

# 第六屆旺宏科學獎 成果報告書

參賽編號：SA6-296

作品名稱：全反射式太陽能板

姓名：鄭代赫

關鍵字：全反射、太陽能板

## 研究題目：

全反射式太陽能板

## 研究動機：

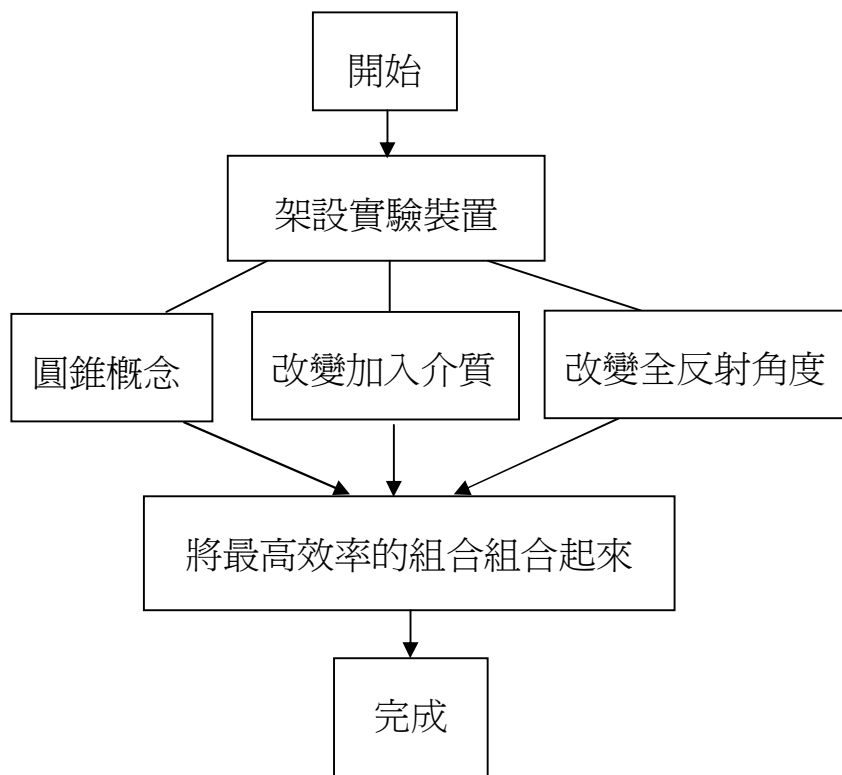
平常自己在使用太陽能板時，我發現，因為鏡面是光滑玻璃面，會將部分的光線反射，使的太陽能板不能吸收全部的光能；再者，在地面所接受到的太陽光譜中，太陽能板只能吸收部分紅外線、可見光、部分紫外線，而紫外線的能量高，卻不能被全部吸收，實在有所浪費，所以希望能用全反射原理，將光局限在介質內，將其全部吸收；藉由螢光劑或具有類似性質之物質，可使紫外線能被轉換成可見光。藉由改善以上兩點，即可讓效率提升。

