

中華民國第 60 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學(二)科

佳作

082929

光生水起-太陽能聚光發電海水淡化系統

學校名稱：臺中市私立明道普霖斯頓國民小學

作者： 小四 朱柏臻 小四 楊千萱 小四 吳睿羿 小四 許維恩	指導老師： 王懋勳 戴郁奇
---	---------------------

關鍵詞：菲涅耳透鏡聚光、太陽能發電、
海水蒸餾淡化

摘要

本研究目標是**同時利用太陽的光和熱**，製作可**發電同時淡化海水**的機器。

我們利用菲涅耳透鏡聚集陽光增加發電量，根據**實驗數據**製作出**聚光發電方塊**，**可以增加發電量 29%**，而且還**解決太陽能板串聯的問題**製作出**聚光發電組**。

接著要**增加海水蒸發量**，所以設計了**吸水紙圓柱增加表面積**，結果能**提高淡水產量 69%**，我們也**用實驗數據設計了導流板和淡水收集管**。

再來我們在整台機器外圍裝了**反光鏡**，用**實驗數據設計了反光鏡的大小和使用方式**，不但**發電量增加 30%**，**海水溫度也更高**。

最後我們用整套機器進行測試，三天產生 275.35g 的淡水，**拿來泡綠豆結果 100%可以發芽生長**；**發的電也能用來加速產生淡水**，裝置能成功運作，真的是太棒了！

壹、研究動機

上自然課的時候老師介紹了太陽能，這是現在我們台灣要大力推行的一種綠能。有人希望能魚電共生，讓魚塢養魚同時又能利用太陽能，但是有人擔心這樣會對養的魚、文蛤生長造成影響，損害漁民收入，所以我們就想有沒有什麼可以跟太陽能發電同時進行的事情。

太陽能發電需要的是光，那太陽的熱能可以如何利用呢？台灣四面環海，但是地勢陡峭留不住雨水、管線破裂、浪費水，導致台灣缺水國全球排第 19 名。如果能利用太陽能的熱來蒸餾海水，就能解決缺水的問題了。

所以我們想研究一台可以同時發電、蒸餾淡化海水的機器。它不但可以放在海上，也可以放在工廠內，進行發電和廢水淨化再利用。這樣就能同時解決綠能、缺水兩個問題，一舉兩得為環保盡一份心力。★課程相關單元：【奇妙的光】、【奇妙的電路】、【交通工具與能源】

貳、研究目的

【研究一】「聚光發電方塊」的研究-太陽能板結合菲涅耳透鏡增加發電量

- 一、設計模擬太陽照射的裝置
- 二、菲涅耳透鏡和太陽能板不同距離發電量的變化
- 三、「聚光發電方塊」的設計

【研究二】「海水淡化箱」的研究

- 一、增加海水蒸發表面積的設計
- 二、收集凝結後淡水的設計
- 三、「海水淡化箱」實際使用收集淡水的情形
- 四、「海水淡化箱」周圍裝「聚光發電方塊」的設計
- 五、「聚光發電組」的發電效果

【研究三】四周裝設反光鏡，增加發電量、海水溫度的研究

- 一、反光鏡範圍的設計
- 二、使用反光鏡是否能**增加發電量**
- 三、使用反光鏡是否能**增加箱內海水溫度**
- 四、晚上使用加熱片自動溫控-增加箱內海水溫度

【研究四】「聚光發電海水淡化系統」實際使用情形

- 一、海水淡化系統的使用情形-綠豆發芽測試
- 二、聚光發電系統的使用情形-充電測試
- 三、未來需要再研究、改進的地方

參、研究設備及器材

製作工具	電鑽、螺絲起子、線鋸機、熱熔槍、電鑽小圓鋸、電焊槍
模擬太陽照射裝置	木材、五金材料、量角器、50W LED 燈、太陽能板、數位電表、水平儀
聚光發電方塊	菲涅耳透鏡、迴紋針塑膠盒、太陽能板
海水淡化箱	密封保鮮盒、壓克力板、水族箱水管、美術吸水紙、海水
海水淡化測試材料	綠豆、凝結後淡水、海水
加熱裝置	USB 充電晶片、溫控裝置、行動電源、USB 加熱片

肆、研究過程與方法

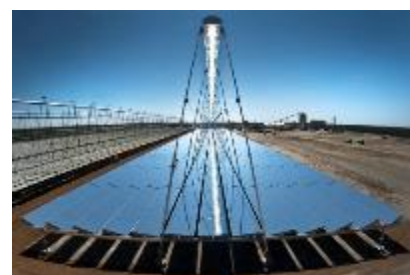
一、資料查詢—太陽能發電種類

1、聚光太陽能熱發電：

- 太陽能發電塔：在一大片土地上裝反光鏡，把光線集中到高塔上集中太陽熱能，再利用蒸汽渦輪發電機發電。



- 拋物線槽型：熱能接收器是在拋物面反射鏡的中間正上方的一個管子，管子中充滿了流體（熔鹽），白天可以加熱到 150-350℃，然後當作發電系統用的熱源。



- 碟型：利用大型凹面鏡（形狀與衛星碟盤相似），將陽光聚集在焦點處，那裡有一個接收器收集熱量當作發電系統用的熱源。
- 聚光菲涅爾反射鏡：和拋物線槽型很像，只是把拋物面反射鏡換成許多薄的平面鏡條。



- 2、太陽能電池：利用太陽能電池吸收太陽光，將光能直接轉變成電能輸出的一種發電方式。

二、資料查詢—海水淡化的方法

- 1、薄膜逆滲透法：加壓海水通過具微細孔隙的薄膜，將海水大部分鹽份、雜質過濾掉後取得淡化水，價錢高。
- 2、電透析法：利用將海水通電，分離出低電解質濃度的溶液（淡水），和高電解質濃度的溶液（濃鹽水）。
- 3、蒸餾法：海水蒸發後，收集蒸氣冷卻凝結的蒸餾水，就是淡水。

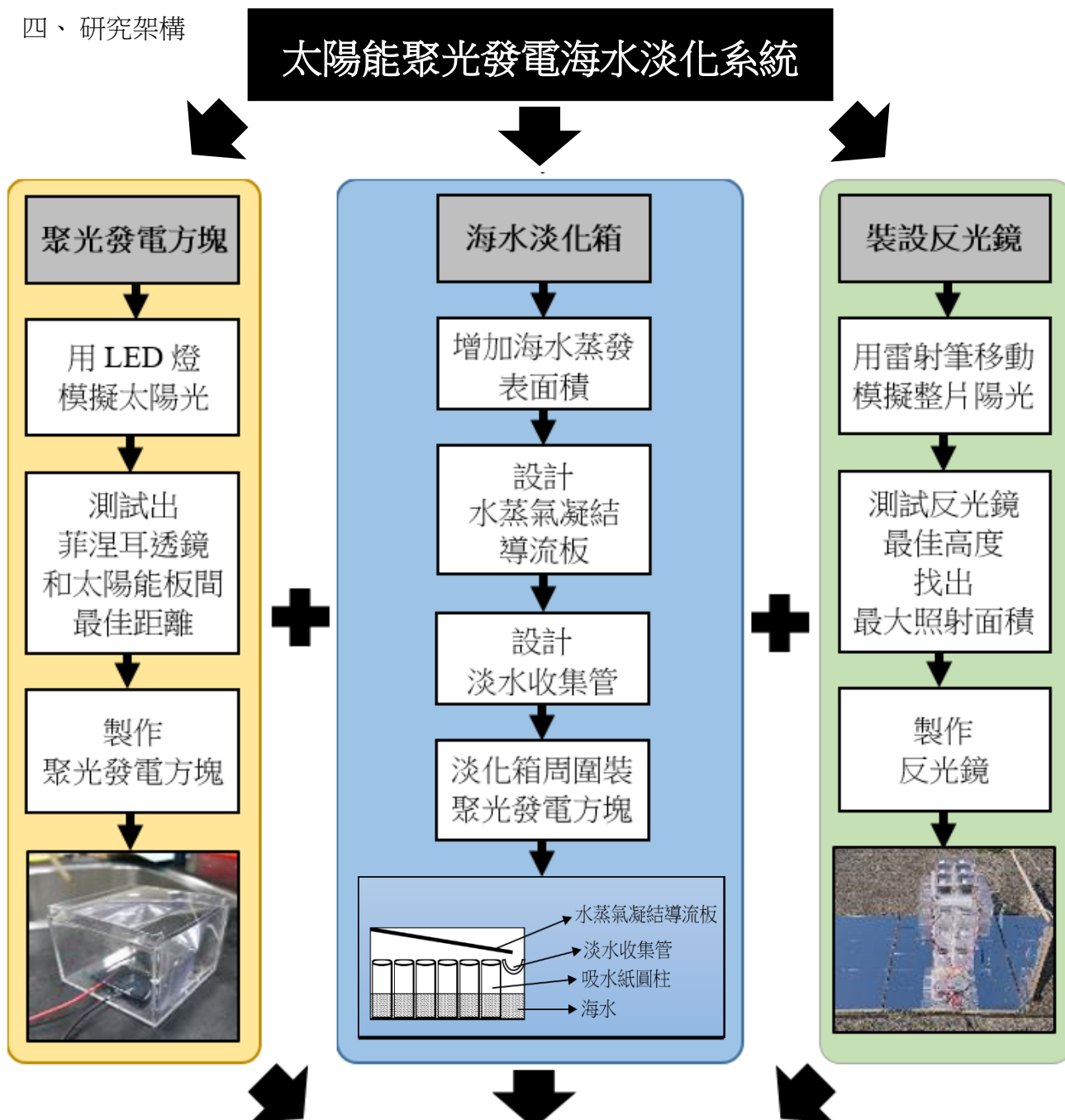


三、研究目標討論：

- 1、台灣因為地小，所以適合的太陽能發電方式為利用太陽能板發電。

- 2、我們在查詢資料時，發現了一種叫「菲涅耳透鏡」的放大鏡，它很薄但是一樣可以聚光，所以我們想設計利用菲涅耳透鏡**聚集更多的光讓太陽能板發更多的電**。
- 3、台灣四面環海但時常缺水，而且乾淨的能源是環境的救星，所以我們想把這兩者結合，利用**太陽的光來發電**，**太陽的熱來淡化海水**，一舉兩得！

四、研究架構



實際測試：「太陽能聚光發電海水淡化系統」使用情形

1. 聚光發電方塊：經過菲涅耳透鏡聚光，**可以增加 29% 的發電量**。
2. 海水淡化系統：**吸水紙圓柱提高淡水產量 69%**、產生淡水能讓綠豆正常發芽。
3. 裝設反光鏡：**可以自動轉向**、**可以增加 30% 的發電量**、讓海水溫度更高。
4. 聚光發電系統：可幫行動電源充電，**晚上自動溫控加熱片加速淡水產生**。

