中華民國 第49屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組　生活與應用科學科

030807

太陽能風車

學校名稱：臺南縣立善化國民中學

作者：	指導老師：
國二 張慈烜	劉佳容
國二 陳昱璁	王德麟
國二 蘇冠豪	
國二 侯冠宇	

關鍵詞：熱輻射、熱對流、風車

作品名稱：太陽能風車

摘　　要

溫室效應造成全球暖化，太陽能的利用顯的格外重要。本研究利用熱對流與熱輻射的概念，製作出太陽能風車，研究顯示：

一、竹炭比木炭保溫效果較好。

二、照光時，有添加竹炭的底座使葉扇轉動效果較好。

三、照光時，摺角 60 度之葉扇的轉速比較快。

四、照光時，底面積相同，以高度在中間的底座，使葉扇轉速較快。

五、照光時，高度相同，以底面積在中間的底座，使葉扇轉速較快。

六、葉扇轉速與太陽照度和溫度同時有正相關。

壹、研究動機

家中有一雙竹炭襪，標榜著有保溫的效果，基於好奇心，在跟同學討論後，決定以竹炭保溫做爲我們研究的主題。實驗一陣子後，發展遇到了瓶頸，於是上網找尋資料發現，之前曾經有人研究過風車；剛好上理化課時，老師有提到熱對流及熱輻射，於是靈機一動將竹炭保溫與風車結合，經過實驗測試，轉動效果很好。希望此風車能有助於應用在教學上，並期望未來可應用在生活中。

貳、研究目的

一、研究木炭與竹炭的保溫效果。

二、研究有無添加竹炭之底座對葉扇轉速的影響。

三、研究不同摺角之葉扇的轉速比較。

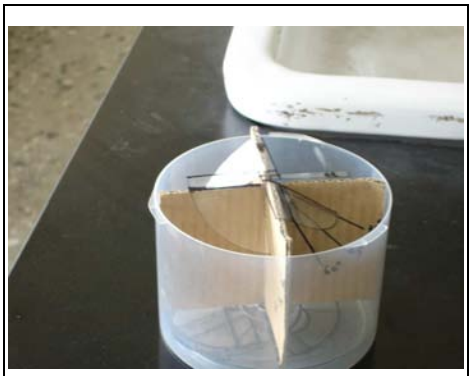
四、研究不同高度的底座對葉扇轉速的影響。

五、研究不同面積的底座對葉扇轉速的影響。

六、研究風車在陽光下的應用。

參、研究設備及器材

竹炭粉、木炭粉、試管、透明投影片、 1000mL 燒杯(底面積直徑 10cm、高 15cm)、縫衣針(長度 4cm)、小磁鐵、100 瓦燈泡、25 瓦燈泡、碼錶、量角器、電子溫度計、鋁箔紙、黑色壁報紙、黑色砂紙、酒精燈架、黏土、自製摺角測量器、照度計、紙箱、電子秤、廢光碟。

		
摺角測量器	照光情形	竹炭和木炭放入紙箱中照光
陽光下實驗一	陽光下實驗二	照度計

肆、研究方法與過程

一、架設保溫箱：

（一）找尋一個廢棄紙箱，將內部貼滿錫箔紙，以減少輻射所散失的熱。

（二）在頂部開一個洞，嵌入提供熱源的燈泡。

（三）在箱子的一側再開一個小門以利觀察。

二、製作葉扇：

（一）利用圓規在透明投影片上參考網路資料的半徑畫圓。

（二）利用自製量角器摺出 60 度、45 度、30 度的葉扇。

三、製作底座：

利用勾股定理計算底座底、高之間的大小、高低做出底、高相同各三組。

四、密閉燒杯：

利用黏土將燒杯口封住防止外界空氣進入影響實驗結果。

五、各項研究，觀察記錄：

（一）木炭與竹炭的保溫效果。
（二）有無添加竹炭之底座對葉扇轉速的影響。（葉扇 60 度）
（三）不同摺角之葉扇的轉速比較。
（四）不同高度的底座對葉扇轉速的影響。（葉扇 45 度）
（五）不同面積的底座對葉扇轉速的影響。（葉扇 45 度）
（六）風車在陽光下的應用。（葉扇 60 度）