## 研究目的：

- (一) 利用圓錐概念，架量太陽能電池
- (二) 改變加入介質，並利用全反射改變角度，測量發電效率
- (三) 探討使用夫瑞奈透鏡與螢光劑之效果評估

## 研究方法：

(一) 流程圖：

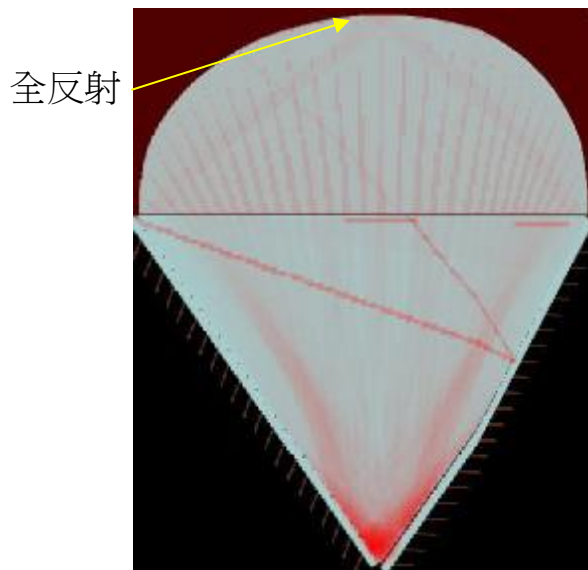


## (二)實驗原理：

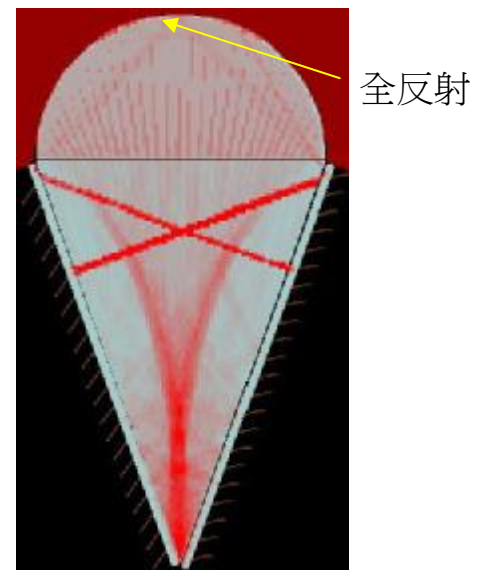
### 1.全反射

全反射構想來源：光纖

利用折射率不同的介質產生的原理，光線會不斷的在介質中反射，而不會射出，使的太陽能板能完全吸收其光能，使轉換效率達到最高，



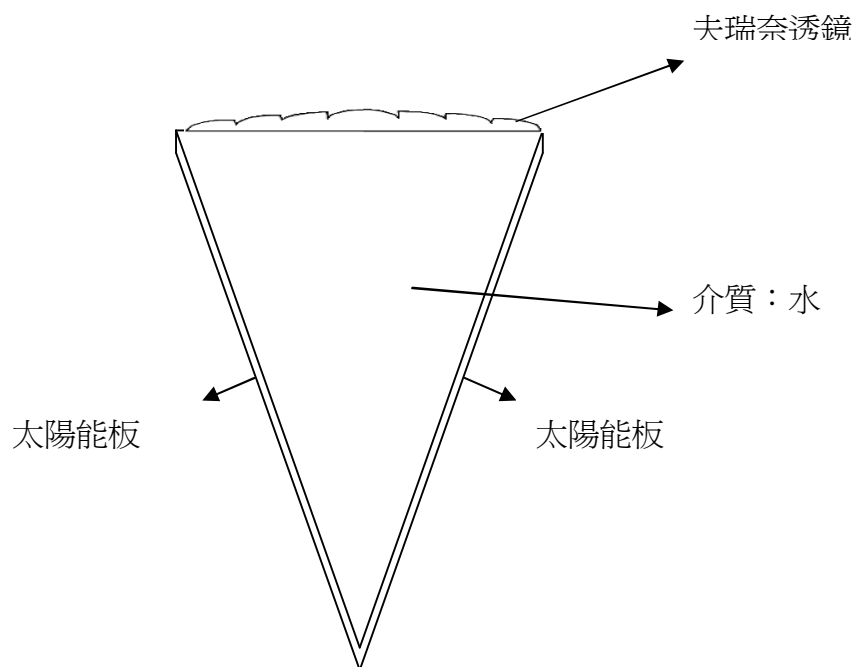
實驗模擬



實驗模擬

## 2. 夫瑞奈透鏡

夫奈瑞透鏡明顯比凸透鏡還要薄上許多，它的成相原理其實還是和凸透鏡一樣，它保留了凸透鏡的曲面和弧度，取消掉位於透鏡中大量「等厚度」的玻璃，如此，可以節省材料，在製作大型透鏡時也可以以體積輕薄取勝。