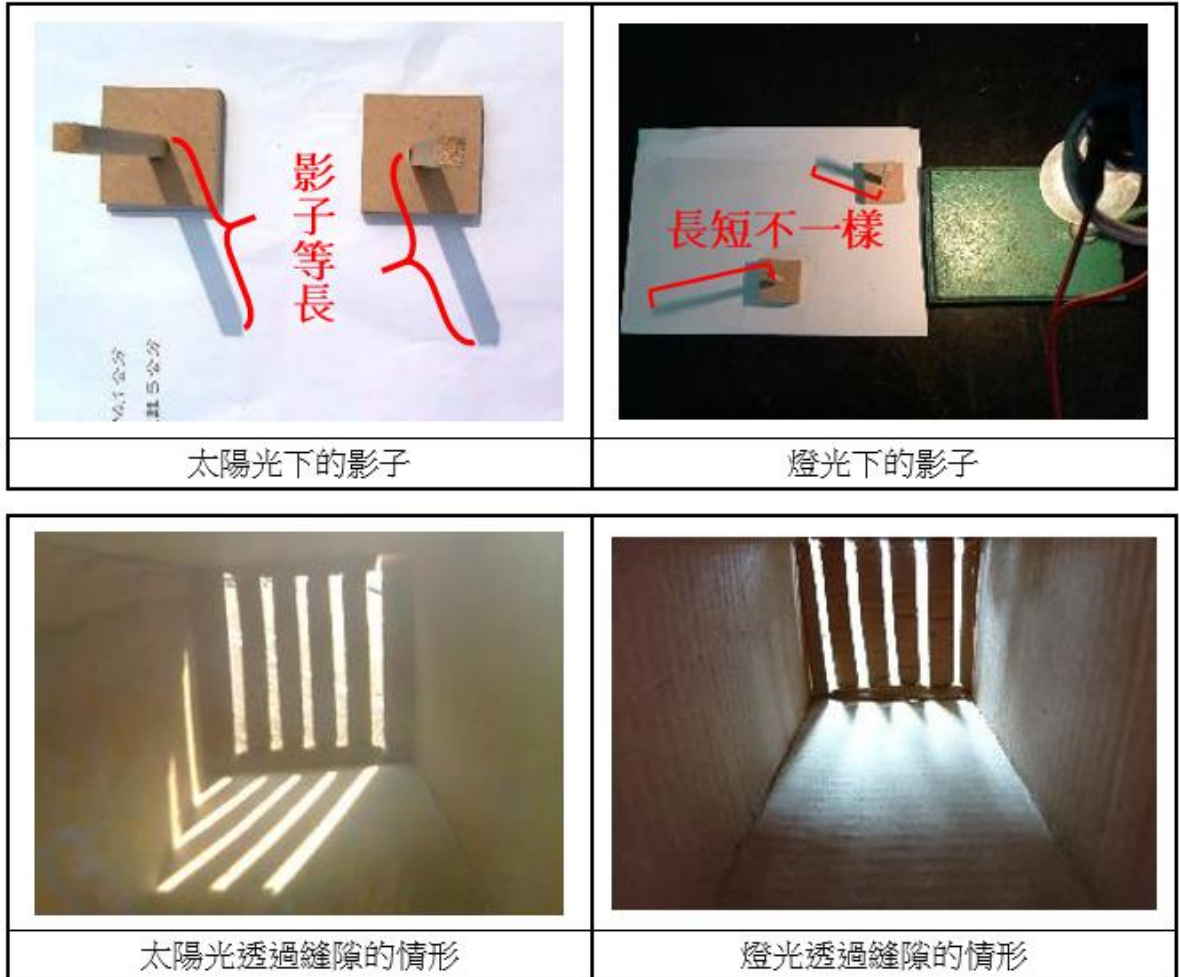
討論可以再改進的部分

伍、研究結果與討論

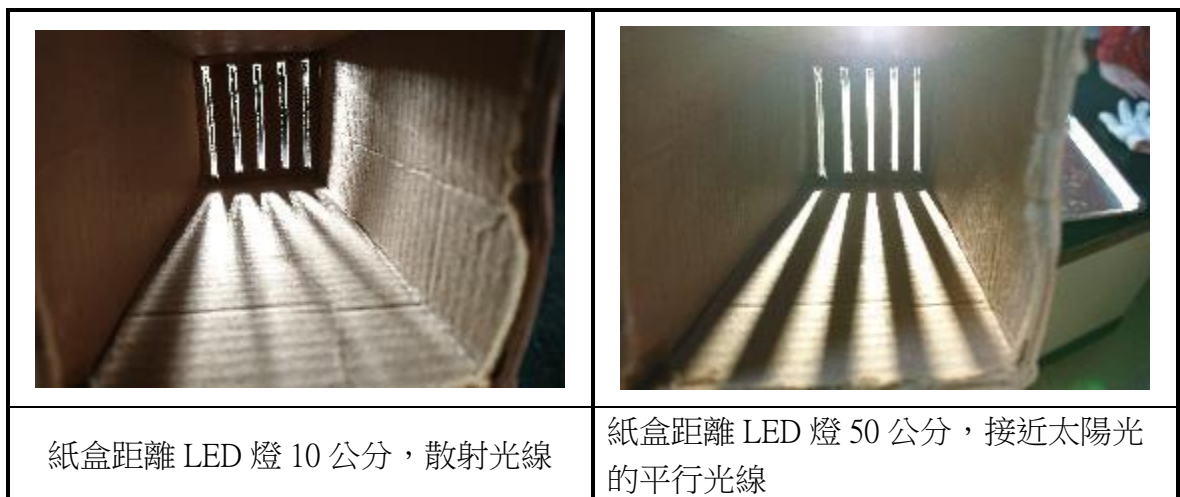
【研究一】「聚光發電方塊」的研究-太陽能板結合菲涅耳透鏡增加發電量

一、設計模擬太陽照射的裝置

1. 太陽光和燈光的差別：

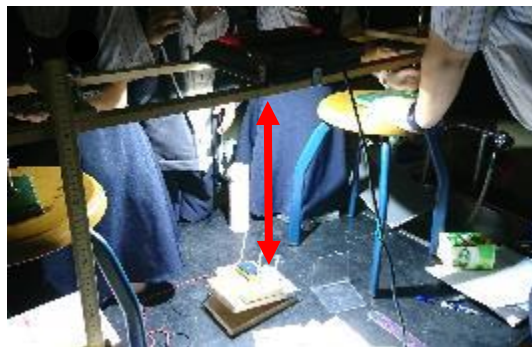


2. 用距離把 50W LED 燈光線模擬成太陽光線





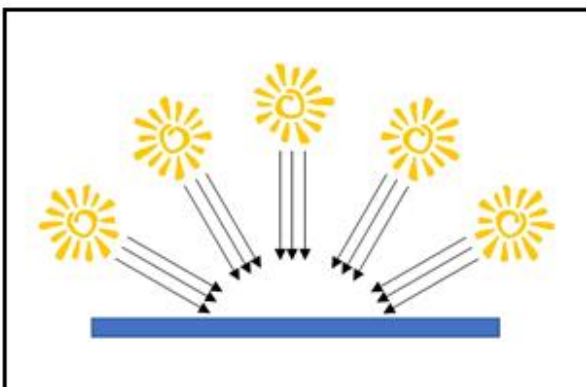
使用 50W LED 燈當太陽光源



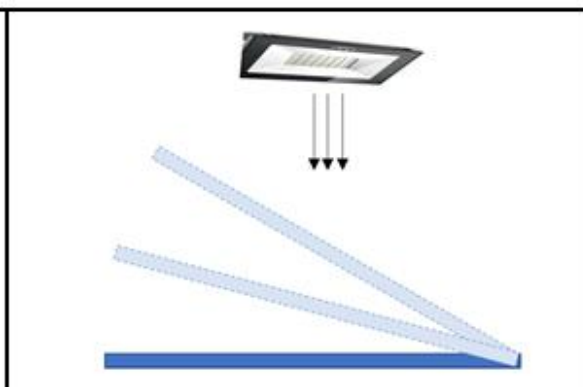
光源與太陽能板距離 50 公分

3. 模擬太陽不同照射角度：可調角度的太陽能板底座

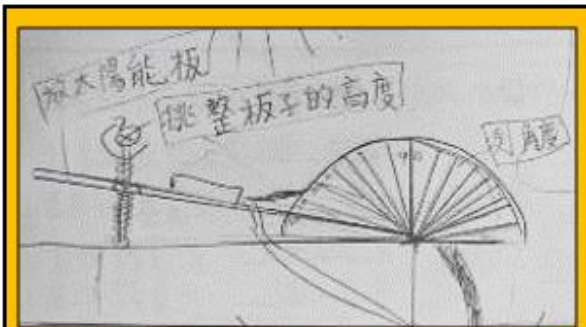
我們決定固定燈的光線從上方往下照射，**調整太陽能板的角度**當作太陽東升西落**不同的照射角度**。



原本的情況：太陽東升西落



我們的設計：燈不動，太陽能板角度動



我們的想法



在兩片木板外側裝上門的旋轉片



在上面的木板鑽洞裝上螺帽



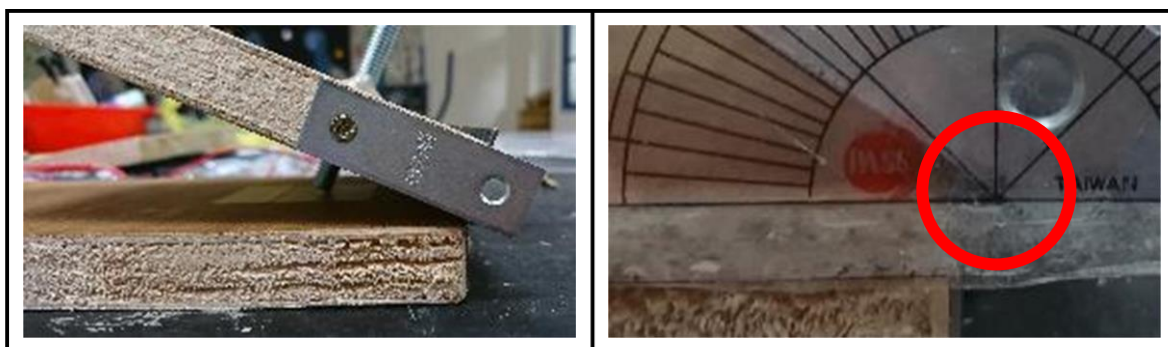
把螺絲旋轉進去，就可以把上方木片頂起來。**螺絲改在旋轉那側才不會有影子**

4. 實驗測量的注意事項，這樣量出來的數據才準確

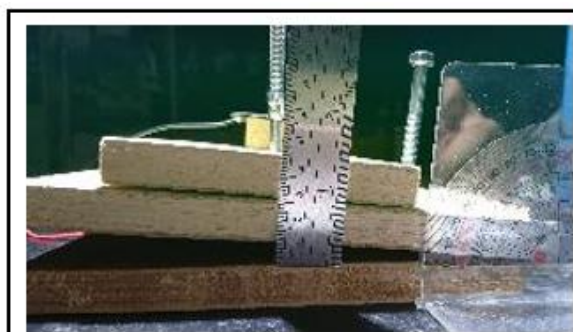
- (1)、為了要確定每次測量燈和太陽能板平台的位置是固定的，所以我們從燈的兩個角垂下兩條線，要對準太陽能板平台的兩個固定點。



