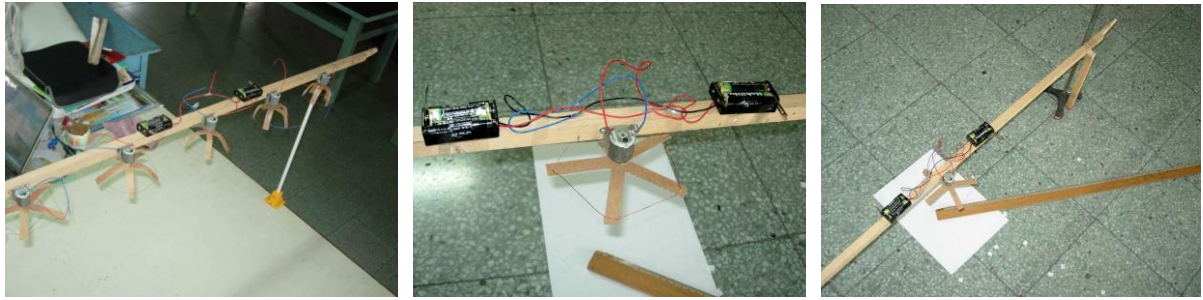
「實驗四~ (2)」改變扇葉下垂的角度並測量風力的變化的情形:

「方法」: 以小馬達、厚紙板來組裝成五片扇葉的吊扇，再利用不同長度的漆包線來固定扇葉下垂的角度，並利用 1cmx1cm 的紙片來撞擊扇葉並紀錄紙片飛離的距離:(縮小比例約 1/10)

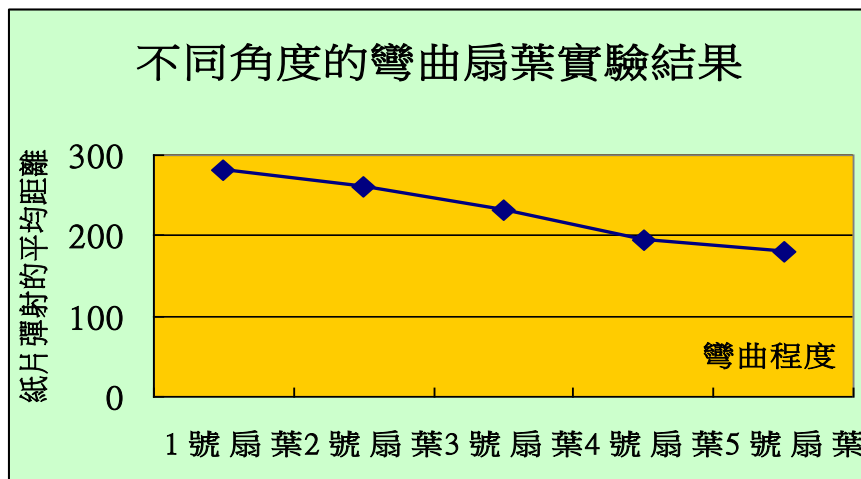
「結果」:







十次平均值	1 號扇葉	2 號扇葉	3 號扇葉	4 號扇葉	5 號扇葉
下垂角度	未彎曲	下垂 5 度	下垂 15 度	下垂 30 度	下垂 40 度
距離 (1cm)	281.9	259.7	232.5	194.6	179.4
距離(0.5cm)	218.5	194.5	178.4	132.8	116.5
噪音分貝值	66.1	68.7	67.4	67.6	67.7



**「發現」:**

- 1、一般吊扇是由上方吸入空氣再進入扇葉並吹送到下方，較難操作實驗；所以採用縮小的模型來驗證不同彎曲程度的扇葉。
- 2、紙片碰到未彎曲的 1 號扇葉後彈射距離最遠，扇葉彎曲越大時紙片彈出的距離越近。扇葉下垂的角度越大時吹送的風力範圍就越窄。
- 3、經過多次實驗後，發現彎曲扇葉所產生的噪音也會增加的，只是差距不明顯，相關性較低。

**「推測」:**

- 1、一般”兒童安全風扇”卻沒有將此條件加入，可能是不考慮風力的大小，只把安全性擺第一，空氣會產生流動而以。
- 1、潛水艇的螺旋槳、循環扇、壁扇、、都有不同功能，所以也都有特殊變形的扇葉；有的要安靜與擾動水流範圍小、有的要風力強、螺旋風力、、等不同點。