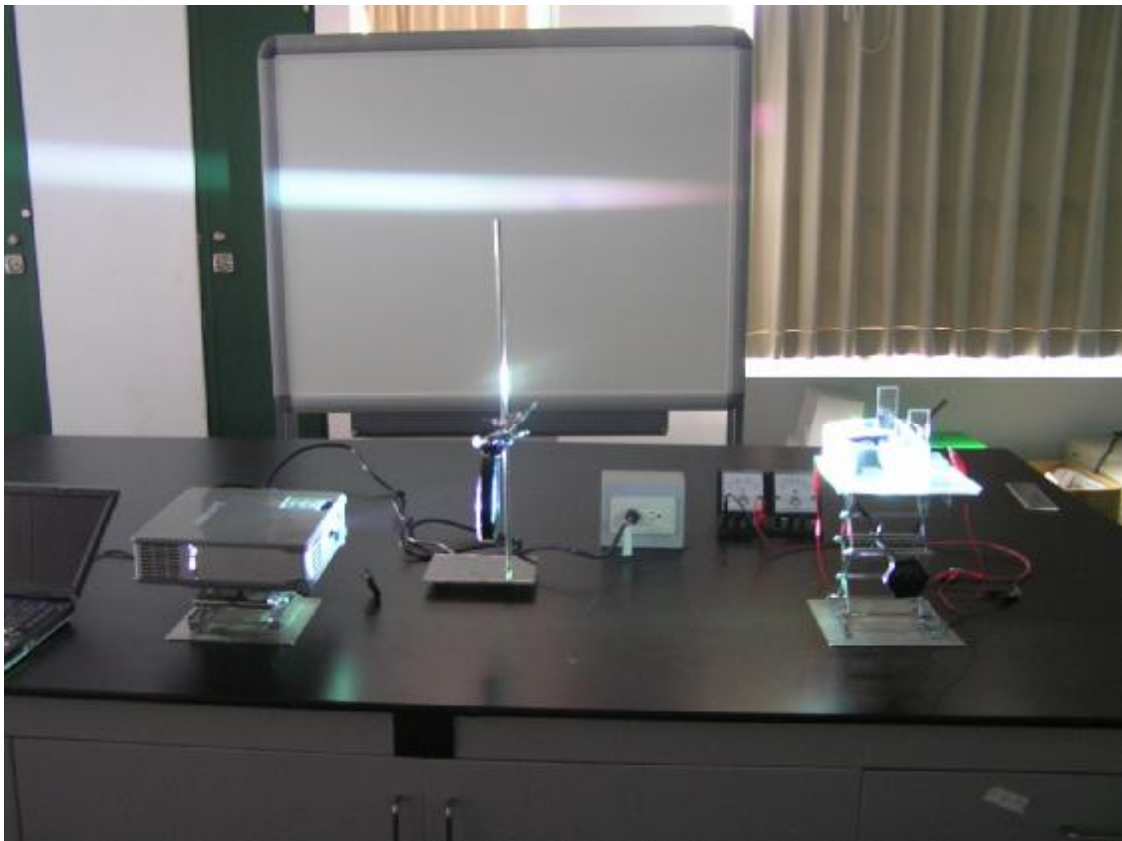
### (三) 光源

太陽光是平行光，而日常生活中常見到也最方便的平行光就是單槍投影機，使用上還能依照需求調整光束寬度，非常方便，所以就決定使用單槍投影機來模擬太陽光。而再搭配電腦，可使單槍發出不同波長的光線，能比較單一光頻對太陽能板的影響