伍、研究結果

一、研究一結果

（一）實驗一：第一次的測試結果

表一：溫度（℃）	空白	竹炭	木炭
加熱前	31	31	32
加熱 5 分後，冷卻 30 秒	41	42	42
冷卻 1.5 分	41	42	42
冷卻 2.5 分	41	42	42
冷卻 3.5 分	41	42	42
冷卻 4.5 分	41	42	42
冷卻 5.5 分	40	42	42
冷卻 6.5 分	40	41	40
冷卻 7.5 分	40	41	40
冷卻 8.5 分	39	40	40
冷卻 9.5 分	38	40	39
冷卻 10.5 分	38	40	39
冷卻 11.5 分	38	39	38
冷卻 12.5 分	37	38	38
冷卻 13.5 分	37	38	37

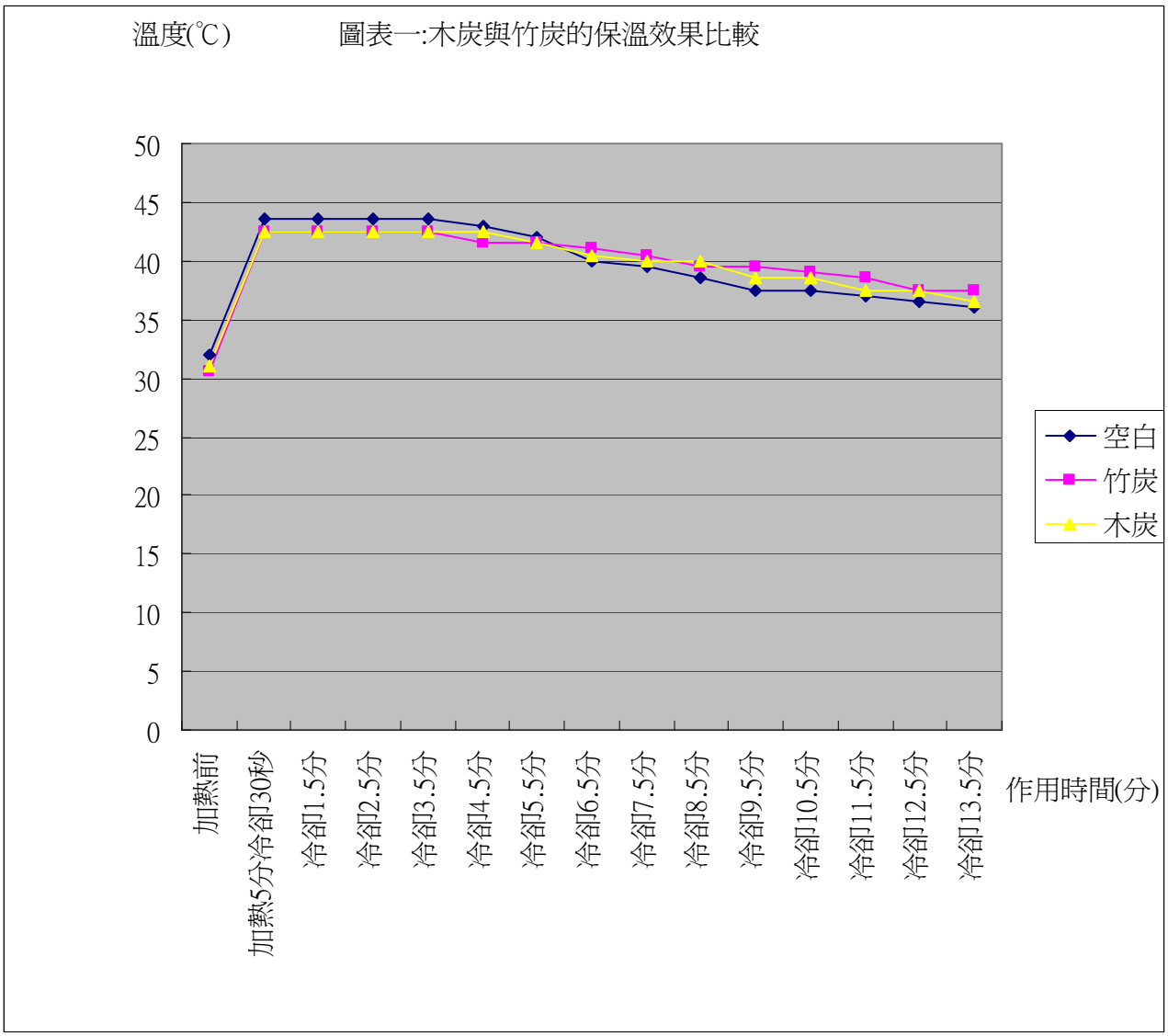
（二）實驗二：第二次的測試結果

表二：溫度（℃）	空白	竹炭	木炭
加熱前	33	30	30
加熱 5 分後，冷卻 30 秒	46	43	43
冷卻 1.5 分	46	43	43
冷卻 2.5 分	46	43	43
冷卻 3.5 分	46	43	43
冷卻 4.5 分	45	41	43
冷卻 5.5 分	44	41	41
冷卻 6.5 分	40	41	41
冷卻 7.5 分	39	40	40