**「實驗五」、教室環境與吊扇的風力的探討：**

**「探討一」:** 關閉窗戶與打開窗戶時對吊扇風力的影響：(見圖)

**「方法」:** 以吊扇為圓心，將衛生紙剪成 2cm 寬的長條貼在天花板上，間隔 20cm 貼上一張，最遠貼到 160cm 處。



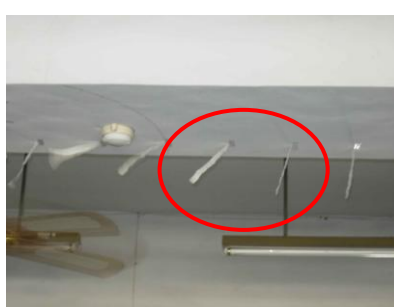
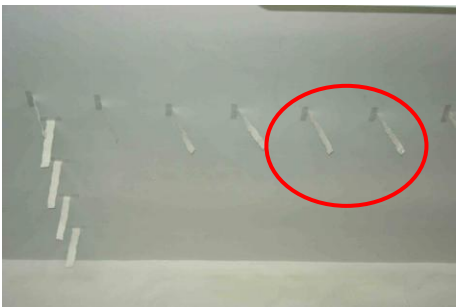
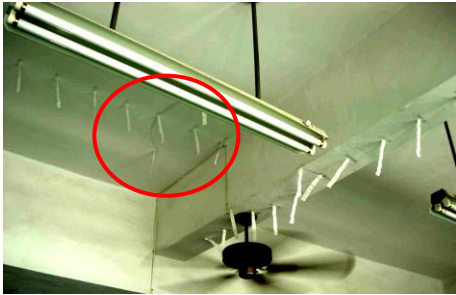
「發現」:

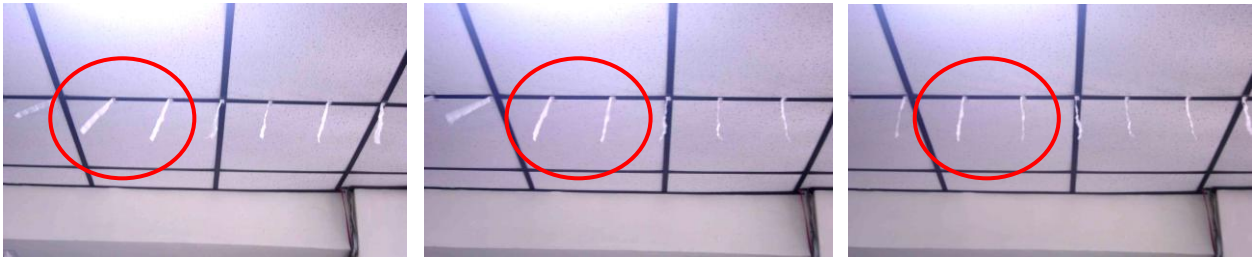
- 1、關閉窗戶實驗時天花板上的衛生紙條在 20、40、60cm 飄動的角度較大、但是 60cm 之後的衛生紙片就沒有飄動。說明了空氣流動時會有死角出現。
- 2、打開窗戶實驗時卻發現：所有的衛生紙條都有飄動，只是飄動角度較小。說明了吊扇轉動時會吸進外面的空氣進入教室。

「探討二」：吊扇與天花板的距離不同時（天花板有增加輕鋼架、也有挑高的現象）是否會改變吊扇的風力大小呢？

「方法」：(同前) 利用照片來測量衛生紙的傾斜角度：

「結果」:





衛生紙的傾斜角度	0cm	20cm	40cm	60cm	80cm	100cm	120cm	140cm
有輕鋼架 (14 cm)	80	50~60	30~40	0~10	0~10	0~10	0~10	0~10
一般距離 (33cm)	60~70	40~50	20~30	0~10	0~10	0	0	0
挑高天花板 (70 cm)	10~20	10~20	0~10	0	0	0	0	0

#### 「發現」:

- 1、扇葉的進風距離越短時，衛生紙的傾斜角度越大；進風距離越長時，衛生紙的傾斜角度越小。表示吊扇上方空氣流動的速度是不一樣的。
- 2、如果將進風距離減少到很短很短時，空氣流動的聲音就會增大很多。衛生紙幾乎是接近 90 度的被吊扇的風吸入。
- 3、再以小馬達風扇、直立式風扇來試驗：發現後方進風口離紙板很近時（有阻礙時）風的噪音會變大、且吸力也會變大，但是前方吹出來的風卻變得較弱。

