

中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 物理科

佳作

080116

綠色奇機

學校名稱：臺北縣五股鄉德音國民小學

作者：	指導老師：
小六 姜采君	蕭景隆
小六 陳玟卉	廖學明
小六 李若瑜	
小六 李宛靜	

關鍵詞：充電器 、 風力發電 、 太陽能發電

摘要

現在地球面臨到資源不足、溫室效應等環境問題，太陽能的利用顯得越來越重要！如果能利用天然的綠色能源，反覆地加以利用，相信地球上資源的消耗速度會有更大幅度地降低。我們希望將無限的綠色能源經由轉換後，儲存下來繼續使用，不但可以節省石化燃料，也可以將地球上的廢電池數量降低。在此次的研究中，我們依據台北的環境選擇太陽能及風力這兩種台灣本島較容易取得的綠色能源，做為我們綠色充電器的能量來源，並進而自製簡易的充電器。

壹、研究動機

這學期自然教室的廢電池回收桶中出現了許多的廢電池，而且累積速度驚人。原因在於這學期有許多的年段的學生在自然科都需要使用到乾電池。看到滿滿的乾電池，除了高興廢電池的回收可以幫學校換取不少回收經費外，讓我們不禁想到，這麼多的廢電池如果沒有謹慎地處理，將會造成環境的破壞。如果利用充電電池來取代的話，就可以節省許多不必要的浪費。但是充電電池還是需要使用插座作為充電電源，依然會浪費石化燃料等天然資源。這讓我們興起了製作太陽能充電器的想法，也希望在學習的過程中可以不再額外製造更多的浪費，進而採用綠色能源來減低地球的負擔。

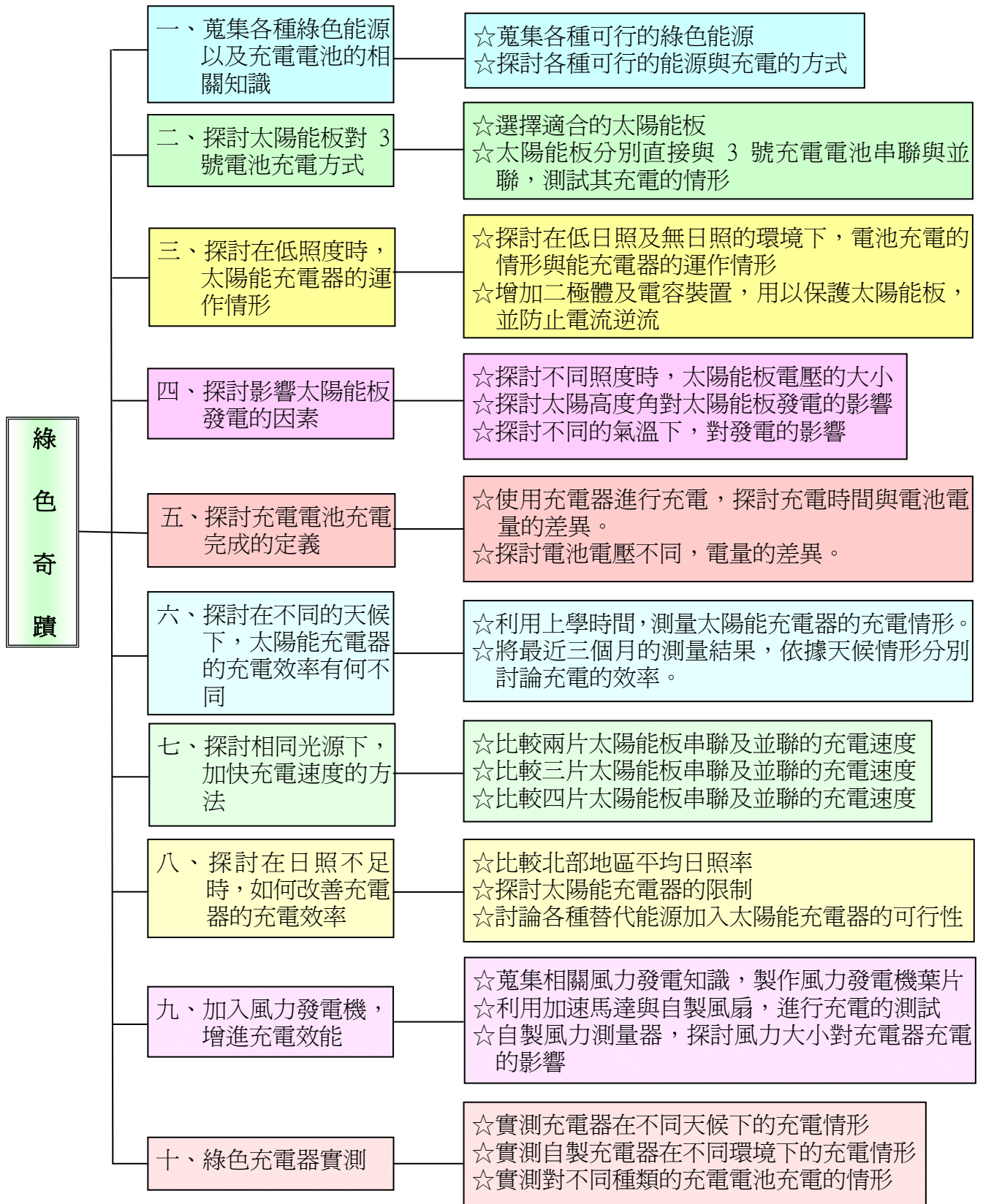
貳、研究目的

- 一、蒐集綠色能源以及充電電池的相關知識。
- 二、探討太陽能板對3號充電電池充電方式。
- 三、探討在低照度時，太陽能充電器的運作情形。
- 四、探討各種影響太陽能板發電的因素。
- 五、探討充電電池充電完成的定義。
- 六、探討在不同的天候下，太陽能充電器的充電效率有何不同。
- 七、探討相同光源下，加快充電速度的方法。
- 八、探討如何在日照度不足時，改善充電器的充電效率。
- 九、加入風力發電機，增進充電器的效能。
- 十、綠色能源充電器實際測試。

參、研究設備及器材

- 一、研究設備：電腦、數位相機、三用電表、照度計
- 二、使用器材：太陽能板、電池座、3 號充電電池、溫度計、測電器

肆、研究過程或方法



伍、研究結果

一、蒐集各種綠色能源以及充電電池的相關知識

（一）蒐集各種可行的綠色能源。

太陽能是地球接收自太陽之幅射能，其直接或間接的提供地球上絕大部分之能量。而台灣位處副熱帶季風氣候區，四季都受到季風的影響。雖然方向有異，卻是遠比水力、地熱…等綠色能源來的直接、易使用，同時也比較不受區域性的影響，所以我們選擇這兩項來進行我們的實驗。

（二）探討各種可行的能源與充電的方式



學生到圖書館查詢
相關資料



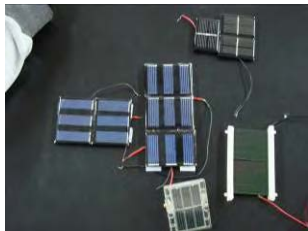
上網蒐集相關資源



學生討論充電的方式

二、探討太陽能板對 3 號充電電池充電方式。

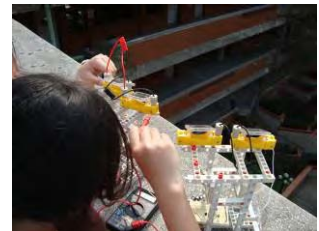
（一）選擇適合的太陽能板。



不同的太陽能板



學生討論與選擇



學生討論與實測

☆討論結果：我們蒐集了幾種常見，單價不高的太陽能板，除去部分電壓較低無法充電的太陽能板外，大部分太陽能板於串、並聯時需使用焊接的方式，並不方便。而智高太陽能板的模組化，可以安置於三號電池座上，串、並聯更換都十分方便。因此我們使用智高的太陽能板，做為我們太陽能充電器的主要核心。