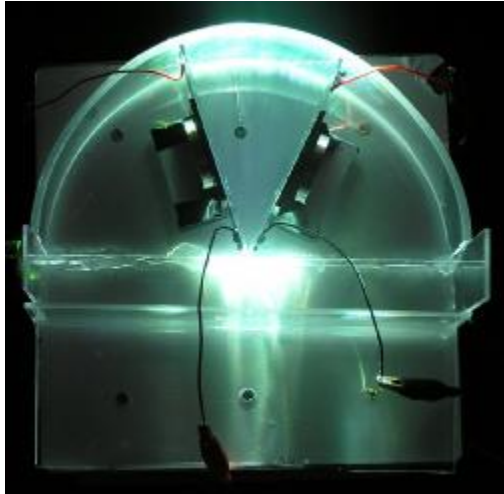
#### (四) 研究設備與器材：

單槍投影機、筆記型電腦、凸透鏡、半圓形壓克力容器、非晶矽太陽能板、烙鐵、焊錫、電線、L形座、電工膠帶、毫安培計、電壓計

#### (五) 實驗步驟



1. 架設單槍
2. 架設透鏡
3. 架設升降台

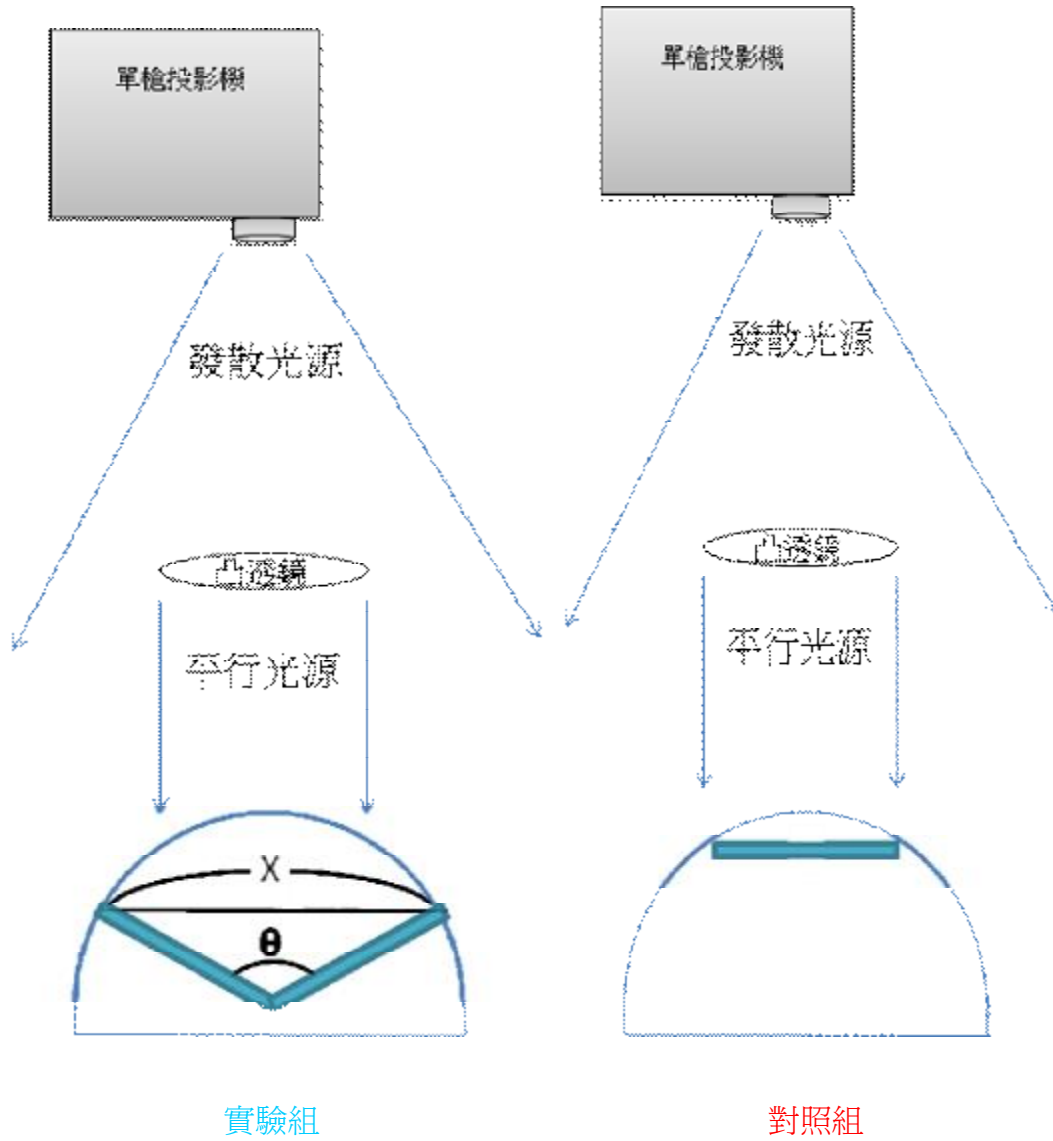


4. 架設半圓形容器
5. 放置太陽能電池
6. 開啓單槍
7. 連接電腦與單槍，將電腦螢幕調成白色
8. 調整透鏡及光路，使之平行桌面
9. 調整焦距，使成像之大小與凸透鏡相等
10. 改變兩太陽能板之夾角，測量電壓電流並記錄

(六)實驗構造

1.無水半圓形容器(無透鏡效果)

示意圖





## (2) 實驗數據

### 無水半圓形容器

無水 實驗組 照度：75000LUX						
角度(度)	$\cos \theta$	電流(mA)	電壓(V)	發電功率(mW)	相對受光面積	相對發電效率 (mW/相對受光面積)
5	0.99619470	0.450	0.2	0.0675	0.00761060	8.86920429
10	0.98480775	0.600	1.6	0.9300	0.03038449	30.60771724
15	0.96592583	1.000	5.6	5.6000	0.06814835	82.17367276
20	0.93969262	1.340	6.0	8.0400	0.12061476	66.65850933
25	0.90630779	1.500	6.0	9.0000	0.18738443	48.02960521
30	0.86602540	1.350	6.3	8.4375	0.26794919	31.48917869
35	0.81915204	1.500	6.2	9.3000	0.36169591	25.71220660
40	0.76604444	2.500	6.8	16.8750	0.46791111	36.06454197
45	0.70710678	2.300	7.0	16.1000	0.58578644	27.48441918
50	0.64278761	2.650	6.0	15.9000	0.71442478	22.25566698
55	0.57357644	2.300	6.5	14.9500	0.85284713	17.52951909
60	0.50000000	2.500	7.0	17.5000	1.00000000	17.50000000

表一

此實驗之最大角度為60度角的原因為目前使用的透鏡寬度有限，最多只能形成和凸鏡面一樣寬度之平行光束

## 無水半圓形容器

無水 對照組 照度：75000LUX				
實驗組角度(度)	電流(mA)	電壓(V)	發電功率(mW)	相對受光面積 (mW/相對受光面積)
5			0.07610604	0.00761060
10			0.30384494	0.03038449
15			0.68148347	0.06814835
20			1.20614758	0.12061476
25			1.87384426	0.18738443
30			2.67949192	0.26794919
35			3.61695911	0.36169591
40			4.67911114	0.46791111
45			5.85786438	0.58578644
50			7.14424781	0.71442478
55			8.52847127	0.85284713
60	1.6	6.25	10.00000000	1.00000000