冷卻 8.5 分	38	39	40
冷卻 9.5 分	37	39	38
冷卻 10.5 分	37	38	38
冷卻 11.5 分	36	38	37
冷卻 12.5 分	36	37	37
冷卻 13.5 分	35	37	36

（三）測試結果平均值

表三：溫度（℃）	空白	竹炭	木炭
加熱前	32	30.5	31
加熱 5 分冷卻 30 秒	43.5	42.5	42.5
冷卻 1.5 分	43.5	42.5	42.5
冷卻 2.5 分	43.5	42.5	42.5
冷卻 3.5 分	43.5	42.5	42.5
冷卻 4.5 分	43	41.5	42.5
冷卻 5.5 分	42	41.5	41.5
冷卻 6.5 分	40	41	40.5
冷卻 7.5 分	39.5	40.5	40
冷卻 8.5 分	38.5	39.5	40
冷卻 9.5 分	37.5	39.5	38.5
冷卻 10.5 分	37.5	39	38.5
冷卻 11.5 分	37	38.5	37.5
冷卻 12.5 分	36.5	37.5	37.5
冷卻 13.5 分	36	37.5	36.5

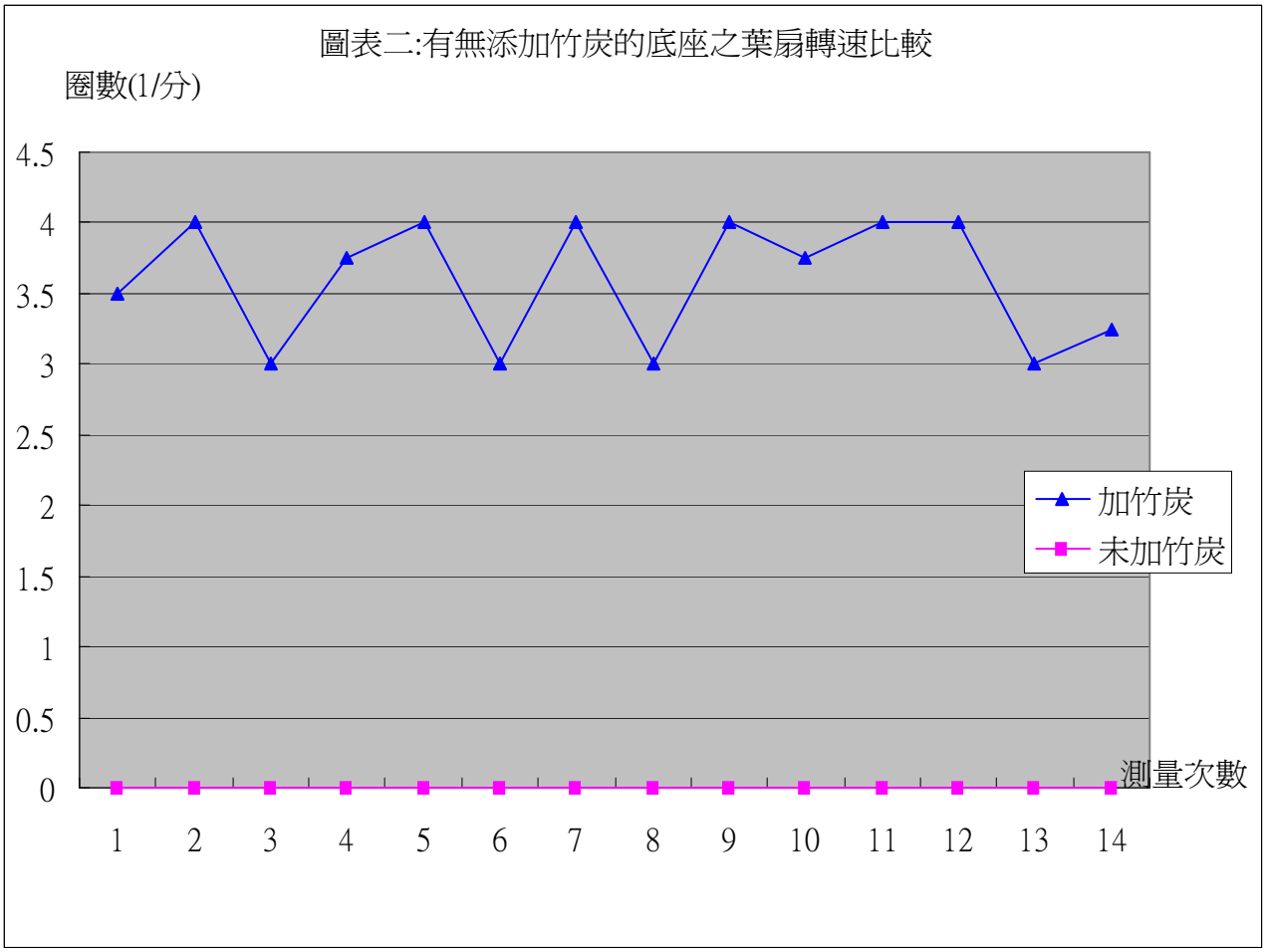


※說明：竹炭冷卻後降溫速度比木炭稍慢一些，顯示竹炭保溫效果較好。（如表、圖）

二、研究二結果

表四： 測量次數	未添加竹炭底座 之葉扇轉動圈數（1/分）	添加竹炭底座 之葉扇轉動圈數（1/分）
1	0	3.5
2	0	4
3	0	3
4	0	3.75
5	0	4
6	0	3
7	0	4
8	0	3
9	0	4
10	0	3.75

11	0	4
12	0	4
13	0	3
14	0	3.25
平均	0	3.6

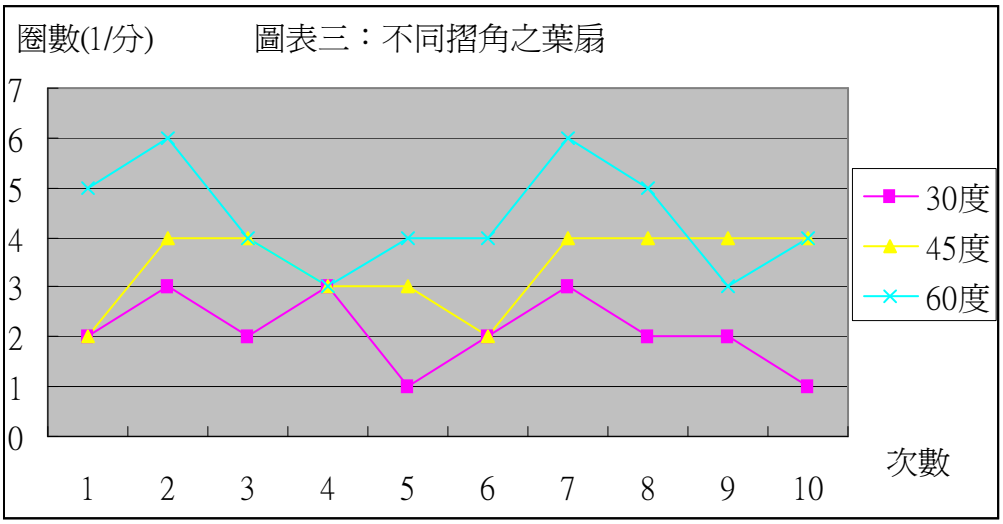


※說明：有添加竹炭的底座，可以使葉扇轉動良好、轉速平均維持在一分鐘 3.6 圈。（如表、圖）

三、研究三結果

表五： 測量次數	30 度葉扇 之轉動圈數（1/分）	45 度葉扇 之轉動圈數（1/分）	60 度葉扇 之轉動圈數（1/分）
1	2	2	5
2	3	4	6
3	2	4	4
4	3	3	3
5	1	3	4