(二) 太陽能板直接與 3 號充電電池串聯及並聯，於陽光下測試充電的情形。

1.實驗方法：製作兩組充電器，一組為太陽能板與充電電池串聯，另一組則為並聯。每隔 40 分鐘測量一次電量。



太陽能板對充電電池串聯

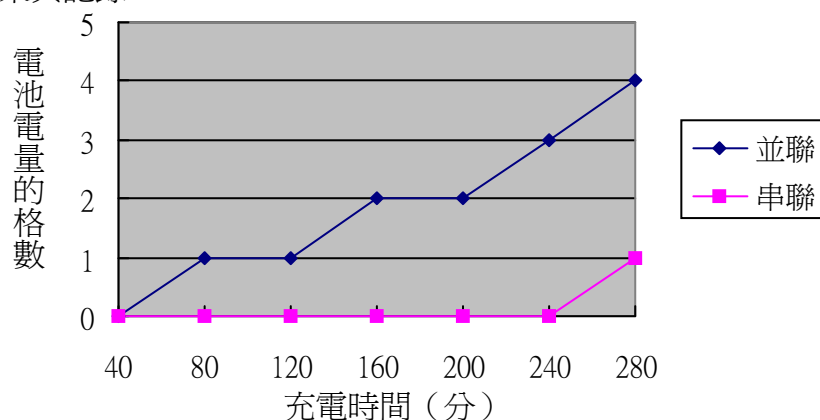


太陽能板照度測量



每隔 40 分測量一次

2.實驗結果與記錄



3.發現與討論

串聯充電速度較慢，而並聯充電電量有明顯增加。所以太陽能板和充電電池並聯，才能達到充電的效果。

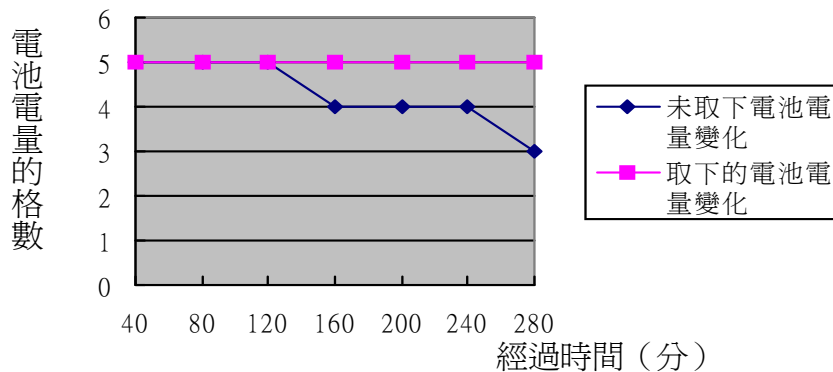
三、增加使電流無法逆流的裝置，以保護太陽能板。

充電實驗完成後，部分充電電池未取下。隔日要放電時卻發現未取下的電池讓馬達運轉（放電）的時間縮短。因此我們設計了以下實驗用以驗證電流逆流的情況，並找出解決的方法。

(一) 觀察在無日照的環境下，太陽能充電組中的電池電量變化情形。

實驗方法：將充飽電的電池放置於太陽能充電組中，並於暗室裡。每隔 40 分鐘觀察記錄。

1.實驗結果



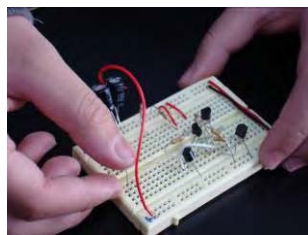
2.發現與討論

由上圖圖表可知，電池電量漸漸減少。證明太陽能板在無日照情形下，電壓低於充電電池，造成電流逆流並使電量減少，這也會影響太陽能板的壽命。

(二) 增加二極體及電容，使用電路板裝置。

1.步驟：

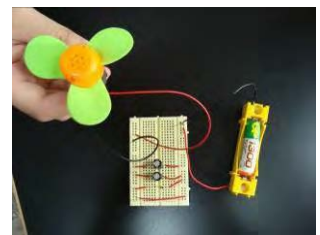
- (1) 組員上網查詢後得知二極體可使電流具有方向性，尋求家長協助幫忙。
- (2) 使用麵包板，將二極體以並聯方式和風扇及電池連接。
- (3) 將電池及風扇反向連接，觀察其變化情形。
- (4) 依家長建議，加上電容有穩壓的效果，實際加入太陽能充電組，觀察變化情形。



加入二極體及電容
的電路板



不同電路板的製作



測試二極體是否產生作用

3.實驗結果與討論

- (1) 發現正向接法，風扇會轉動；而反向連接時，風扇並不會轉動，證明二極體具有方向性，可防止電流逆流。
- (2) 以太陽能充電組做為實驗，電池電量雖然有減少，但減少的電量不多，探討原因，因電容有蓄電的功能，電池電量有一部分對電容充電，造成電量減少，電容充電之後，電池就不再放電。
- (3) 電容具有穩壓效果，但因沒有電壓的測試儀器，因此加入電容的影響，無法進行實驗。