- (2)、因為木板的邊比較粗，所以我們釘了一片鐵片當作測角度的地方。測量角度時也要注意量角器的圓心要對準鐵片邊緣。



- (3)、LED 燈支架設計可調整高度，因為太陽能板平台傾斜時太陽能板高度會上升，影響實驗結果。調整完要確定 LED 燈有沒有水平。



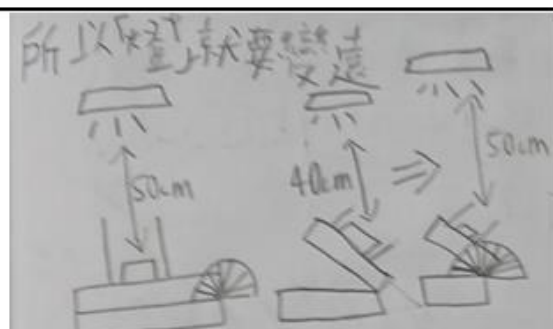
測量角度變化後升高幾公分



用實驗架調整 LED 燈架的高度



用水平儀測量確定 LED 燈是平的

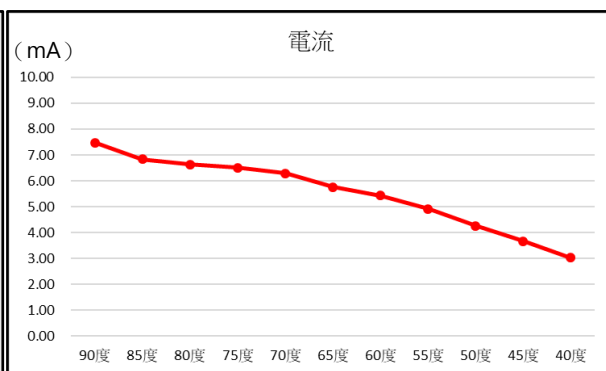
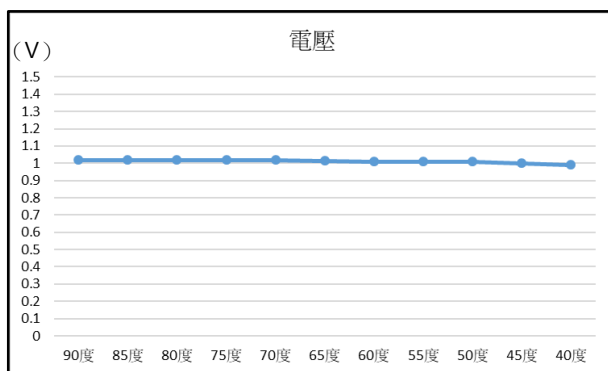
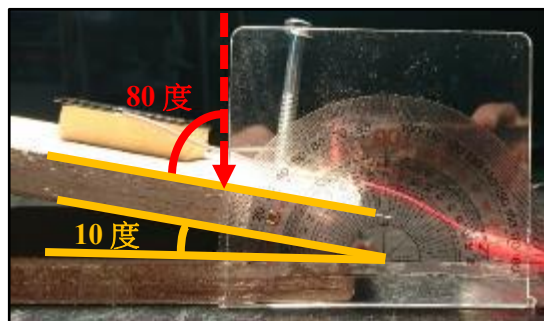


調整後雖然角度變了，但燈的距離一樣

二、菲涅耳透鏡和太陽能板不同距離發電量的變化

1. 沒有菲涅耳透鏡，不同太陽照射角度的發電量

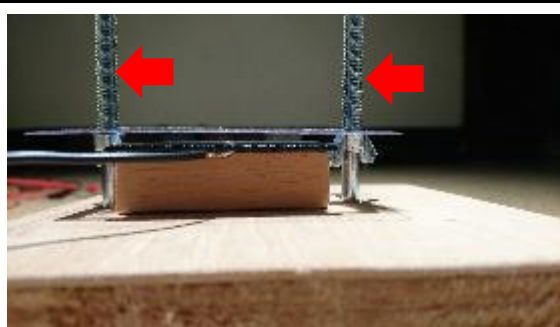
我們把太陽能板平台往上改變角度，當作太陽照射角度改變。當你把它往上抬 10 度，就代表太陽照射角度是 80 度 ($90-10=80$)。



【實驗討論】

- (1) 光照角度改變，但是電壓的差距很小，幾乎沒有改變。
- (2) 光照角度越小，發電量（電流量）也越小。
- (3) 因為電壓幾乎沒有改變，所以我們用電流變化觀察發電量。

2. 菲涅耳透鏡距離太陽能板不同距離，不同太陽照射角度的發電量



在太陽能板平台上裝兩支粗的長的螺絲



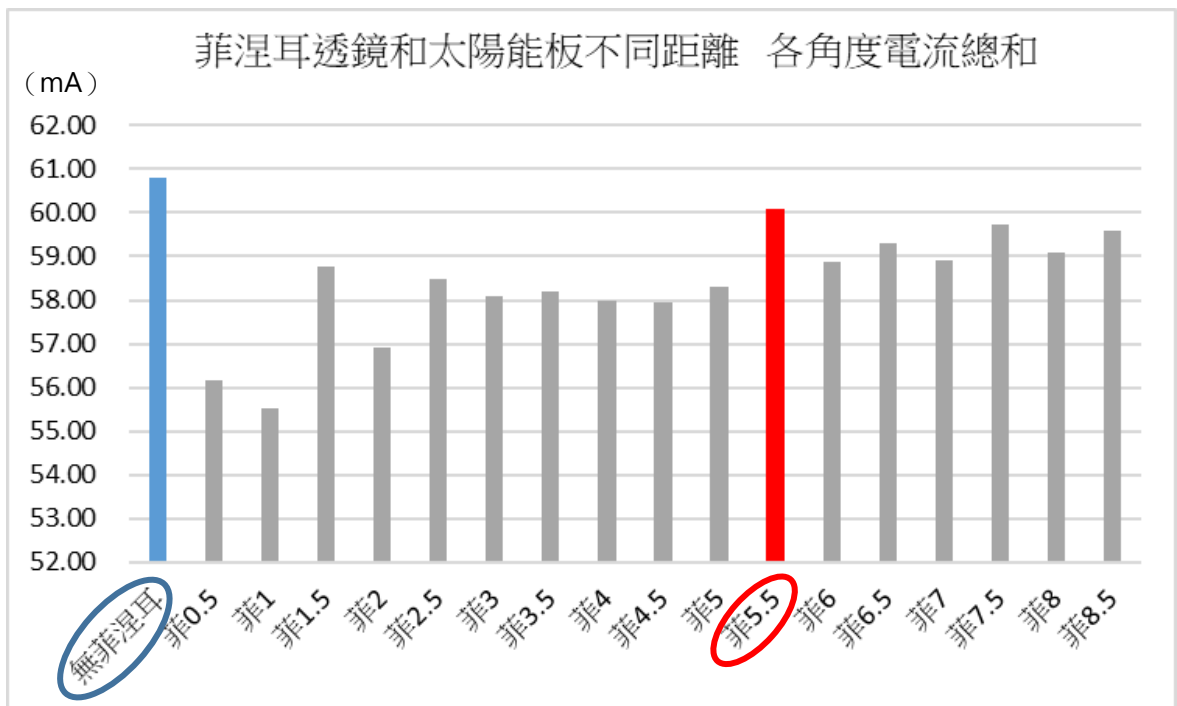
太陽能板下方墊一塊磁吸可拆式木頭，這樣才能靠近菲涅耳透鏡到 0.5 公分



利用兩個螺帽調整菲涅耳透鏡和太陽能板的距離，而且調整前先用木板確定兩端有沒有水平。



最後完成品，可以調整平台和光照的角度，也可以調整菲涅耳透鏡和太陽能板的距離。



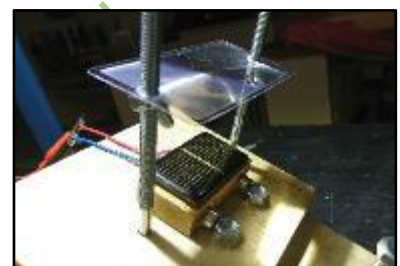
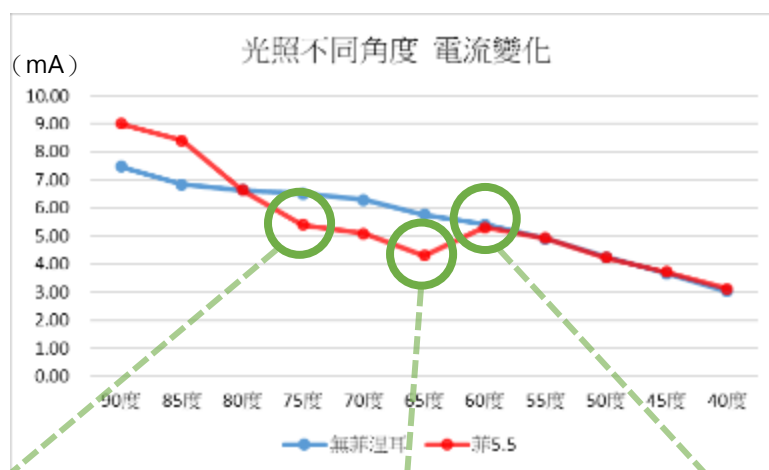
★ 菲涅耳透鏡和太陽能板不同距離、各角度的電流數據請看實驗記錄。

★ 菲 5.5 = 菲涅耳透鏡距離太陽能板 5.5 公分，把每個光照角度的發電量加起來。

【實驗討論】

- (1) 實驗發現，無菲涅耳透鏡的總電流最高；菲涅耳透鏡距離 5.5 公分的總電流第二。
- (2) 我們覺得很奇怪，照理說菲涅耳透鏡可以聚光，應該可以讓發電量增加。
- (3) 我們比較了無菲涅耳透鏡和菲涅耳透鏡距離 5.5 公分的數據後發現：

菲涅耳透鏡距離 5.5 公分的裝置有三個光照角度發電量特別低，推測是陰影遮住太陽能板的關係。如果在側面再裝一面菲涅耳透鏡，應該就可以在斜射時多聚光一次在太陽能板上，增加發電量。