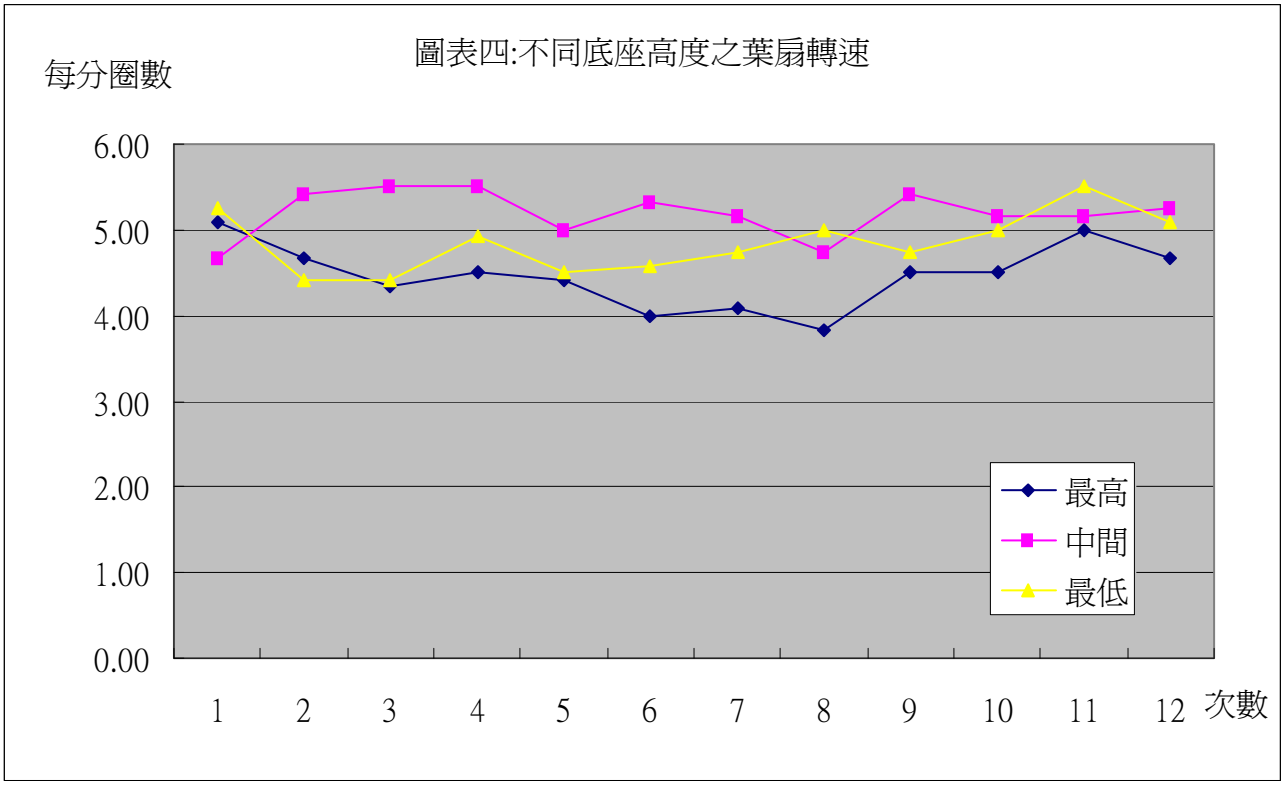
6	2	2	4
7	3	4	6
8	2	4	5
9	2	4	3
10	1	4	4
平均	2.1	3.4	4.4