學生製作電路板情形



家長指導情形



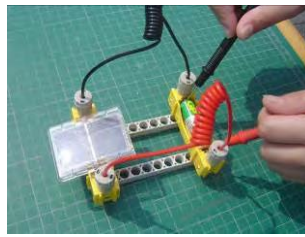
學生將電路板與充
電器結合情形

四、探討各種影響太陽能板發電的因素

(一) 探討各種不同的照度，太陽能板發產生電壓的大小。



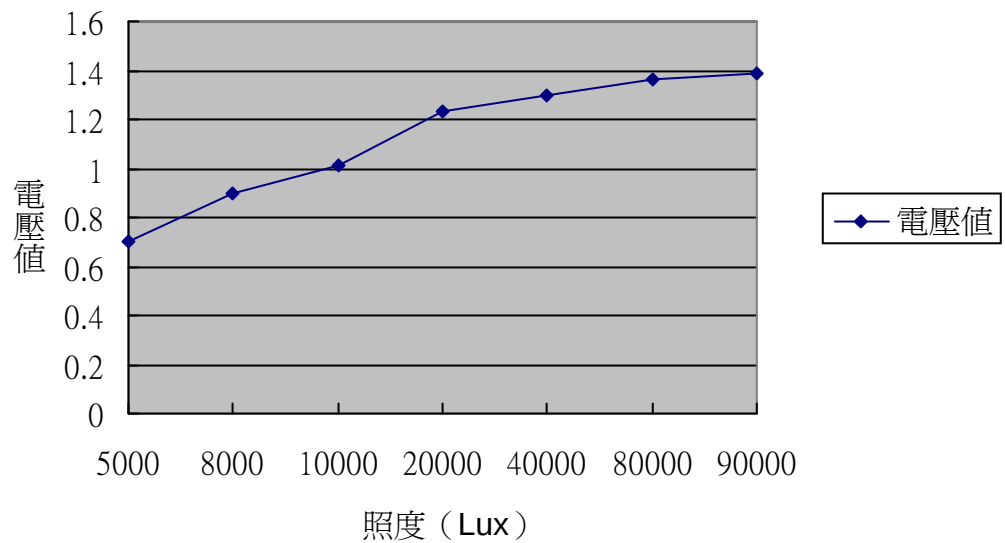
測量照度



測試電池電壓



測試電池刻度



(二) 探討太陽的高度角對太陽能板發電的影響。

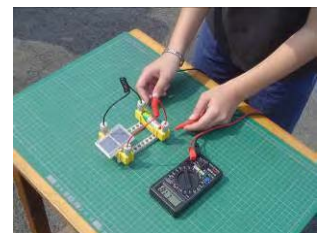
1. 利用高度角測量器調整太能板與太陽照射的角度，觀察其產生的電壓有何不同。



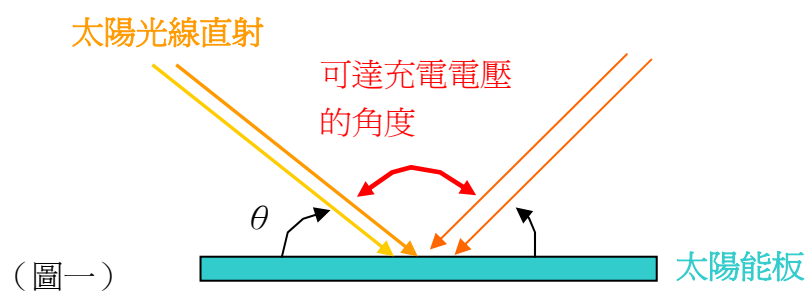
利用高度角測量器

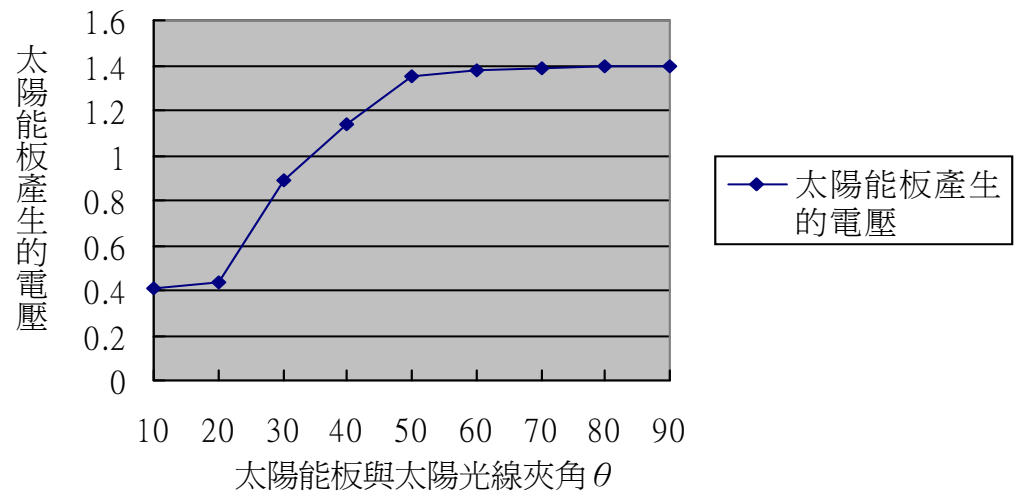


調整太陽能板與太陽
直射的夾角



測量與紀錄太陽能板
電壓變化情形



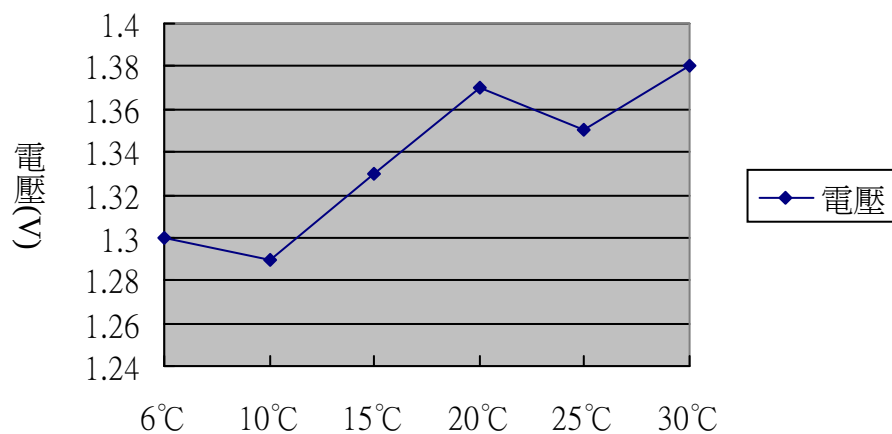


2.發現與討論

- (1) 從太陽光線與太陽能板的夾角實驗後發現，要讓太陽能板達到充電的電壓，需使圖一中的夾角 θ 大於 50 度。
- (2) 11 月至隔年 3 月間的冬天裡，平均每日可達到充電電壓 (1.3v) 時間約為 9:40~15:00 左右。
- (3) 因每日太陽高度角的不同，粗估的太陽能發電角度約為 80 度左右。每日可發電時間約為 6 小時 (夏日應可增加發電的時間)。

(三) 探討不同的氣溫下，是否會影響太陽能板發電。

1. 蒐集近三個月的不同氣溫但照度接近 (約 30000 LUX) 的實驗環境中，統計「溫度」與「太陽能板所產生的電壓」是否有所關聯。



2.結果與討論

經統計結果發現在不同溫度但照度約在 30000 左右時，太陽能板所產生的電壓多可達到 1.3v 以上，已可達到充電所需的最低電壓。所以氣溫不影響充電的功能。

五、探討充電電池充電完成的定義。

(一) 使用市售充電器(110v)進行充電，探討充電時間與電池電量的差異。

1.實驗步驟：

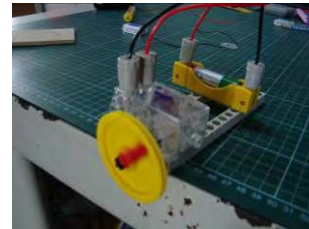
- (1) 使用充電器，將編號 1-3 號電池進行充電。
- (2) 充電時間不同，但皆充至電量偵測器顯示五顆燈的程度。
- (3) 分別測試充飽電電池的電壓。



利用一般充電器充電

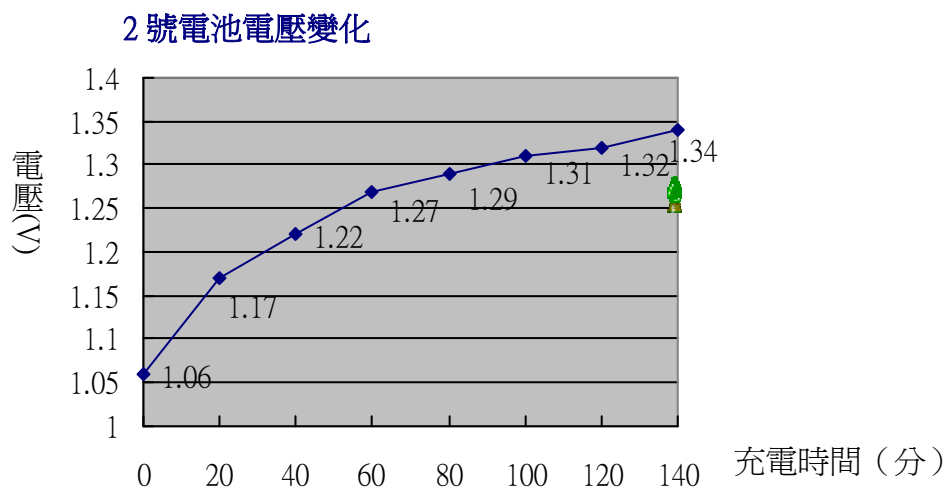
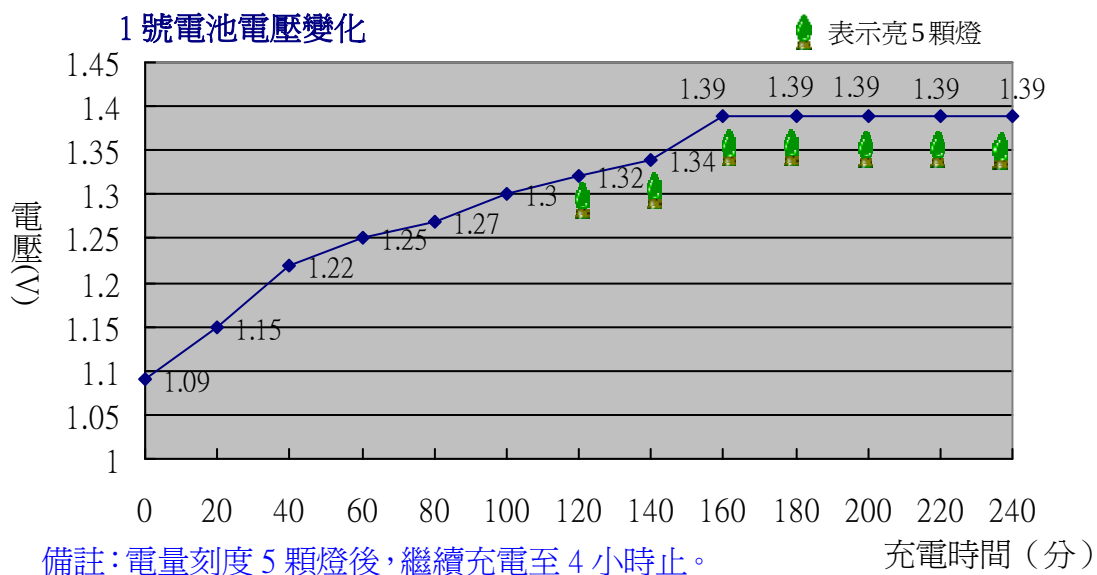