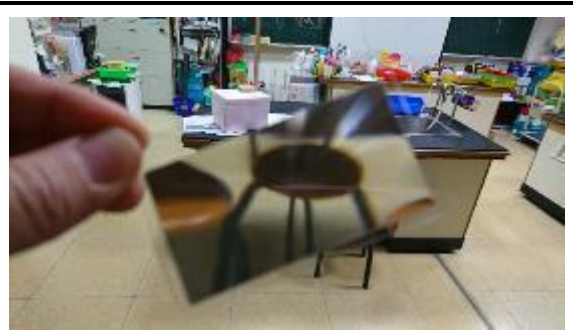


三、「聚光發電方塊」的設計：

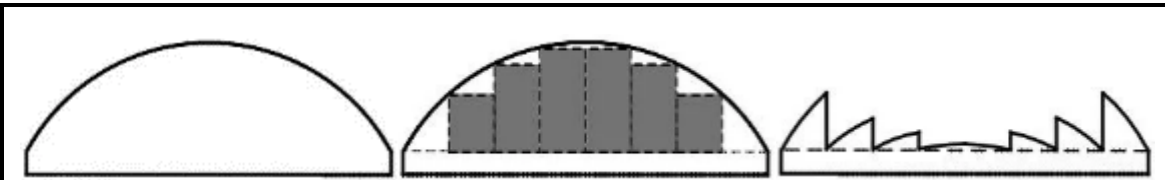
1. 凸透鏡的特性



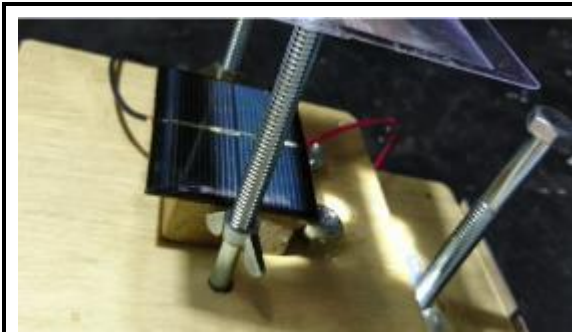
凸透鏡有聚光的特性，它是把周圍的光**聚集到中間**，所以**周圍沒有光，就會出現陰影**。



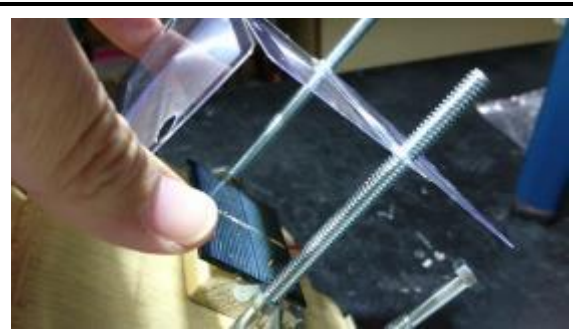
菲涅耳透鏡是一種薄型的放大鏡，一樣有聚光的效果。



最左邊是原本的凸透鏡，光線會因為穿過上面弧形的表面產生折射。如果挖掉灰色的部分，保留最上方可以讓光線折射的部分，就可以讓體積更小，重量更輕，所以我們製作時使用菲涅耳透鏡。



光線斜射時，菲涅耳透鏡聚光的區域就會偏到旁邊的木頭上。

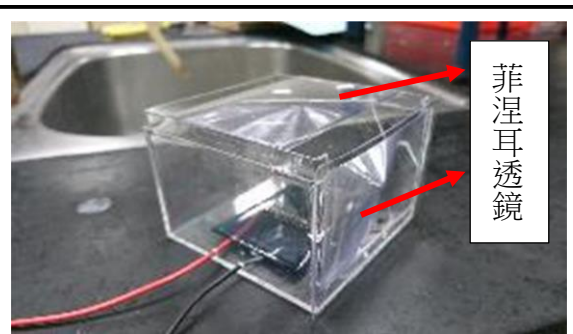


在側面加裝一片菲涅耳透鏡，斜射的光線會被聚光在太陽能板上。

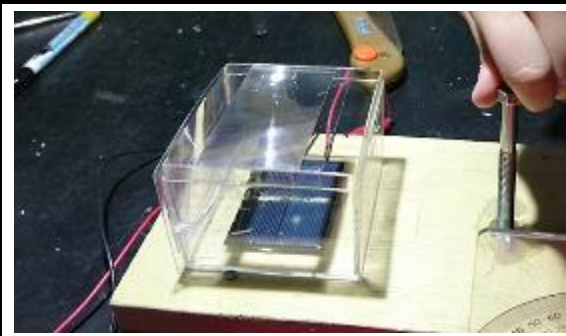
2. 「聚光發電方塊」的製作與測試



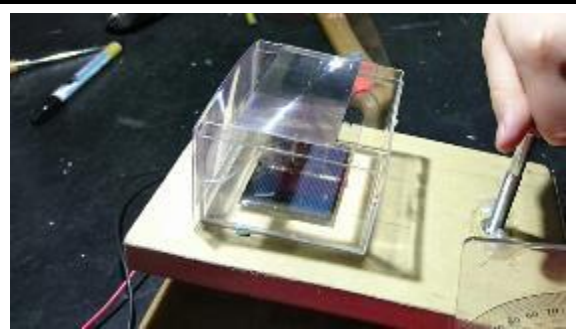
因為菲涅耳透鏡距離太陽能板 5.5 公分時發電量是第二名，所以我們找到迴紋針的盒子符合這樣的特性。



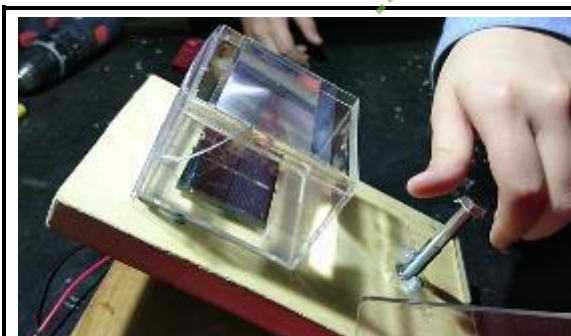
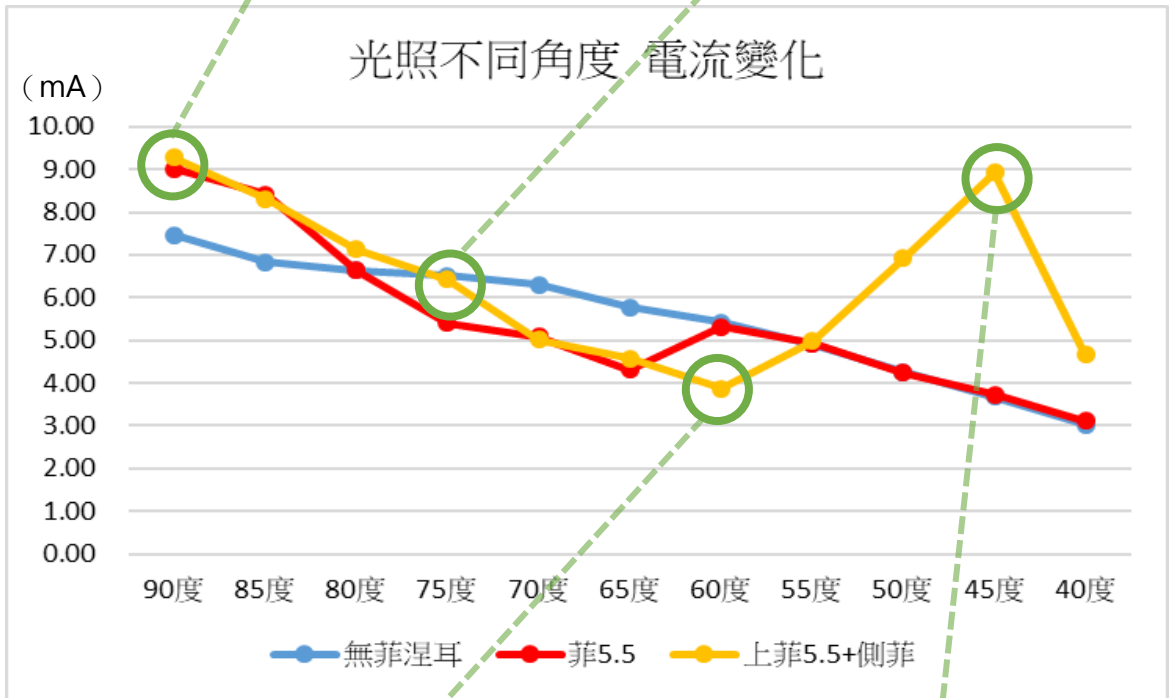
最後我們打造出這樣的「聚光發電方塊」，進行測試