※說明：葉扇平均轉速：60 度＞45 度＞30 度。（如表、圖）

四、研究四結果

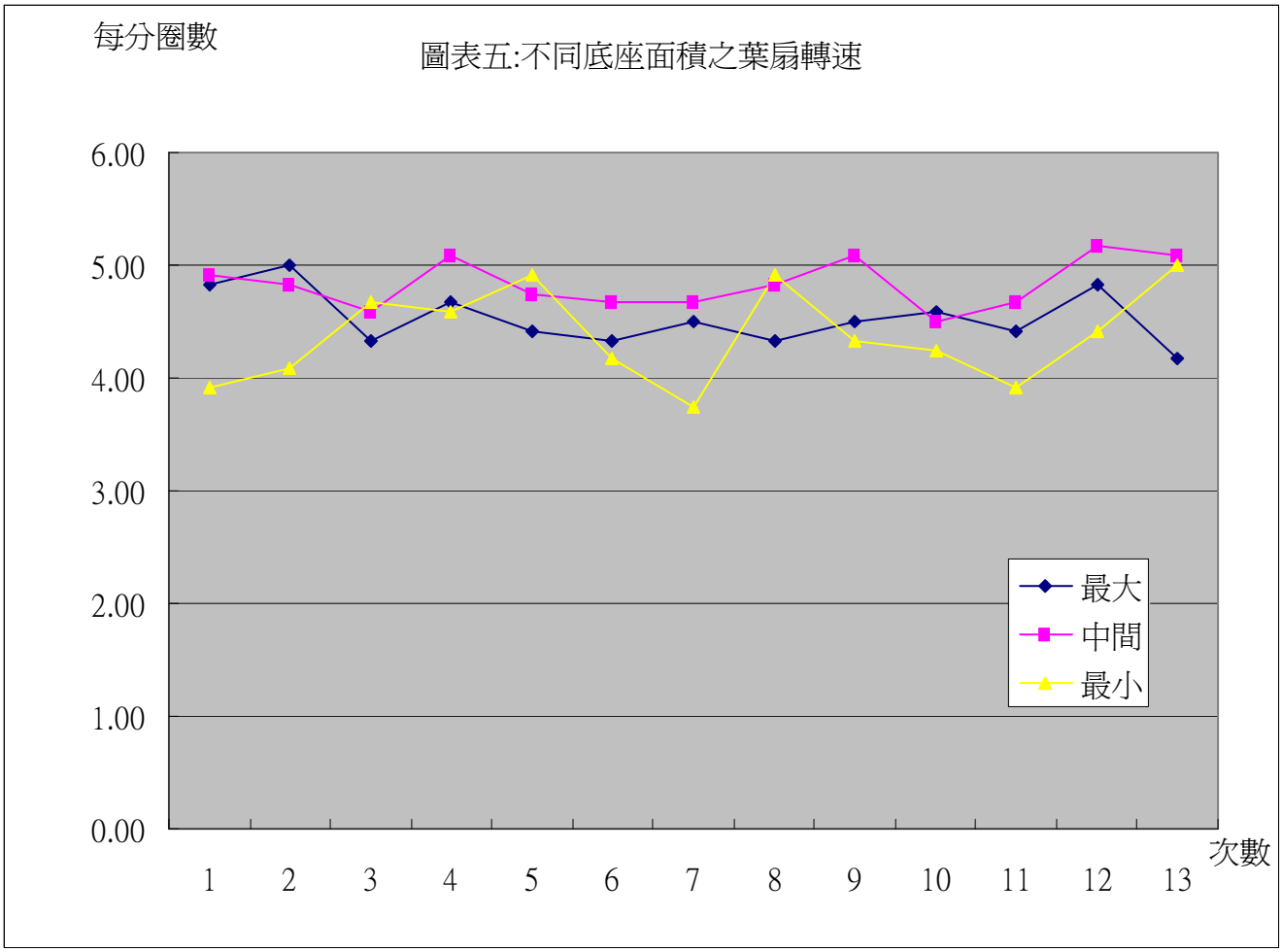
表六： 測量次數	最高底座 之葉扇轉動圈數（1/分）	中間底座 之葉扇轉動圈數（1/分）	最低底座 之葉扇轉動圈數（1/分）
1	5.08	4.67	5.25
2	4.67	5.42	4.42
3	4.33	5.50	4.42
4	4.50	5.50	4.92
5	4.42	5.00	4.50
6	4.00	5.33	4.58
7	4.08	5.17	4.75
8	3.83	4.75	5.00
9	4.50	5.42	4.75
10	4.50	5.17	5.00
11	5.00	5.17	5.50
12	4.67	5.25	5.08
平均	4.47	5.19	4.85



※說明：1.底面積相同，但是不同高度的底座，以高度在中間的底座，其轉速穩定且較快。
2.高度在中間的底座，其轉速平均值約為一分鐘 5.2 圈。（如表、圖）

五、研究五結果

表七： 測量次數	最大底座 之葉扇轉動圈數（1/分）	中間底座 之葉扇轉動圈數（1/分）	最小底座 之葉扇轉動圈數（1/分）
1	4.83	4.92	3.92
2	5.00	4.83	4.08
3	4.33	4.58	4.67
4	4.67	5.08	4.58
5	4.42	4.75	4.92
6	4.33	4.67	4.17
7	4.50	4.67	3.75
8	4.33	4.83	4.92
9	4.50	5.08	4.33
10	4.58	4.50	4.25
11	4.42	4.67	3.92
12	4.83	5.17	4.42
13	4.17	5.08	5.00
平均	4.53	4.83	4.38