表二

對照組之作用爲：比較同截面積之光束直射太陽能電池的發電效益

有水半圓形容器 實驗組 照度：75000LUX

角度(度)	$\cos \theta$	電流(mA)	電壓(V)	發電功率(mW)	相對受光面積	相對發電效率 (mW/相對受光面積)
5	0.99619470	0.850	2.0	1.7000	0.00761060	223.37255243
10	0.98480775	1.350	6.0	8.1000	0.03038449	266.58334368
15	0.96592583	2.125	7.7	16.3625	0.06814835	240.10120009
20	0.93969262	2.875	9.0	25.8750	0.12061476	214.52598618
25	0.90630779	3.675	9.5	34.9125	0.18738443	186.31484355
30	0.86602540	4.750	10.0	47.5000	0.26794919	177.27241336
35	0.81915204	5.500	10.0	55.0000	0.36169591	152.06143687
40	0.76604444	6.400	10.3	65.9200	0.46791111	140.88145817
45	0.70710678	7.500	10.3	76.8750	0.58578644	131.23383380
50	0.64278761	8.000	10.4	83.2000	0.71442478	116.45732659
55	0.57357644	6.000	10.5	63.0000	0.85284713	73.87021423
60	0.50000000	5.750	10.5	60.3750	1.00000000	60.37500000

表三

有水半圓形容器 對照組 照度：75000LUX

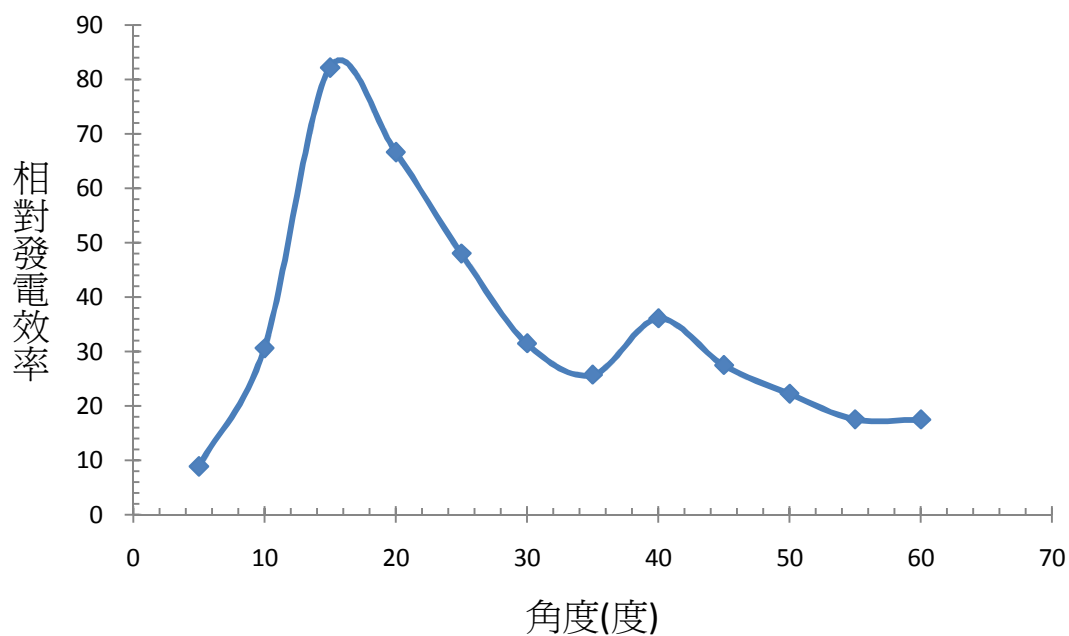
實驗組角度(度)	電流(mA)	電壓(V)	發電功率(mW)	相對受光面積 (mW/相對受光面積)
5			0.07448878	0.00761060
10			0.29738823	0.03038449
15			0.66700195	0.06814835
20			1.18051695	0.12061476
25			1.83402507	0.18738443
30			2.62255272	0.26794919
35			3.54009873	0.36169591
40			4.57968003	0.46791111
45			5.73338476	0.58578644
50			6.99243254	0.71442478
55			8.34724126	0.85284713
60	1.35	7.25	9.78750000	1.00000000