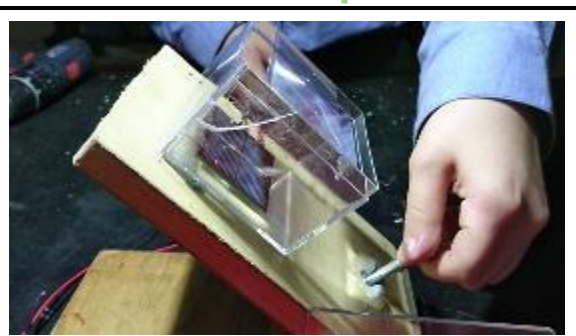
1. 光照 90 度，太陽能板接受上方菲涅耳透鏡全部的聚光區。



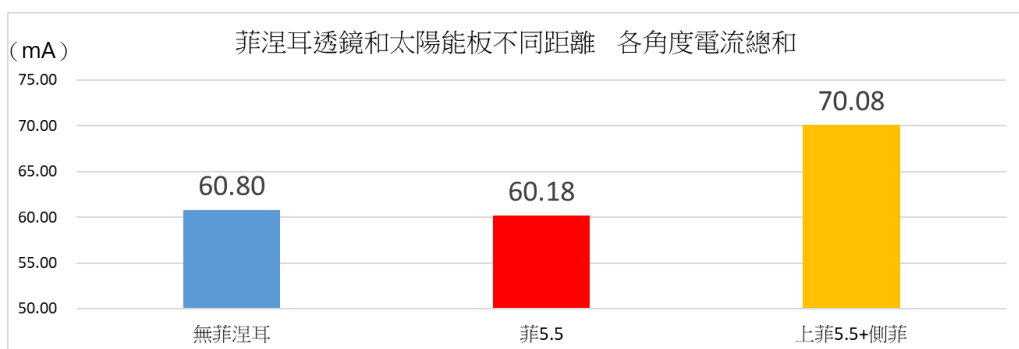
2. 光照 75 度，太陽能板上方菲涅耳透鏡聚光區域偏移。



3. 光照 60 度，上方菲涅耳透鏡的聚光區完全偏移，而且側面的陰影遮到光。



4. 光照 45 度，太陽能板接受側面菲涅耳透鏡全部的聚光區。

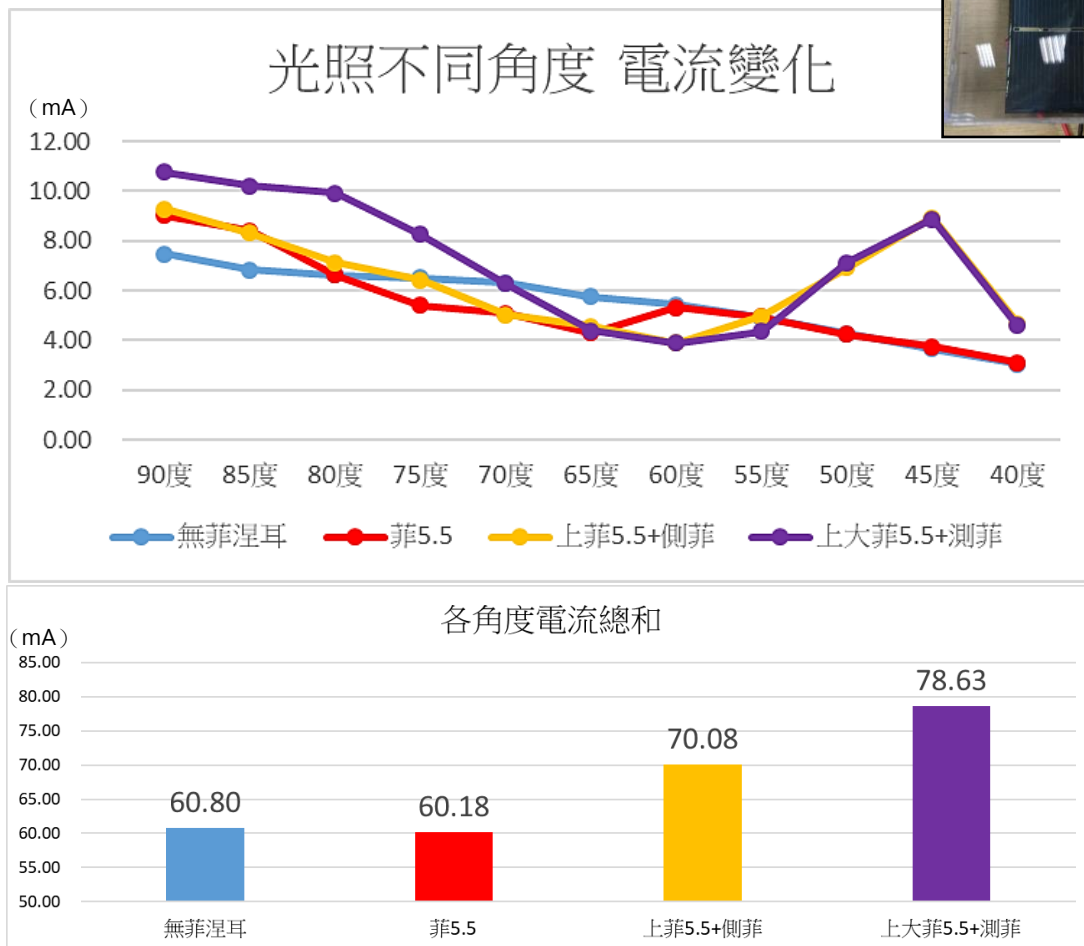
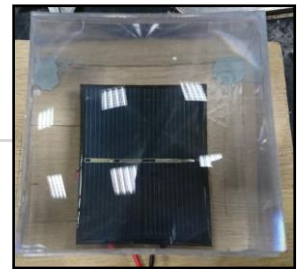


【實驗討論】

- (1) 光照角度 65 度以前都跟側面沒裝菲涅耳透鏡的數線很像。
- (2) 光照角度 60 度的發電量比側面沒裝菲涅耳透鏡的發電量還低，是因為側面透鏡的陰影遮到光線。
- (3) 但是光照角度 55 度之後，側面菲涅耳透鏡的聚光區域開始照到太陽能板，所以發電量開始上升。
- (4) 光照角度 45 度時，側面菲涅耳透鏡的聚光區域全部照到太陽能板，發電量最大。
- (5) 所以證明側面加裝菲涅耳透鏡可以增加太陽斜射時的發電量，所以我們的「聚光發電方塊」會在上、前、後、左、右五面都裝上菲涅耳透鏡。

3. 「聚光發電方塊」上方換成大片的菲涅耳透鏡

把上方的菲聶耳透鏡換成大片的，增加聚光範圍，想提高發電量。



【實驗討論】


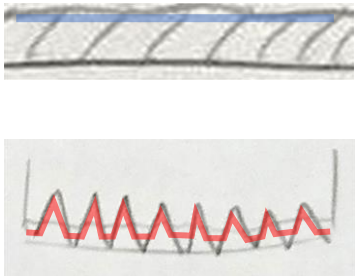
- (1) 光照角度 90~70 度之間，因為加大聚光範圍，所以提高了發電量(電流量)。
- (2) 光照角度 60 度，因為側面透鏡的陰影遮到光線，所以發電量(電流量)較低。
- (3) 光照角度 55 度之後，側面菲涅耳透鏡的聚光區域開始照到太陽能板，所以發電量開始上升。
- (4) 上方換成大片的菲涅耳透鏡，比原本小片的提升了 12.2% 的發電量(電流量)。

【研究二】「海水淡化箱」的研究

我們決定使用「海水蒸餾法」來進行海水淡化。這個方法有三大重點：①海水**蒸發**出水蒸氣；②水蒸氣**凝結**成淡水；③**收集**凝結的淡水。

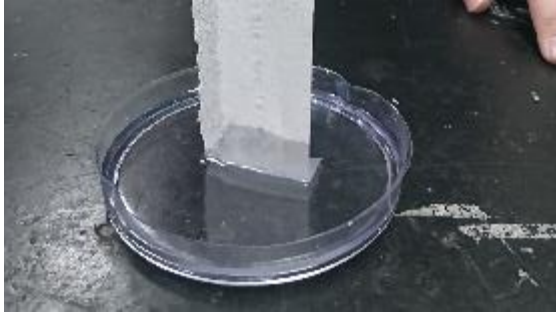
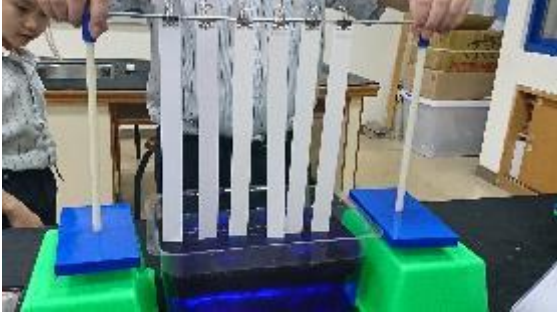
一、增加海水蒸發表面積的設計

1. 我們的想法設計

	
同學家有一台「加濕器」，裡面有一排很多縫隙的東西會吸水。	所以我們想在原本的水面裡放入很多會吸水的角錐，增加水蒸發的面積。

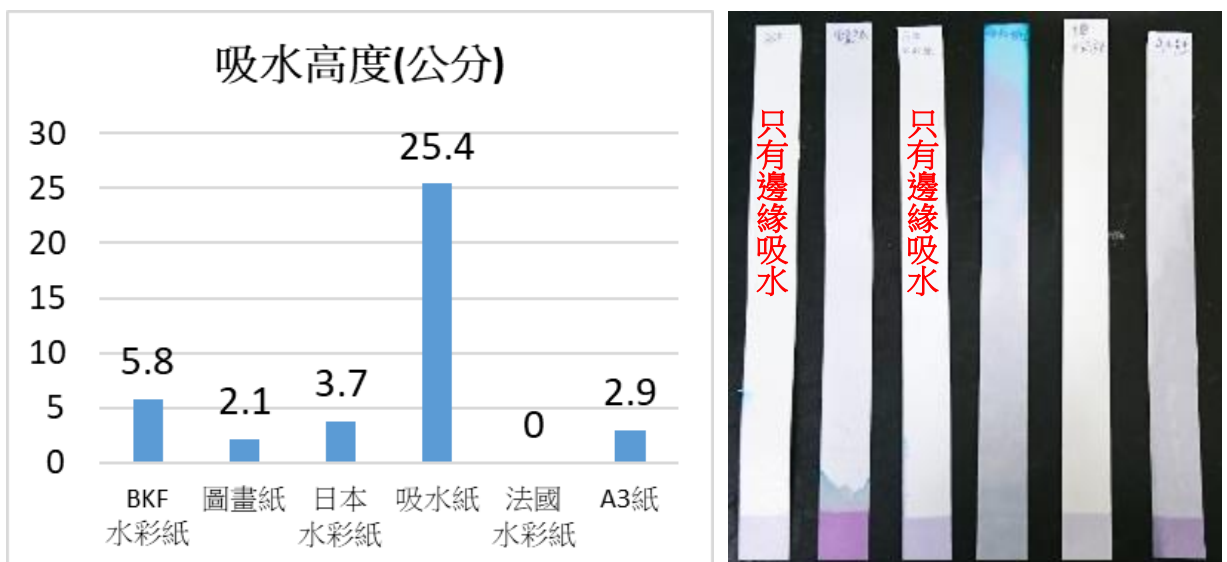
2. 尋找吸水的材料

因為要把海水**吸超過水平面**，又要可以讓我們**容易折成角錐**的形狀，所以我們決定尋找**容易吸水的紙類**。

	
紙可以吸水，讓水在縫隙中往上移動，是因為 毛細現象 的關係。	找五種最容易吸水的紙和常見的 A3 紙，切成等寬放入藍色墨水，比較吸水高度。

【實驗討論】

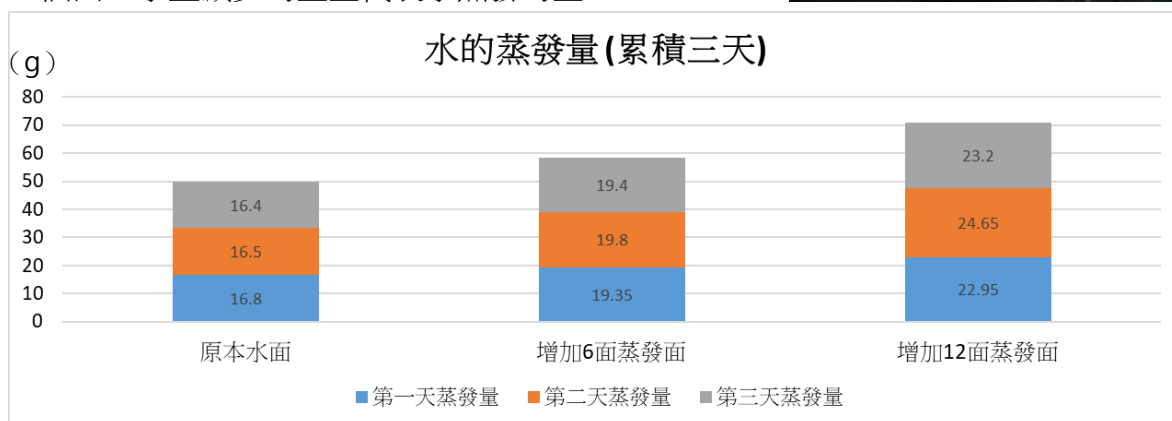
我們吸水實驗進行 30 分鐘，然後測量每種紙吸水的高度。



- (1) BKF 水彩紙、日本水彩紙只有邊緣吸水，中間沒有水分；法國水彩紙不吸水。詢問美術老師才知道水彩紙反而不易吸水，因為上面有一層膜，這樣才能讓畫畫的人有時間把水彩做漸層或其他的效果，所以不能吸水太快。
- (2) 吸水紙的效果最好，而且可以把水吸到最上面，所以我們角錐形狀最高可以做到 25.4 公分，所以最後我們用吸水紙做增加表面積的角錐。