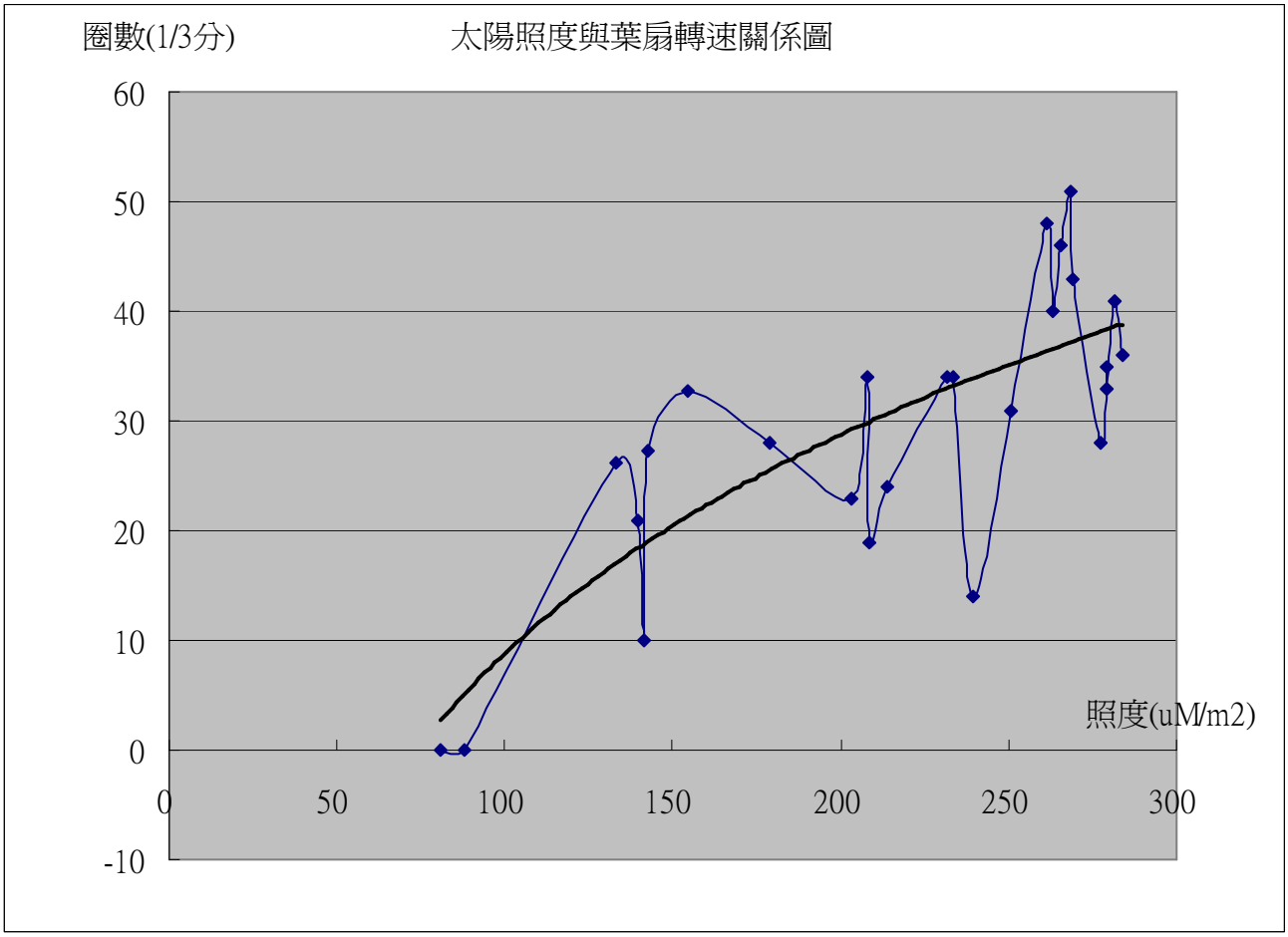


※說明：1.高度相同，但是不同底面積的底座，以面積在中間的底座，其轉速穩定且較快。
2.面積在中間的底座，其轉速平均值約爲一分鐘 4.8 圈。（如表、圖）

六、研究六結果

表八： 太陽照度(uM/m2)	3 分鐘圈數	溫度（℃）
81	0	29.4
88	0	29.8
133	26.25	30.7
140	21	30.2
141	10	30.8
142	27.25	30
154	32.75	32.4
179	28	30
203	23	34.3
208	34	34.6
208	19	35.5
214	24	30.5

232	34	27.4
233	34	31.4
239	14	31.5
251	31	34.8
261	48	42.9
263	40	35.9
265	46	44.1
268	51	40.4
269	43	28.7
278	28	30.9
279	35	31
279	33	35.2
281	41	32.3
284	36	36.6



※說明：由結果顯示，太陽光照度越強，葉扇轉動圈數有越多的傾向；但還要加上溫度考量，若溫度也高，則葉扇轉動圈數越多。（如表、圖）

陸、討論

一、實驗前準備：

（一）將竹炭塗在底座上：我們取黑色海報紙先剪好一個圓，拿畫圖用的毛筆沾竹炭和膠水的混合液在圓上朝同一方向畫；一開始先剪開圓的半徑後，再塗上混合液，但曬乾後會捲曲不平，需另外拿重物壓平。後來經過改良發現，在還沒剪開半徑前就先塗上混合液，再去曬乾這樣比先剪開半徑再塗混合液平整且較不易捲曲。