測試電池電量

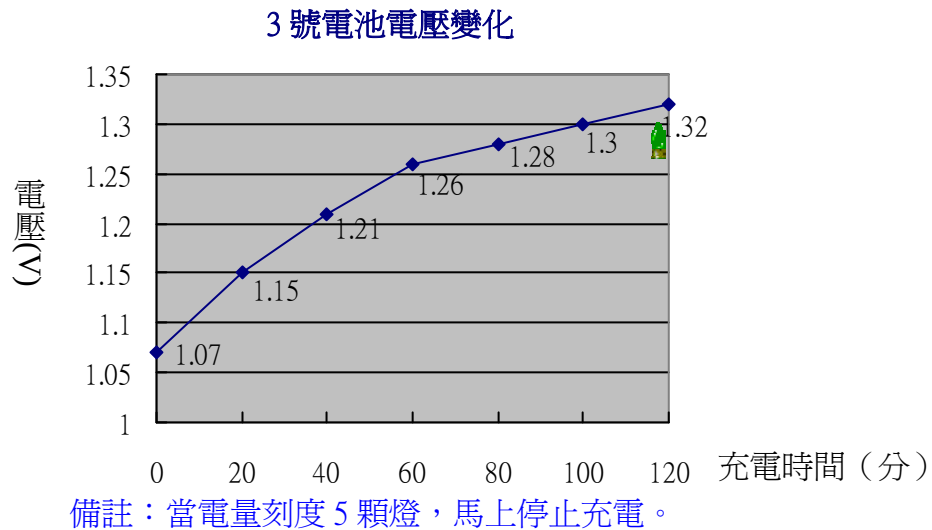


接上馬達放電，並測量可放電時間

2.實驗結果



備註：電量刻度 5 顆燈後，繼續充電至 1.34V。



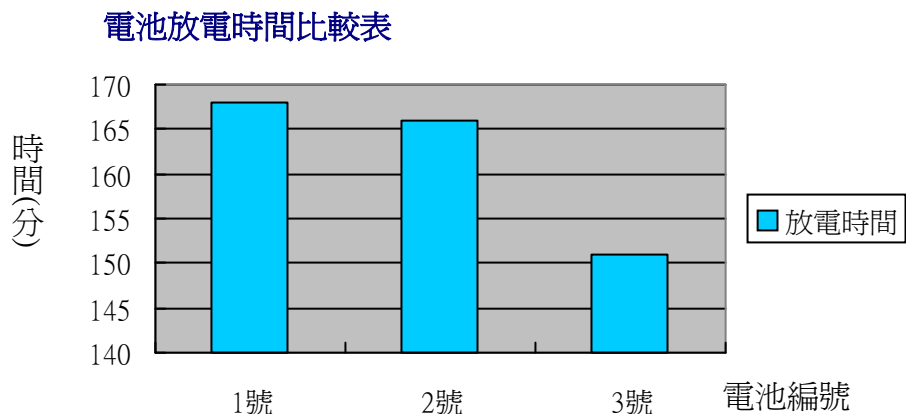
3.發現與討論：發現當電量偵測器顯示五顆燈時，電壓不盡相同，充電時間愈久，電壓值愈高。當電池電壓達到 1.39v 之後，電壓值就不再上升。

(二) 探討電池電壓不同，電量的差異。

1.步驟：

- (1) 將編號 1-3 號電池分別接上馬達，進行放電測試。
- (2) 記錄馬達停止轉動（電池放電結束）時間。

2.結果



3.發現與討論

- (1) 發現 1.39v 的放電時間，跟 1.34v 的放電時間只相差 2 分鐘。
- (2) 1.34v 的放電時間，跟 1.32v 的放電時間相差了 15 分鐘，表示雖然電量偵測器皆顯示五顆燈，但兩者電量還是有所差距。
- (3) 為了使實驗更嚴謹，我們訂定電量偵測器顯示五顆燈，且電池電壓超到 1.34v(含 1.34v)，才表示電池已充電完成。



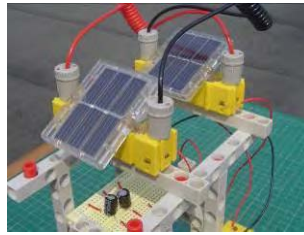
將充飽電的電池連接馬達放電，記錄放電的結果

六、探討在不同的天候下，太陽能充電器的充電效率有何不同。

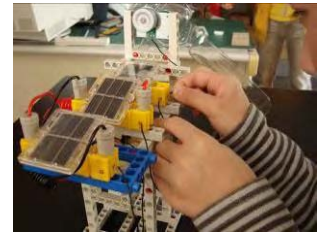
(一) 利用每天上學時間，測量太陽能充電器的充電情形。



學生使用智高積木固定太陽能充電器

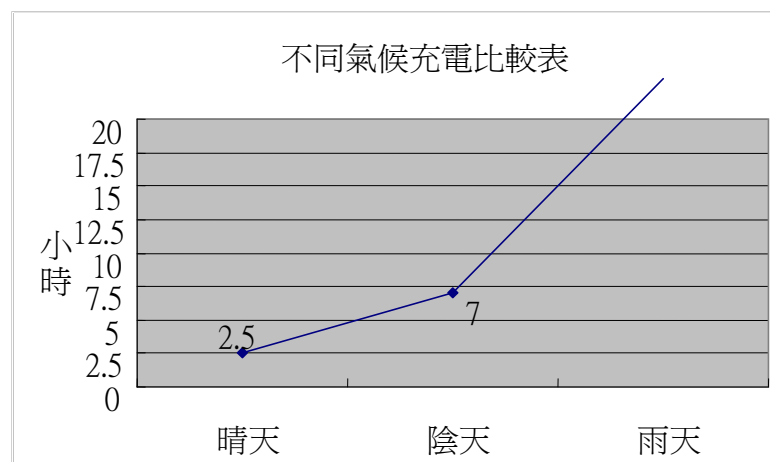


太陽能充電器固定於積木上



學生將電線連接至太陽能板

(二) 將最近三個月的測量結果，依據天候情形討論充電的效率。



發現與討論

- (1) 實驗統計結果，當日照充足，且平均照度在 30000Lux 以上，充電大約只需 3 小時。
- (2) 在陰天或雨天，日照不足情況下，太陽能板的電壓不足，充電速度緩慢，甚至無法充電。

七、探討相同光源下，加快充電速度的方法。

(一) 比較兩片太陽能板串聯及並聯的充電速度。(使用相同光源的 50w 鹵素燈)