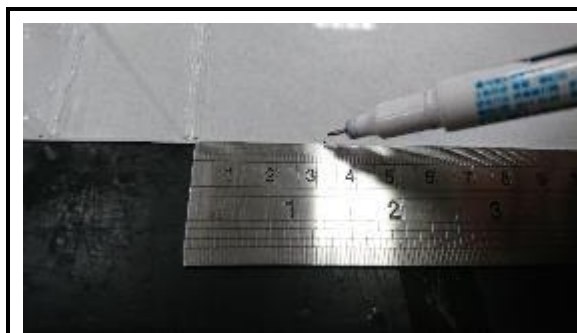
3. 表面積和蒸發量的關係

我們用三盆水進行實驗，一盆是原本的水面；一盆用吸水紙增加 3 個角錐 6 個面；一盆用吸水紙增加 6 個角錐 12 個面，水盆減少的重量代表水蒸發的量。



【實驗討論】

- (1) 實驗發現表面積增加越多，蒸發的水量越多。
 - (2) 所以我們看海水淡化箱有多大，就盡可能增加吸水紙角錐的數量。
 - (3) 吸水紙吸水以後會整個軟掉站不直，所以吸水紙角錐下面要有支撐的東西。
- ### 4. 用壓克力板製作吸水紙角錐支撐架



我們要做 6 個角錐支撐架，所以把底座的壓克力板平均分配量好距離。

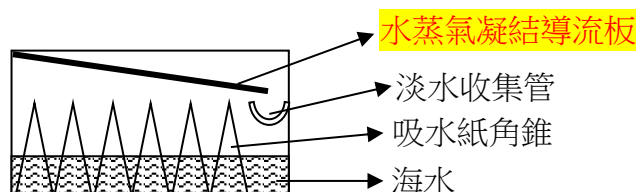


把壓克力板用熱熔膠黏起來，最後完成吸水紙角錐支撐架。

二、收集凝結後淡水的設計

1. 我們的想法設計

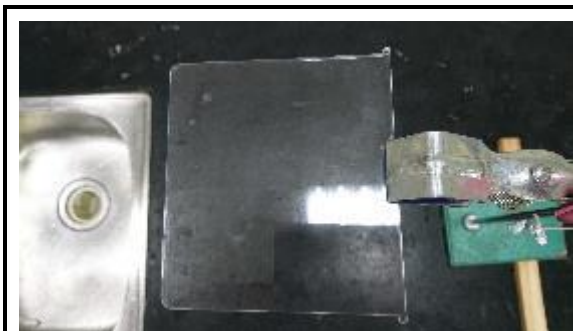
海水蒸發後的水蒸汽，要想辦法讓它凝結在東西上變成水滴，再讓水滴流進我們要收集的地方。



2. 水蒸氣凝結導流板的製作

一開始我們要先確定導流板要傾斜幾度。因為如果**板子不夠斜**，凝結的水滴會留不**下去而直接滴下去**，就像是湯鍋鍋蓋一樣。如果**板子太斜**，吸水紙角錐就不能那麼高，**水的蒸發量就會降低**，所以我們找出最適合的斜度。

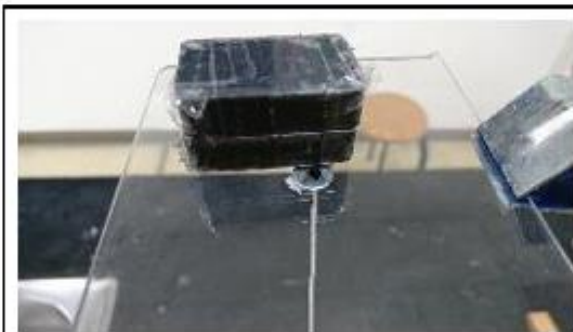
(1) 實驗裝置的設計：要確定每次實驗的條件相同



用實驗架上的夾子夾一塊壓克力板，模擬水蒸氣凝結導流板。



在實驗架上裝一個量角器和重力垂直線，因為我們會改變板子角度。確認壓克力板水平時，垂直線是在角度0的地方。



找出壓克力板的中心點，每次實驗前用磁鐵從中心點吸一條垂直線。



要確定垂直線對到下方紀錄水滴落點紙的中心點，這樣才能確定每次壓克力板和紀錄紙的位置都一樣。



我們用水霧噴頭噴水霧讓壓克力板累積水滴進行實驗，因為要讓真的水蒸氣凝結水滴然後落下要花很久的時間。



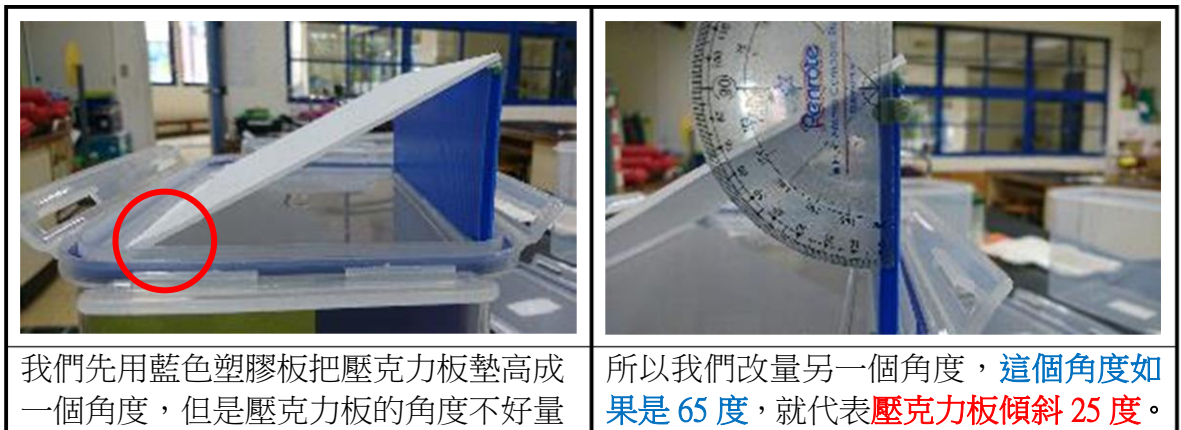
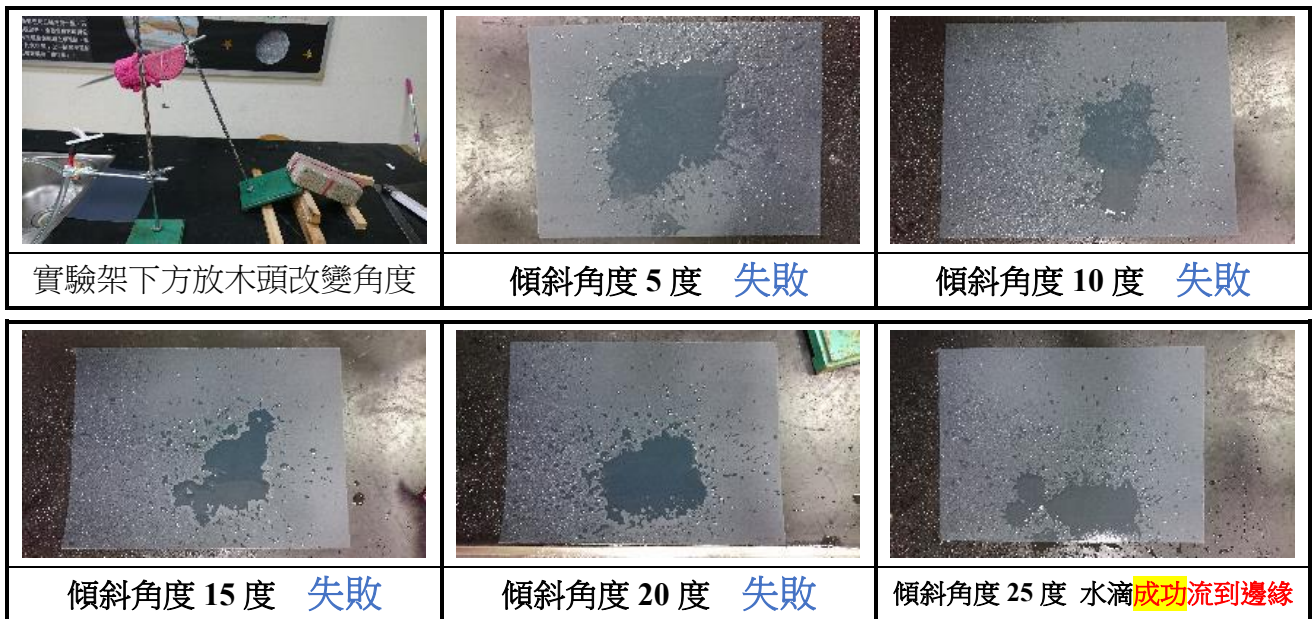
夾著噴霧水管的夾子也要固定，這樣才能確定每次實驗噴水霧的距離和角度。