（二）膠水與竹炭混合比例：一開始以竹炭與膠水的比例為 1：1 混合，結果發現塗在紙上的竹炭會分布不均，接著我們分別測試 1：2、1：3、1：4、1：5、1：6 六組，結果以竹炭與膠水的比例為 1：4 為最佳，既不會分布不均，也不會太過濃稠。

（三）製作底座(圓錐)：我們以勾股定理的方式去構想，令圓錐底部的半徑為一股、圓錐的高為另一股，圓錐展開後的扇形的半徑為斜邊，做出“高度相同底面積不同”和“底面積相同高度不相同”的底座各三個，共六個。接著再以竹炭與膠水的比例為 1：4，均勻塗佈在黑色海報紙的圓上，並開始實驗。

二、研究木炭與竹炭的保溫效果：

（一）空白（空氣）、竹炭和木炭裝入試管加熱後，以空白的對照組溫度有稍微高一點，而竹炭和木炭加熱後的溫度相差不多。

（二）竹炭冷卻後，降溫速度比木炭和空白的稍慢一些，顯示竹炭保溫效果較好一些。

三、研究有無添加竹炭之底座對葉扇轉速的影響：

（一）根據研究一的結果得知，竹炭降溫速度比木炭稍慢一些；雖然只有些微的差異，但將兩者塗佈在黑色海報紙製作成底座並照光時，出乎我們意料，有添加竹炭的底座，其使葉扇轉動效果比添加木炭明顯而且穩定。

（二）照光時，顯示有添加竹炭的底座，可以使葉扇轉動良好、轉速平均維持在一分鐘 3.6 圈。

四、研究不同摺角之葉扇的轉速比較

（一）不同摺角之葉扇的轉速比較結果，以 60 度之平均轉速值較高，30 度之平均轉速值較低。顯示照光時，底座熱對流上升的空氣使的 60 度之葉扇有較大的力矩，所以其轉速較快。

（二）照光時，60 度之葉扇平均轉速值約為一分鐘 4.4 圈。

五、研究不同高度的底座對葉扇轉速的影響

（一）照光時，底面積相同，但不同高度的底座，以高度在中間的底座，其轉速穩定且較快。

（二）照光時，高度在中間的底座，其轉速平均值約為一分鐘 5.2 圈。

六、研究不同面積的底座對葉扇轉速的影響。

（一）照光時，高度相同，但不同底面積的底座，以面積在中間的底座，其轉速穩定且較快。

（二）照光時，面積在中間的底座，其轉速平均值約為一分鐘 4.8 圈。

七、研究風車在陽光下的應用。

（一）太陽光照度越強，葉扇轉動圈數有越多的傾向；但還要加上溫度考量，若溫度也高，則葉扇轉動圈數越多。但是我們研究發現，在太陽下若要使葉扇轉動必須符合下列其中一個條件：（1）溫度在 30℃以上（2）太陽照度在 200uM/m^2 以上。

（二）葉扇轉速與太陽照度和溫度同時有正相關。

柒、結論

一、竹炭比木炭保溫效果較好。
二、照光時，有添加竹炭的底座使葉扇轉動效果較好。
三、照光時，摺角 60 度之葉扇的轉速比較快。
四、照光時，底面積相同，以高度在中間的底座，使葉扇轉速較快。
五、照光時，高度相同，以底面積在中間的底座，使葉扇轉速較快。
六、葉扇轉速與太陽照度和溫度同時有正相關。

捌、參考資料

一、林英智等，國民中學自然與生活科技二上，台北縣：康軒文教事業，第 126 頁，民 97。
二、竹炭網 http://www.zhutanwang.com/
三、國立台灣科學教育館 http://www.ntsec.gov.tw/

玖、未來展望

我們已經開始進行下列的實驗：
一、將底座的形狀改成角錐狀，測試葉扇轉動的效果。
二、改變竹炭的濃度，測試葉扇轉動的效果。
三、將圓錐倒立，測試葉扇轉動的效果。
四、利用葉扇轉動的時候發電。

【評語】030807

利用熱對流轉動風車，構想不錯。可再加強數據之完整性，例如上下均無底之情形。另可增強其應用性。