1. 步驟：

- (1) 分別將兩片太陽能板串聯及並聯，每隔 40 分鐘測試記錄。
- (2) 比較串聯及並聯的充電結果。



同時比較太陽能板串聯與並聯

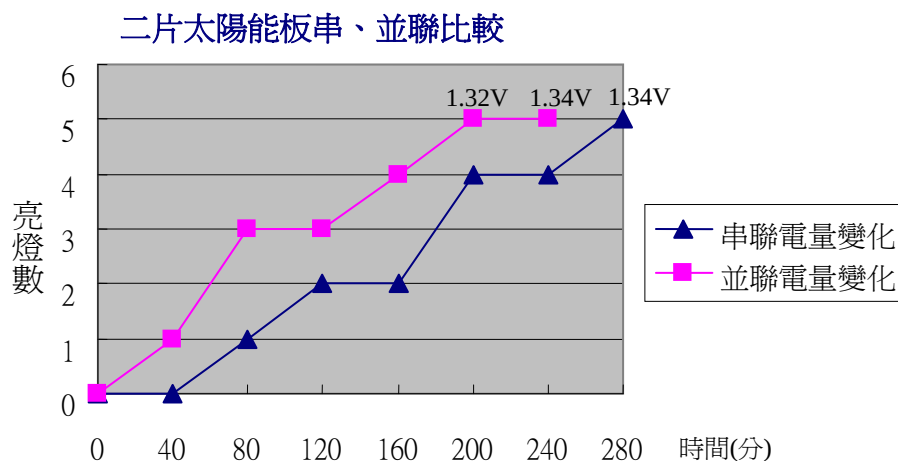


同樣光源下進行充電



測量記錄

2.實驗結果



3.發現與討論

- (1) 兩片太陽能板並聯較串聯的充電速度來的更快。
- (2) 串聯所產生的電壓為並聯的兩倍，但卻無法縮短充電的時間。
- (3) 並聯兩片太陽能板產生的電壓與單片相差不大，卻可縮短充電的時間。

(二) 比較三片太陽能板串聯及並聯的充電速度。

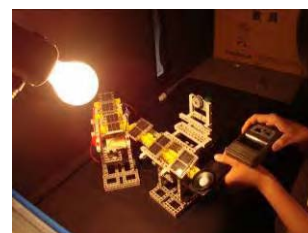
1.實驗方法：為了更準確紀錄充電的變化，每隔 20 分鐘測量紀錄。



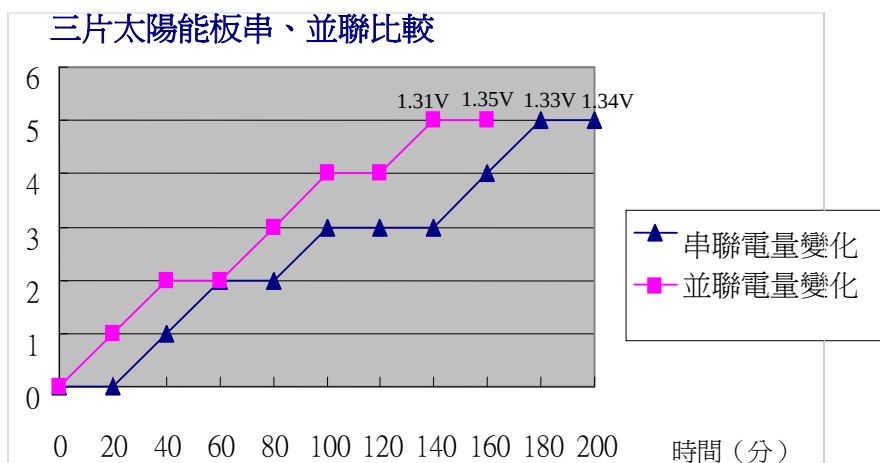
三片太陽能板串聯



三片太陽能板並聯



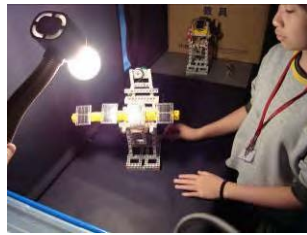
測量記錄



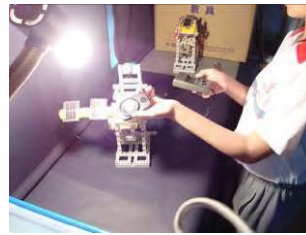
2.發現與討論

- (1) 三片太陽能板並聯較串聯的充電速度來的更快。
- (2) 串聯所產生的電壓為並聯的三倍，但卻無法縮短充電的時間。
- (3) 由實驗結果可知，並聯片數增加可加快充電的速度。

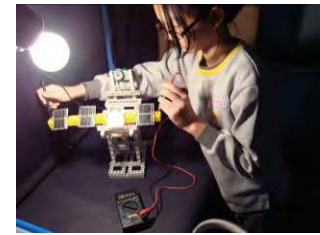
(三) 比較四片太陽能板串聯及並聯的充電速度。



四片太陽能板串聯



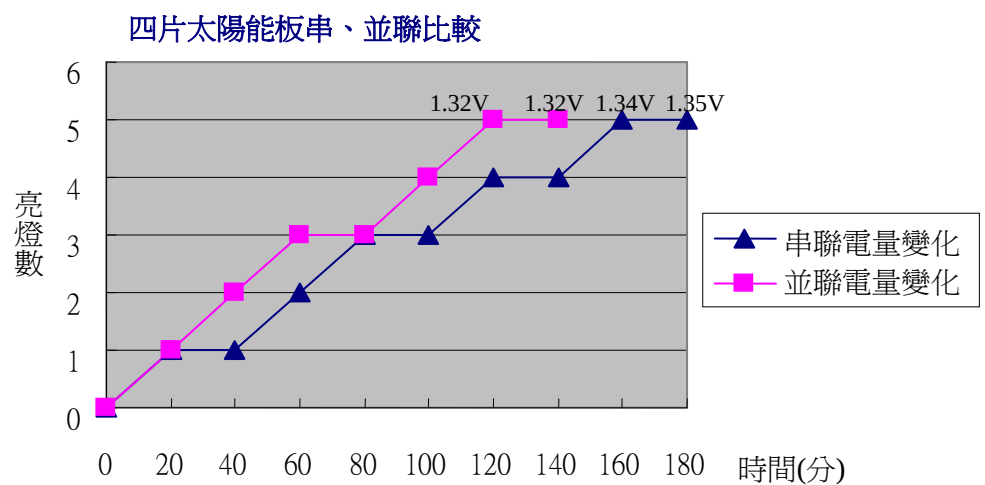
四片太陽能板並聯



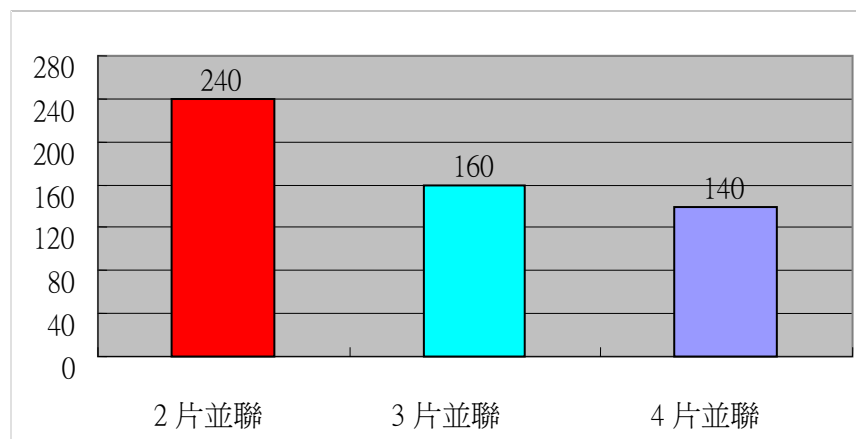
測量與記錄

1.實驗方法：分別將四片太陽能板串聯及並聯，每隔 20 分鐘測試記錄。並比較串聯及並聯充電結果。

2.實驗結果



3.結果與討論



(1) 四片太陽能板並聯較串聯的充電速度來的更快。並聯 3 片太陽能板，充電時間比 2 片減少 80 分鐘，4 片只比 3 片減少 20 分鐘，以效益考量，3 片太陽能板並聯為最佳選擇。