表四

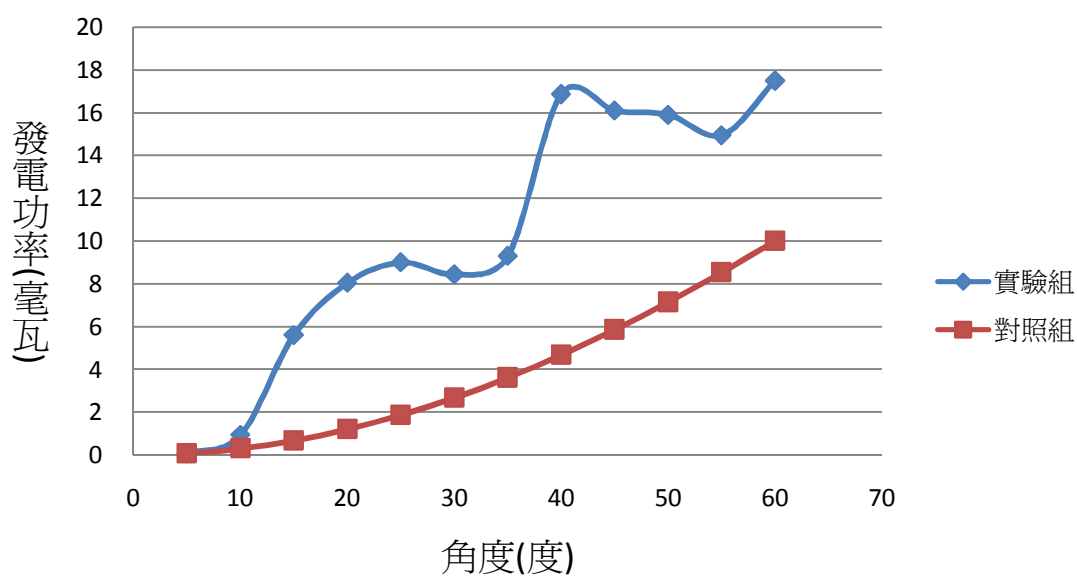
### (3) 數據比較

無水半圓形容器數據比較

#### 相對發電效率與角度之關係(實驗組)

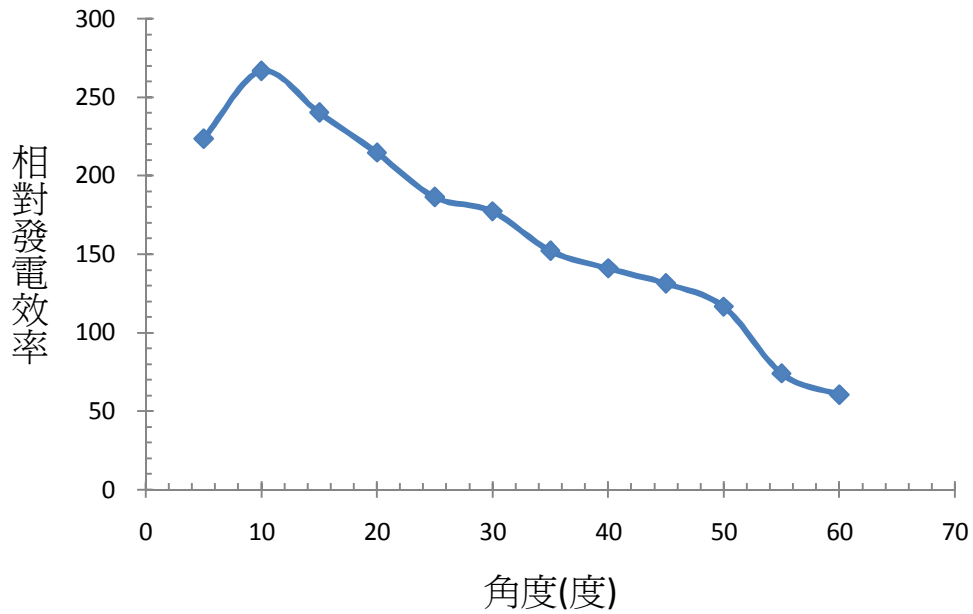