(2) 紀錄水滴落下位置的東西

我們用【砂紙】放在水蒸氣凝結導流板下方，紀錄水滴落下的位置。砂紙的好處是：不會吸飄下來的水霧，而且水滴滴下來以後不會跟旁邊的水滴結合。

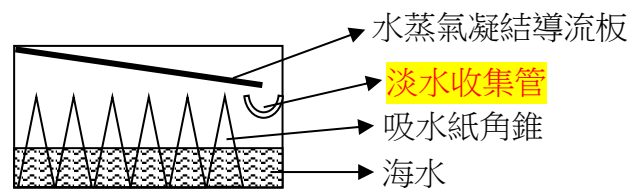


(3) 實驗結果：我們想要找的目標是**水滴聚集在砂紙的外側**，代表水滴有沿著**壓克力板流到邊緣**，方便我們收集。



3. 淡水收集管的製作

淡水收集管也要傾斜，才能順利讓蒸餾水流進我們的收集箱，但是因為管子材質不是壓克力，所以我們要重新測試傾斜的角度。



(1) 測試裝置

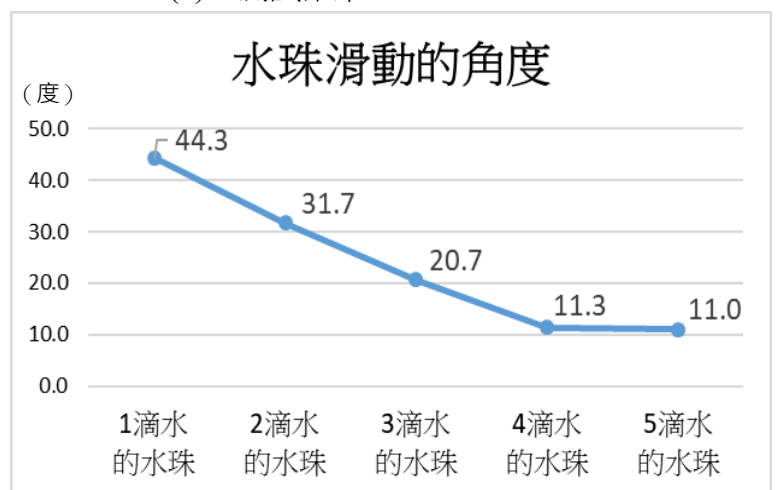


把淡水收集管黏在可以調整角度的平台



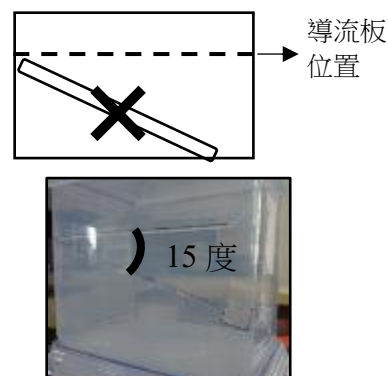
滴上不同重量的水滴，看幾度時會滑動

(2) 測試結果

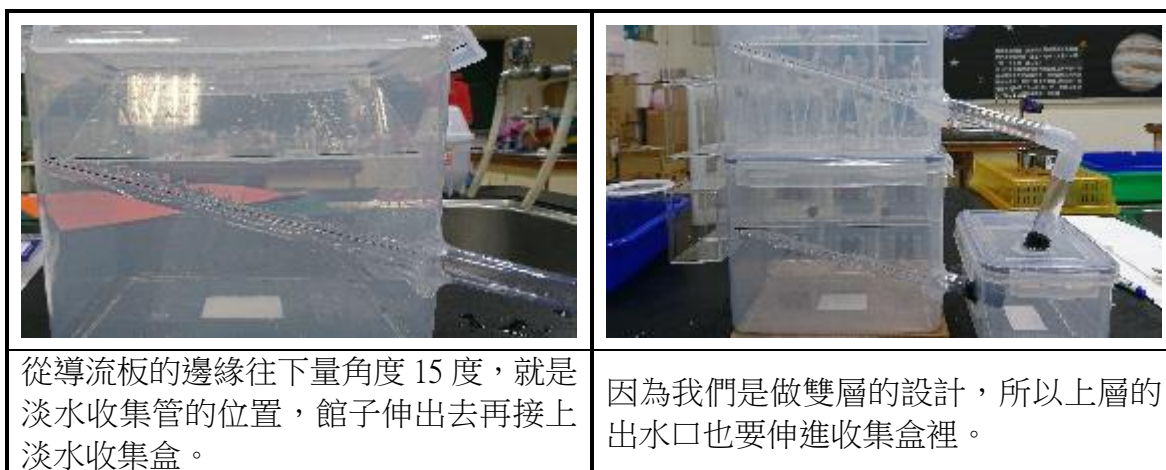


(3) 結果討論

- 越輕的水珠，需要越大的傾斜角度才能滑動。
- 角度太斜，管子就不夠長連接到外面的收集盒。
- 所以根據實驗數據，我們決定管子傾斜角度為 11.3~20.7 度之間，實際測量後決定讓管子傾斜 15 度，這樣也方便讓管子連接到外面的收集盒。



4. 海水淡化箱最後成品



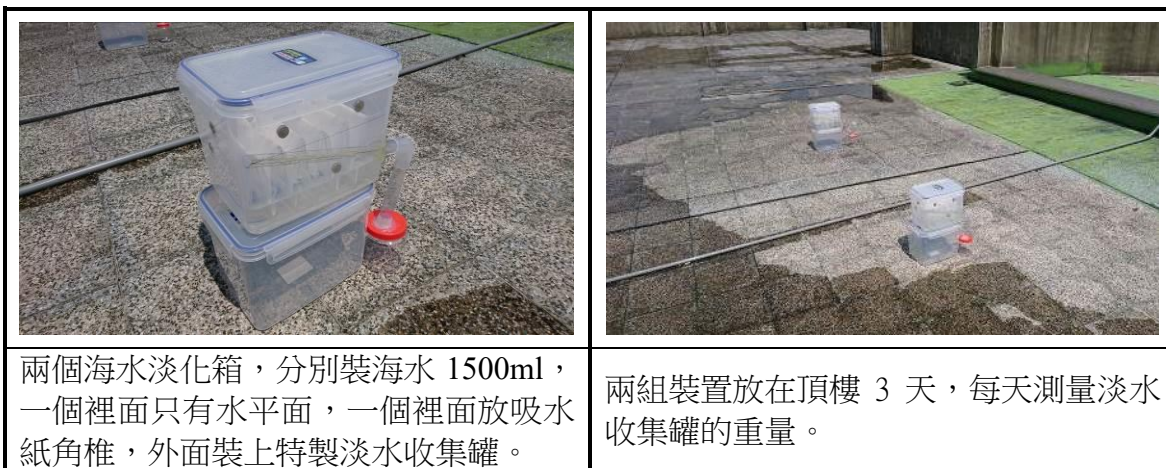
從導流板的邊緣往下量角度 15 度，就是淡水收集管的位置，管子伸出去再接上淡水收集盒。

因為我們是做雙層的設計，所以上層的出水口也要伸進收集盒裡。

三、「海水淡化箱」實際使用收集淡水的情形

1. 吸水紙角錐是不是真的能增加海水淡化量

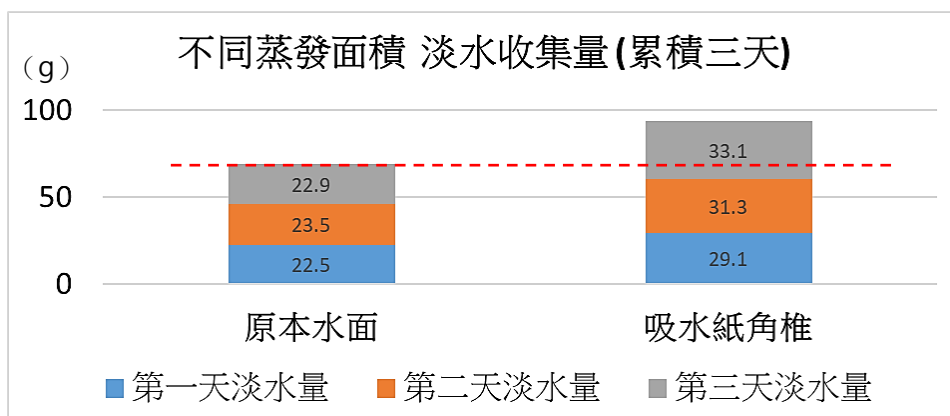
(1) 實驗裝置



兩個海水淡化箱，分別裝海水 1500ml，一個裡面只有水平面，一個裡面放吸水紙角椎，外面裝上特製淡水收集罐。

兩組裝置放在頂樓 3 天，每天測量淡水收集罐的重量。

(2) 實驗結果

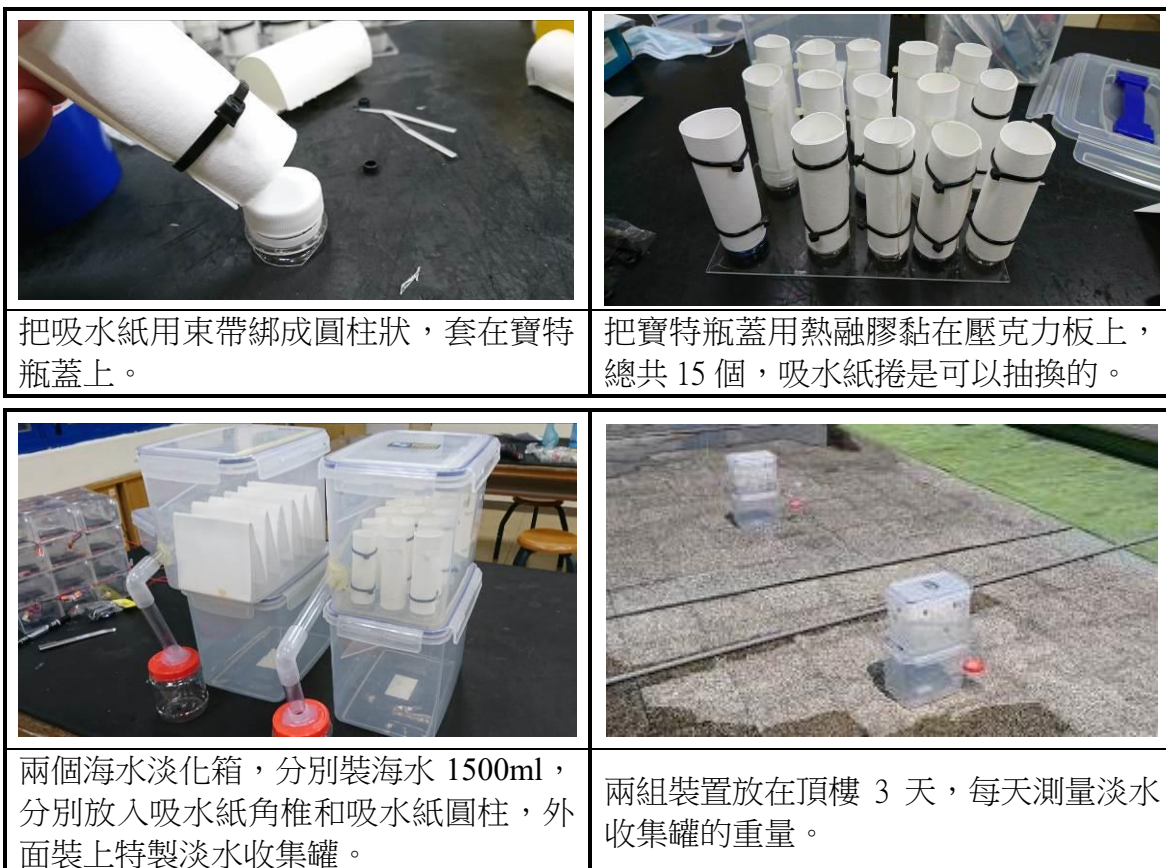


(3) 實驗討論

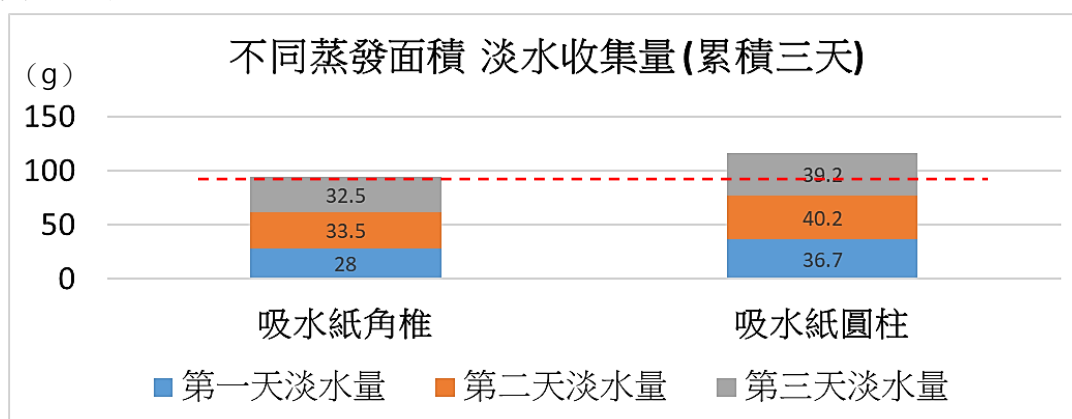
- 吸水紙角椎大約增加了 1176 平方公分 (7X14X12) 的表面積。
- **吸水紙角椎**的淡水量增加了 **35.7%**，增加表面積真的有效！。