(2) 照度低於 10000Lux 時，太陽能板電壓降至 1.25v 時，我們發現無論並聯或串聯充電時間都需拉長許久，甚至無法充電。

八、探討如何在日照度不足時，改善充電電池的充電效率。

(一) 比較台灣各地區平均日照率，探討太陽能充電器的限制。

1. 步驟：

(1) 蒐集及查詢台灣各地區平均日照率。

(2) 探討北部地區使用太陽能充電器的可行性。

2. 結果

年份	2009		2008										過去一年 總計
月份	2	1	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	
降雨 日數	8	13	8	14	9	19	8	10	20	16	15	12	152

參考網站：<http://www.cwb.gov.tw/>(中央氣象局全球資訊網，氣候統計)

3. 發現與討論

(1) 經由中央氣象局統計結果，發現台北地區去年降雨日數為 152 天，非降雨天數為 213 天。

(2) 雨天時，太陽能充電器幾乎無法發揮功能，陰天充電效率也不高，因此，在非降雨天數 213 天中，能充份發揮太陽能充電器功能的，可能不到 185 天，也就是一年之中，能發揮太陽充電器的機率不到二分之一。

(二) 討論各種替代能源加入太陽能充電器的可行性。

1. 方法：

(1) 上網及到圖書館搜尋資料，尋找其它能源。

(2) 討論不同能源的優缺點，尋找合適可行的能源。



蒐集相關資料



學生討論何種能源較適合



製作與測試

九、加入風力充電機組。

(一) 探討垂直式與水平式風力發電機葉片對發電的影響

1. 蒐集各種不同風車葉片的形式。



水平式(台灣西海岸)



垂直式(黃金博物館)



垂直式

2. 分別製作垂直式與水平式的風力發電葉片。



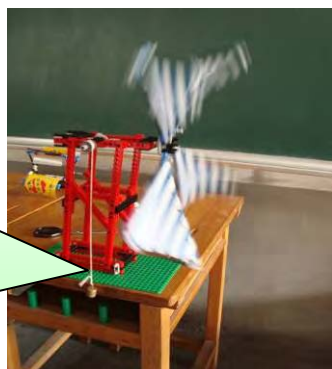
3. 測試相同葉片面積下，垂直式與水平式風力葉片的運轉速度與扭力，並分析兩者之優劣。

種類	水平式	垂直式	備註
	發電機之軸承垂直於風向	發電機之軸承平行於風向	
運轉速度測試	11 秒 (轉動速度較快)	14 秒 (轉動速度較慢)	葉片轉動時，將 20G 砝碼拉離地面 1 公尺所需時間
運轉扭力測試	100 克	85 克	葉片轉動時，可拉動砝碼的最大重量
點亮 LED 燈	可	可	
產生最大電壓	5.6V	3.7V	以電風扇最大風速測試
優點	能比垂直風機的推力型葉片擷取更大風能	無風向性；噪音小，微風即可運轉	
缺點	使用時需測量風向，需隨風向調整方向	扭力較小、發電量較小	

實驗說明：

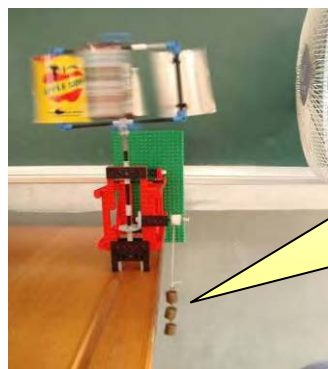
(1) 運轉速度測試方式：

葉片轉動時，將 20G 砝碼拉離地面 1 公尺所需時間



(2) 運轉扭力測試方式：

葉片轉動時，可拉動砝碼的最大重量

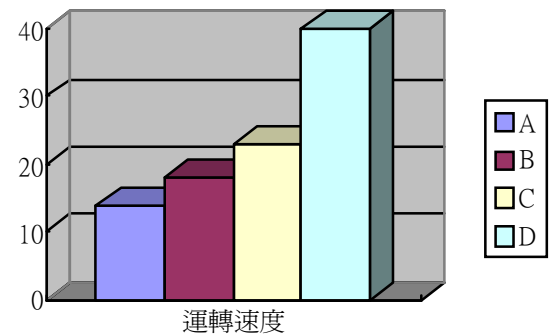
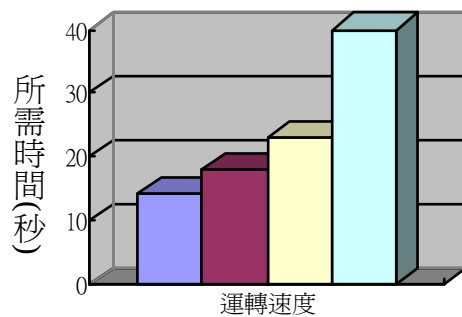


實驗結果：我們選擇使用垂直式的風扇組，雖然水平式的風扇運轉速度及扭力都較大，但是充電電池僅需要超過 1.2V 即可開始充電。水平式的風扇需隨時注意風向，而垂直式的風扇則不需要注意風向問題。因此我們選擇垂直式的風扇做為風力發電機的動力來源。

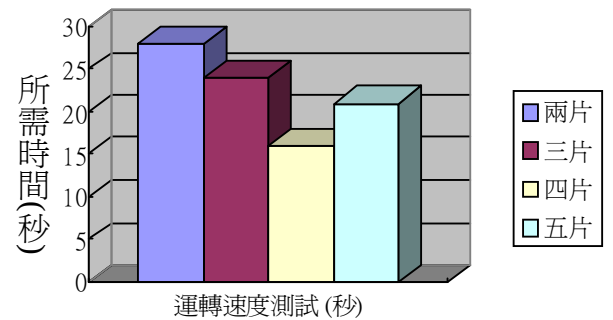
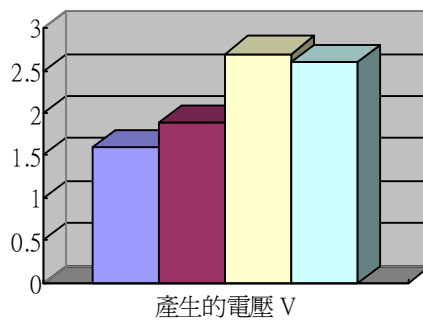
4.垂直式風力發電葉片的相關測試

編號	A	B	C	D
樣式				

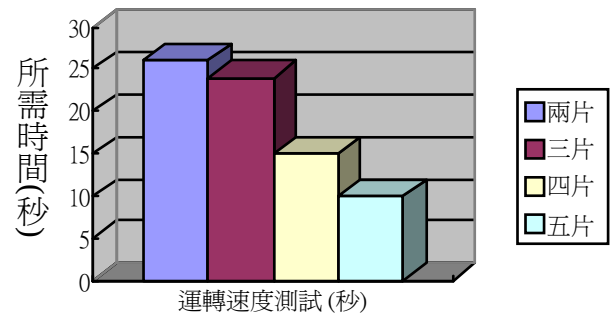
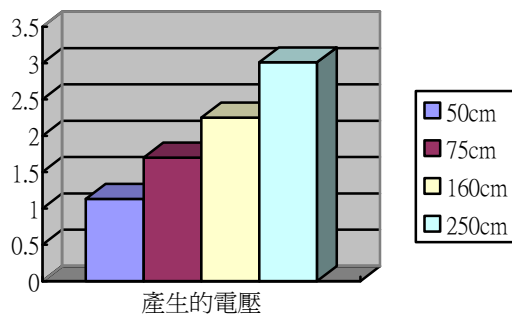
(1) 探討相同風速下，葉片設置方式對風力發電的影響