#### 發電功率與角度之關係

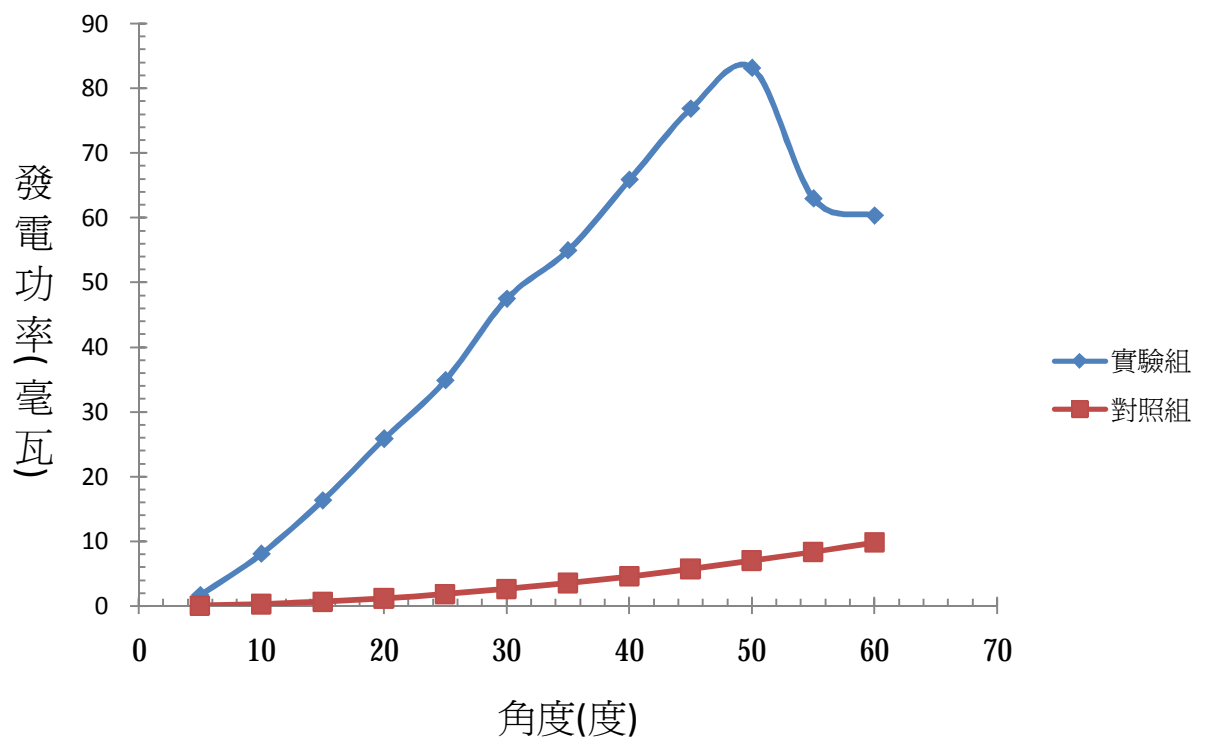


### (3) 有水半圓形容器數據比較

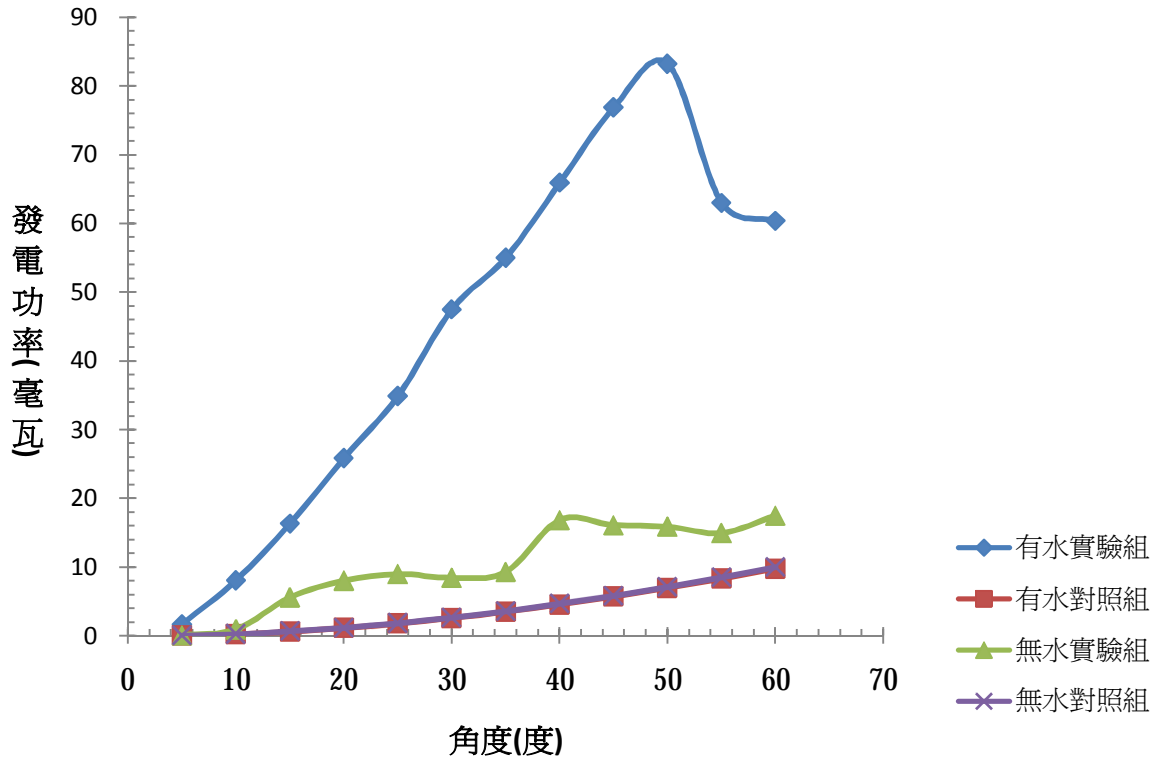
#### 相對發電效率與角度之關係(實驗組)