#### 伍、研究結果與討論：

- 一、由「實驗一」中發現地下室、禮堂本身就是很潮濕的環境，而吊扇的功能就是除濕、讓空氣流通，與一般的教室比起來溼度居然高了 9 %；而扇葉材質也是吸水性的纖維，長時間下來就是『扇葉變形下垂的原因』。
- 二、扇葉下垂處就是扇葉的重心處（18cm）左右；將彎曲扇葉移到一般教室後發現重量會慢慢減輕，可能是乾、濕度改變後讓扇葉結構內的水氣蒸散掉了。
- 三、在「實驗二」中發現厚紙片測出的距離較近，A4 紙片較輕所以被風吹的比較遠；且紙片放置的位置也會影響被扇葉吹離的距離。
- 四、紙片掉落的情形有兩種（1）會呈水平的「之」字型的飄移：間距大，所以落下有時很近有時卻很遠，誤差較大。（2）垂直的前後翻滾：間距小，所以誤差較小。
- 五、利用塑膠片、紙片、三用電錶、分貝儀等方式來測量風力的大小，發現在扇葉邊緣（45~60cm）的風力 > 扇葉內側（0~30cm）的風力 > 扇葉外（70~80cm）的風力；且扇葉下方距離越近時風力越強、遠離扇葉時風力越弱。
- 六、扇葉泡水時間越長厚度變得越厚，且扇葉的彎曲點泡水 30 分鐘增厚的情形與扇葉非彎曲點泡 90 分鐘的厚度一樣。可說明扇葉彎曲點是最鬆垮的地方。
- 七、由『實驗四』中可知扇葉加長之後風力吹送範圍加大了可是風力卻變弱了，扇葉減短後風力變強了可是吹送範圍卻縮小了；扇葉加寬後風力也是變弱了，扇葉變窄後風力會增強但是風量卻是不平穩的、忽大忽小的。
- 八、在『實驗四~2』裡知道扇葉下垂角度越大風力越弱（紙片彈飛的較近），下垂角度小風力越強（紙片彈離的較遠）。這些在彎曲吊扇上是缺點，但是在潛水艇的推進器上卻是優點。
- 九、在『實驗五』中找到了另一種吊扇噪音產生的原因；進風距離短、風速強、噪音大，

製造出的風卻較弱；進風距離較遠就沒有這些問題了。

## 陸、結論：

地下室的濕氣就是靠吊扇來排除的，但相對的溼氣也同時在耗損著吊扇。我們從觀察扇葉彎曲下垂到全部完成實驗共花了我們近十個月的時間，大家七嘴八舌探討、做實驗之後才有這些心得。

一個下垂的吊扇有哪些學問？從測量風力、噪音、到利用膠結的方法來補救扇葉；也可利用塑膠、壓克力等等質輕不怕濕氣的材料來代替。又發現扇葉的長短、寬窄、角度、都是影響風力、穩定性、噪音的變因，所以當報紙上出現『無葉片風扇』時又讓我們更加興奮的討論，只是時間不允許我們再做深入研究。所以把它定為未來研究的方向。

整個實驗過程中常常有些被忽略掉的小細節，但那可能是就是最重要、關鍵之處；而遇到無法解決的問題時，或許轉個方向用其他替代方法，反而就有意想不到結果。

## 柒、參考資料及其他：

黃浩晟;謝家任;林奕臻;姚俊辰（民 98）。「風」華再現-風力發電的探索。第四十九屆全國中小學科展作品。

王美芬等（民 98）。國小自然與活科技。五上第三單元力與運動。康軒文教機構，74，75。

吊扇的種類花樣，取自：

[http://www.ceilingfan.com/Fanimation\\_ceiling\\_fans.htm](http://www.ceilingfan.com/Fanimation_ceiling_fans.htm)

吊扇分 3、4、5 片扇片，哪一種最穩定不易晃動，取自：

<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1305082518821>

吊扇安裝的最佳位置，取自：

<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1608061506461>

風機基本原理。取自：

<http://www.ecaa.ntu.edu.tw/weifang/%A4%FB%AA%D9%C0%F4%B1%B1/new/page5.htm>

結構物之氣動力氣彈力 與風載重分析 國立台灣海洋大學河海工程學系一環境動實驗室

<http://wt.hre.ntou.edu.tw/005/s7.pdf>

建準電機工業股份有限公司 技術資料

<http://www.sunon.com.tw/uFiles/file/catalog%20download/Technology/007.pdf>

無葉風扇

[http://www.hkheadline.com/home/home\\_content.asp?contid=28955&srctype=p](http://www.hkheadline.com/home/home_content.asp?contid=28955&srctype=p)

## 【評語】 080810

本作品探討彎曲扇葉對空氣流動所產生的擾流所得結論亦具實用價值，值得嘉許。建議可再努力與注意：

- 1.作品針對彎曲扇葉不平問題提出簡單解決方案，具有不錯成效。
2. 在探討擾流時，若能以其他方式輔助，如用風速計，將使本作品更成功。
- 3.建議彎曲扇葉下垂角度計算等問題加以改進。