(2) 探討相同面積，不同片數的葉片對風力發電的影響



(3) 探討相同樣式、不同面積的葉片，對風力發電的影響



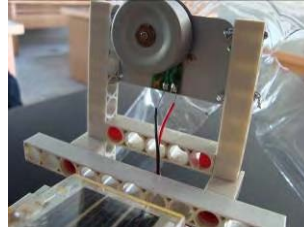
（二）連結風扇與馬達，自製風力發電裝置。

1.步驟：

- （1）選用垂直式的風扇葉片並將風扇與加速馬達結合。
- （2）因風力發電瞬間電壓不穩定，所以風力發電須連接電路板，避免充電瞬間電壓過大，造成充電電池毀損。



發電機與齒輪組



連結風扇與加速馬達



測試發電情形

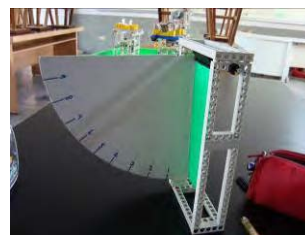
（三）自製風力測量器，訂定風力大小。

1.步驟：

- （1）利用厚紙板製作風力測量器，刻度表畫分 10 等分。
- （2）利用電風扇不同距離所形成不同等級風力，進行風力分級。
- （3）記錄不同等級的風力，風力發電器發電的情形。



製作風力測量儀器

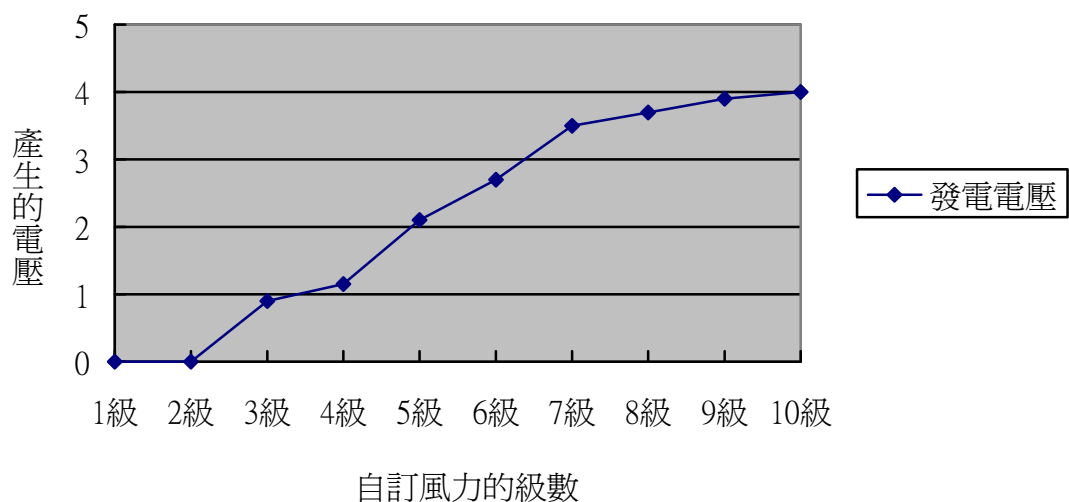


刻度表



風力實測

2.實驗結果

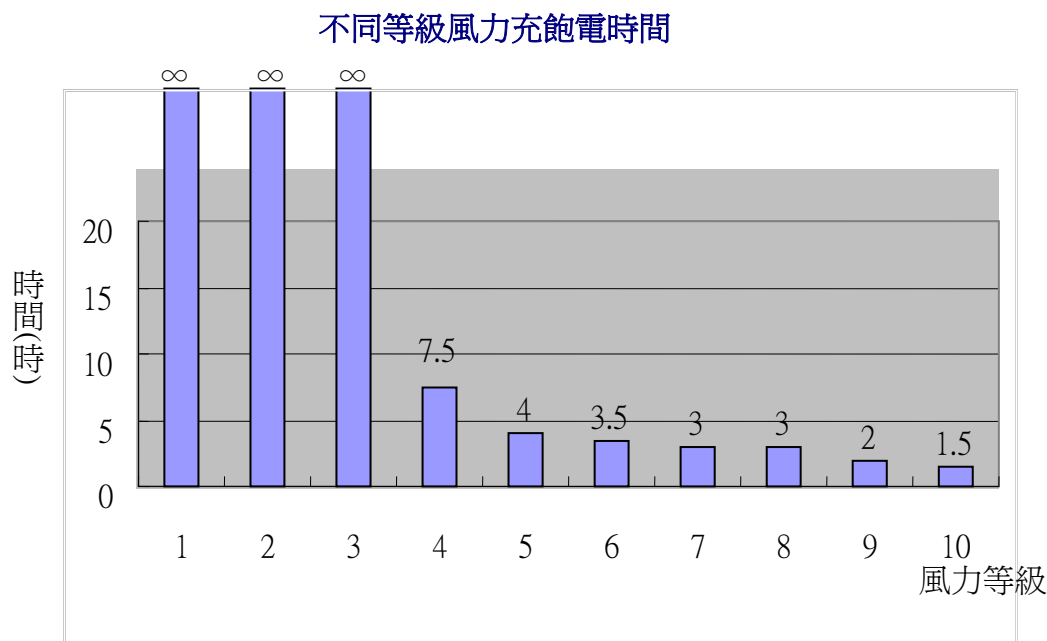


(四) 測試不同等級的風力，充電完成的結果。

1.步驟：

- (1) 利用電風扇形成不同等級的風力。
- (2) 使用風力充電器，測試充電效率。
- (3) 每隔 30 分鐘，記錄充電結果。

2.測試結果



3.發現與討論

- (1) 由實驗結果得知風力愈強，充電效率愈佳。
- (2) 風力等級低於 4 級，充電效率不佳。

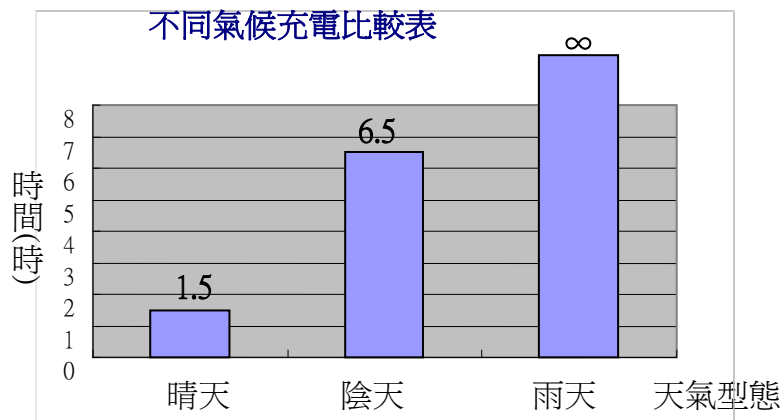
十、綠色能源充電器實際測試。

(一) 在陽光照度充足情況下，使用太陽能充電器。

1.方法：太陽照度變化迅速，因此將每次測量照度平均，算出充電完成之後的平均照度。

2.實測結果：

充電時間	8:30~10:00	8:30~15:00	8:30~15:00
天氣狀況	晴天	陰天	雨天
平均照度	88000	29120	9800
充電前電壓	1.09	1.08	1.09
充電後電壓	1.34	1.34	1.13
電量刻度	5	5	1



3.發現與討論

晴天時，並聯三片太陽能板方式進行充電，充電時間減少，但在陰天情況下，提昇充電的效能並不明顯。所以我們決定利用兩個太陽能板串聯成一組，將三組串聯後的太陽能板並聯。如此既可提高電壓（以免照度不足時，產生的電壓不夠），也可以確保電流足以快速充電。