#### 發電功率與角度之關係



## 綜合比較



## (七)討論：

實驗一：在無水的情況下，相當於沒有全反射的情形發生，但兩扇型夾板的構造提升了一道光束的使用次數(反射)，使得轉換功率明顯增加。

另外，實驗組發電功率曲線有階梯狀的趨勢，約以30度為一個規律躍升，關於這個發現，未來將會使用更大的凸透鏡製造更大截面積的光束，測量60度以上之角度是否也有此躍現象。

實驗二：在有水的情況下，相當於有全反射的情形發生，在加上兩扇型夾板的構造，大大提升了一道光束的使用次數(反射+全反射)，使的轉換功率明顯增加。

以相對發電效率而言，大約在10度左右有最大值，小於10度時，反射次數雖然會增加，但入射光面積過小，使的轉換功率減少。

綜合：另外在做實驗時，發現太陽能板的電極周圍持續有氣泡產生，根據我的推測，那是電解反應(實驗中使用的是乾淨自來水，自來水含氯氣)，解決的方法是做好絕緣，而實驗一的發電功率明顯比實驗二少，主要之原因為「全反射」與否。

- 未來展望：
- 1.這次訂作的壓克力容器，器壁較厚，加了水之後，其效果似半反射鏡，將部份光源反射掉了，容器訂做的部分，我將會選更薄的厚度
  - 2.太陽能板電極周圍發生電解反應，消耗了部份電能，的輸出功率減少，只要的原因是自來水含氯，所以我將會把自來水換成純水以解決問題
  - 3.透鏡的部分我將改用夫瑞奈透鏡來減輕整體重量
  - 4.利用夫瑞奈透鏡增加入射光源強度，探討太陽能板效率與光源強度之關係
  - 5.螢光劑的效果，如果機會會加以探討
  - 6.太陽能板在陽光下，會因紅外線而升溫，使得容器內的水溫度上升。所產生的熱水，可以供應日常生活所需，此外，容器內外的溫度差，可用熱電製冷晶片，再次發電。



## (六)結論

1. 在不裝水容器的情況下，相當於沒有全反射的情形發生，但兩扇型夾板的構造提升了一道光束的使用次數(反射)，使得發電功率明顯增加。在40度時效果最明顯，從4.67mW提升到16.8mW，相差3.6倍
2. 在不裝水容器的情況下，15度時有最大相對轉換效率82.17(無單位)，5度時為最小相對轉換效率8.87(無單位)，相差9.26倍  
(相對轉換效率無單位，為比值)
3. 在不裝水容器的情況下，實驗組發電功率曲線有階梯狀的躍升趨勢，0~30度為一躍升，30~60度為一躍升
4. 在裝水容器的情況下，相當於有全反射的情形發生，再加上兩扇型夾板的構造，大大提升了一道光束的使用次數(反射+全反射)，使得轉換功率明顯增加，最明顯的角度為50度，實驗組為83.2mW，對照組為8.35mW，相差9.96倍。
5. 在裝水容器的情況下，相對發電效率在10度有最大值266.58，小於10度時，反射次數雖然會增加，但入射光面積過小，使得轉換功率漸減。
6. 以單位截面積之光源(相對發電效率)而言，最佳組合為裝水容器，角度 10 度
7. 以充足光源而言，最佳組合為裝水容器，角度 50 度

## 參考資料：

1. <http://cslin.auto.fcu.edu.tw/WWW/premea/11-1-1.htm>
2. [http://course.ccjhs.tp.edu.tw/t114/sci\\_know.htm](http://course.ccjhs.tp.edu.tw/t114/sci_know.htm)
3. <http://www.taiwanfm.com.tw/cfluo/theo.htm>
4. [http://www.sciscape.org/news\\_detail.php?news\\_id=2221](http://www.sciscape.org/news_detail.php?news_id=2221)