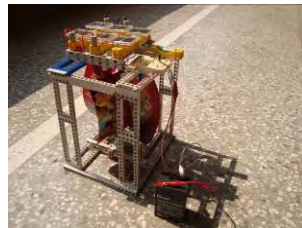
（二）在陽光照度不足情況下，改使用風力充電器。

1.步驟：

- （1）風速變化非常迅速，因此我們採取和平均照度相同的計算方式，將每次測量的風速平均，計算出平均風速。
- （2）比較晴天、陰天、雨天風力充電器充電情形。



充電器實測



不同的天氣下測試

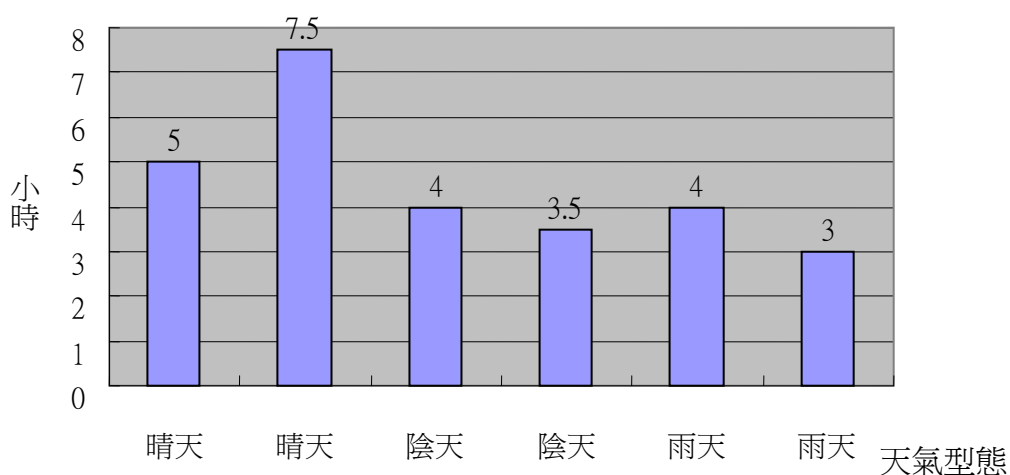


不同的天氣下測試

2.結果

天氣狀況	充電時間	平均風速	平均照度	充電前電壓	充電後電壓
晴天	5	4.5	86500	1.08	1.35
晴天	7.5	4	87000	1.09	1.34
陰天	4	5.5	32000	1.09	1.34
陰天	3.5	6	29800	1.08	1.34
雨天	4	5	10200	1.09	1.34
雨天	3	7	9700	1.06	1.34

不同氣候充電時間比較

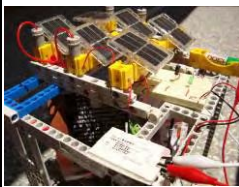
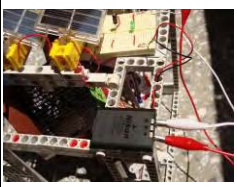
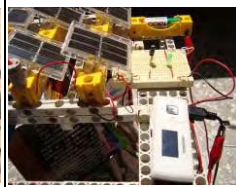


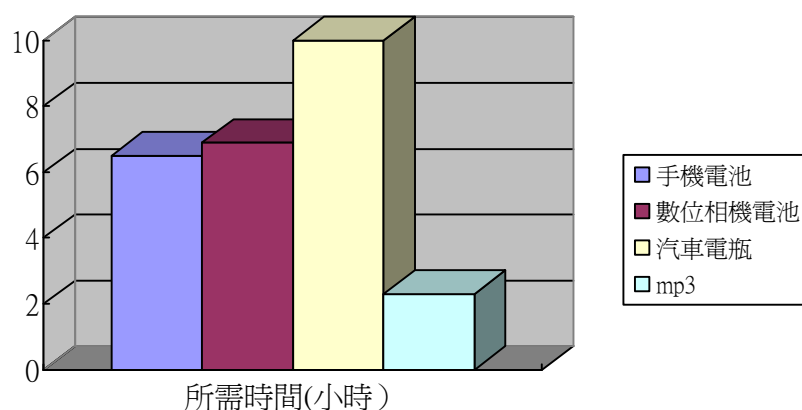
3.發現與討論

- (1) 晴天時因照度充足，風力強度不定，以太陽能充電器充電效率較佳。
- (2) 陰天充電比較，當平均風速達到 4 級以上，風力充電器效率較佳。
- (3) 雨天時因照度不足，太陽能充電器無法發揮充電效果，而當風速達 4 級以上，風力充電器是較佳的選擇。

(三) 使用不同的充電電池充電情形

挑選數種常見的充電電池，並利用我們所製作的充電器進行充電，看是否可以達到我們所需的效果

電池種類				
電池名稱	手機電池	數位相機電池	機車電瓶	Mp3
充電所需時間	6.5h	6.9h	無法充電	2.3h



陸、討論

- 一、綠色能源的選擇：台北位處副熱帶季風氣候區，幾乎每日都可以接觸到陽光與風力，選擇這兩項作為我們的綠色能源遠較其他地熱、潮汐…等方式來的方便。
- 二、太陽能板對充電電池充電，需採並聯的方式充電。而太陽能板所產生的電壓至少要大於充電電池的電壓（約 1.2v），方能開始充電。否則需串聯太陽能板，以達到較高的電壓。
- 三、太陽能充電器在沒有充電（或沒有陽光）的情況下，應加裝二極體裝置，以免電流回流（因充電電池電壓高於太陽能板），而導致太陽能板損壞。
- 四、會影響太陽能板運作的因素除了是否有光線（照度的高低）外，還需要注意太陽的高度角。光線與太陽能板越接近垂直，所產生的電壓及電流均較大。如果時間過早（9:00 之前）或過晚（15:30 之後），可調整太陽能板的角度，以達最佳發電的角度。
- 五、太陽能板的串聯僅能讓電壓升高，並無法讓充電的速度加快；想讓充電的速度加快，需採用並聯的方式。但須注意的是電壓若不夠，並聯再多的太陽能板也沒用。
- 六、風力發電的裝置可以讓沒有日照的時間亦可發電，惟風力發電所使用之加速馬達，在風力不同的情況下所產生的電壓也不同。所以在電路板上應加上電容裝置，才能穩定電壓，否則過高的電壓容易造成充電電池損壞。
- 七、目前實驗過的可充電電池中，除了汽機車的電瓶無法充電外，大部分 3C 產品均可是用我們自製的充電器充電。

柒、結論

- 一、太陽能結合風力發電的充電方式，足以應付目前大台北地區環境中的充電需求。
- 二、不論是使用何種綠色能源來當作我們的充電來源，幾乎都會因為環境的限制而無法每日 24 小時不停地發電，這是比較可惜的地方。
- 三、如果購置充電電池反覆充電使用，每年學校至少可以省下超過 600 顆的一般鹼性電池，不但可以保護環境，也不會形成資源的浪費。
- 四、太陽能板的品質與價格的差異都很大，如果選擇可產生大電流的太陽能板，單片至少貴上數千元，這是目前一直無法普及到日常生活中的最大原因。如果要像一般充電器一次充四顆電池，勢必需要使用大電流的太陽能板，否則充電時間將延長許多。

捌、參考資料及其他

- 一、歐宏麟，88 年6月，太陽電池供電系統控制器之研製，電力電子技術月刊，P35-60。
- 二、莊嘉琛，太陽能工程，台北市，全華科技圖書股份有限公司，86 年8 月。
- 三、施純協，台北市，基礎電子實習，知行有限公司，94 年2 月。
- 四、齊威柏：太陽能，美國夢：科學人雜誌。97年2月
- 五、中央氣象局全球資訊網，氣候統計<http://www.cwb.gov.tw/>

- 六、廣華電子 <http://w1.cpu.com.tw/kh/index.html>
- 七、太陽能再生源 <http://www.bigsolar.idv.tw/>
- 八、太陽能聯誼會 <http://www.solar-i.com/know.html>
- 九、小型風力發電系統 <http://blog.roodo.com/oilinsight/archives/2024098.html>
- 十、維基百科——電容 <http://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%9B%BB%E5%AE%B9>
- 十一、風力發電 <http://www.reihk.com/edu/wind%20turbines.htm>
- 十二、風力發電 DIY <http://tw.myblog.yahoo.com/jw!NSOOepyYFRFif6mETecidGZi.OY->

【評語】 080116

- 1、 是件節能環保的好題材。
- 2、 作者能理解應用的原理，解說清楚。
- 3、 實驗時使用的充電電池須考慮重複使用造成充電效能下降的影響。