2. 利用吸水紙圓柱再增加蒸發表面積，是不是真的能增加海水淡化量

(1) 實驗裝置



(2) 實驗結果



(4) 實驗討論

- 吸水紙圓柱大約增加了 2119.5 平方公分 (7.5X3X3.14 X 15 X 2) 的表面積。
- **吸水紙圓柱**的淡水量增加了 **23.5%**，增加表面積真的有效！。
- 因為淡水產生效果**吸水紙圓柱**>**吸水紙角椎**>**原本水平面**，所以最後我們決定使用**吸水紙圓柱**增加海水蒸發表面積。

四、「海水淡化箱」周圍裝「聚光發電方塊」的設計

我們想要同時利用太陽的光和熱，熱用來蒸發淡化海水，光就用來讓太陽能板發電，所以我們要把「聚光發電方塊」裝在「海水淡化箱」的周圍。經過測量，箱子較長的那面和上面可以放 6 個方塊，較短的那個面可以放 4 個方塊。

上面 6 個方塊

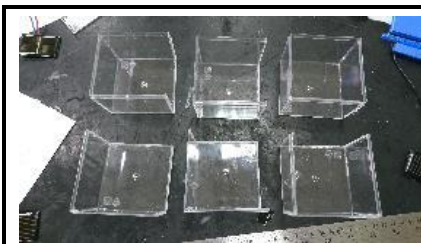
側面 6 個方塊

6 個方塊

6 個方塊

1. 串聯「聚光發電方塊」

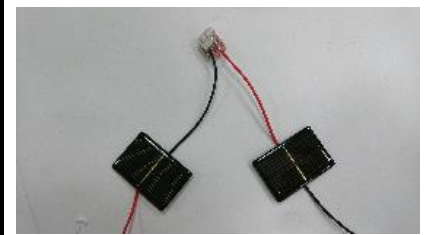
我們收集了全校的太陽能板，決定在「海水淡化箱」周圍裝 24 個「聚光發電方塊」，12 個串聯成一組，讓它們產生 12V 的電，再把這兩組 12V 的「聚光發電組」並聯，讓它們產生比較大的電流。



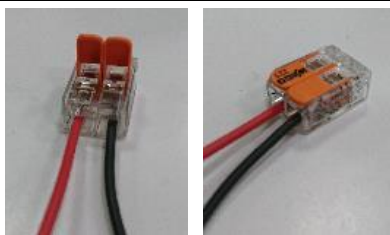
我們把同一面的 6 個方塊用熱熔膠黏在一起，變成一個大方塊。



每個小方塊的四周都要裝菲涅耳透鏡，我們怕太多塑膠會影響透光，所以把重疊的塑膠外殼切掉。



串聯就是把電池的正極、負極連接再一起，所以我們要把這 12 個方塊的太陽能電池串聯成一大圈。



我們想串聯這麼多，如果哪一塊壞掉要換，拆電線要很方便才行，所以我們使用電線連接器。

重大發現
串聯後的太陽能板
發電量 mA
竟然低的很誇張！



我們先測試串聯 10 片太陽能板的發電量，結果竟然只有 3.07mA，太低了，比只有一片太陽能板還低。



我們想是不是其中有壞掉的太陽能板，就一片一片慢慢串聯進行測試。

1 片：14.81 mA 串 2 片：14.25 mA 串 3 片：14.46 mA



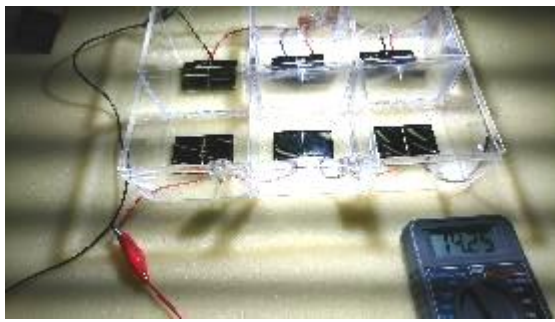
串 4 片：6.44 mA。突然降低很多，換了新的第 4 片太陽能板，結果一樣很低。



原本以為串聯數量不能太多，但是我們拿串聯 6 個來測，結果是 14.79 mA，所以不是串聯數量多的問題。

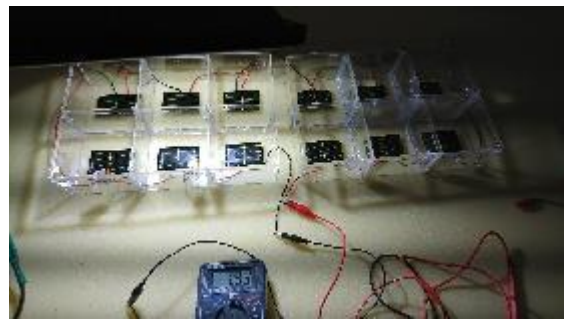
所以我們發現的問題是：為什麼串聯太陽能板會讓發電量降低？

我們上網搜尋關鍵字：太陽能板、串聯、降低。然後我們在一篇文章【政府研究資訊-高效能太陽能模組整合式轉換器之研製】中，找到了原因。文章上寫說：**串聯連接系統的效率特性會受到個別效率較差（被陰影遮到）的太陽能板拖累而嚴重劣化，常導致整串太陽能板特性不佳**。所以一開始我們串聯 10 片太陽能板做測試，是不是因為有幾片不在光源下發電效果太差，所以就拖累了整串太陽能板？我們決定進行測試看看這樣的說法是不是正確。



我們準備了兩組太陽能板：

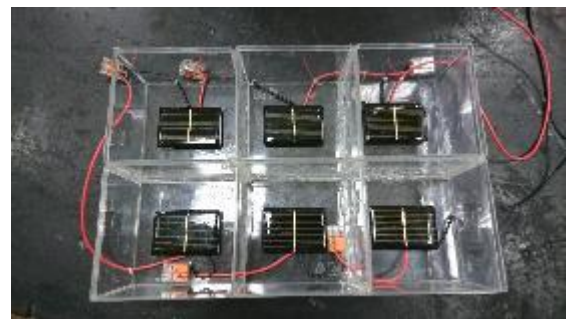
- 每組串聯六片太陽能板
- 一組放在 LED 燈光下，稱為亮組。
- 一組刻意放在較暗的地方，稱為暗組。
- 亮組測量出的電流量是 14.25mA。



把**亮組和暗組串聯**在一起，結果量出來的電流量只有 **1.93 mA**，**被拖累！** 測量到的電壓是 12.11 V，符合串聯的特性： $1\text{ V} \times 12\text{ 片} = 12\text{ V}$



把**亮組和暗組並聯**在一起，結果量出來的電流量有 **14.27mA**，**沒有被拖累！** 測量到的電壓是 6.05 V，符合並聯的特性：並聯電壓不變。



所以最後我們決定，6 個聚光發電方塊**串聯**成一組**聚光發電組**，產生 6V 的電。而且大小符合海水淡化箱每個面的大小。

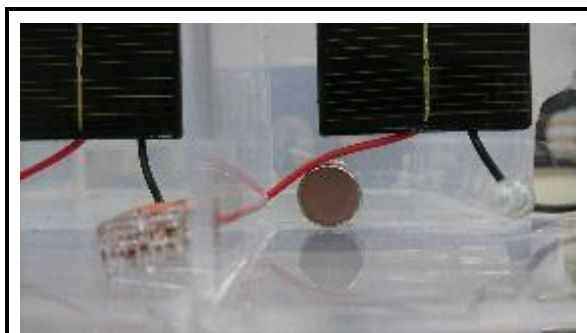
不同面的 6V 聚光發電組用並聯的方式連接，增加發電量。因為在同一時間，不同面的發電量是不同的，如果各組間用串聯的話，會互相拖累。

所以我們一共使用 24 片太陽能板，會在右圖中 A、B、C、D（B 的對面）放 4 組聚光發電組，這樣就可以產生 6V 較大電流的電，**也不會因為上面、側邊發電量不同而互相拖累。**

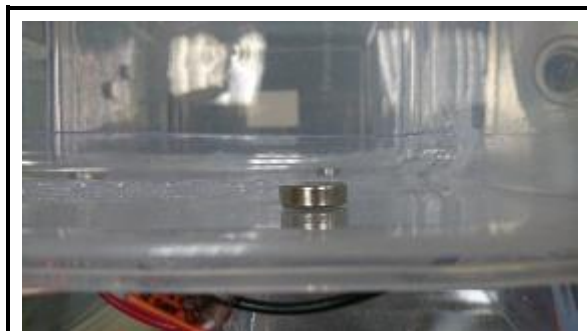


2. 固定「聚光發電組」

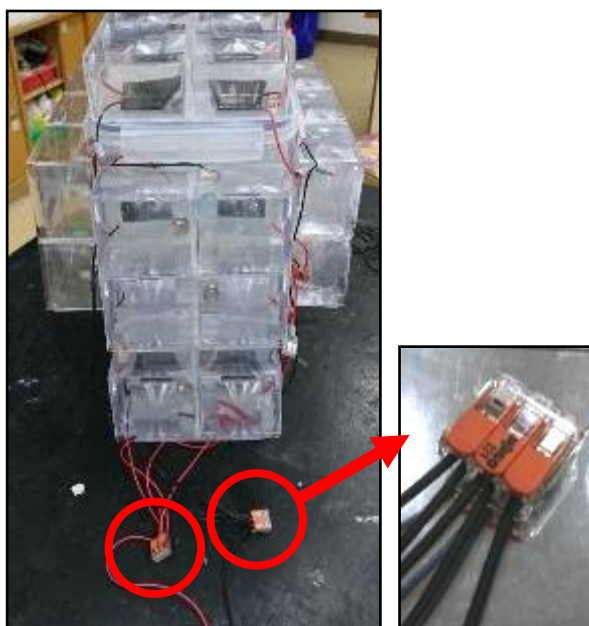
因為我們想要能方便把「聚光發電組」拆下，又要有固定的效果，所以每組「聚光發電組」用 6 顆強力磁鐵吸在海水淡化箱外面。



在聚光發電組的盒子上黏強力磁鐵。



在海水淡化箱裡面黏強力磁鐵，讓它跟聚光發電組盒子上的強力磁鐵相吸。



- 上、左、右、後分別吸上 1 組聚光發電組，共 4 組。(沒錢買太陽能板了)
- 把這 4 組並聯起來。把負極 4 條線用電線連接器接起來；正極 4 條線也是用同樣的方法連接。

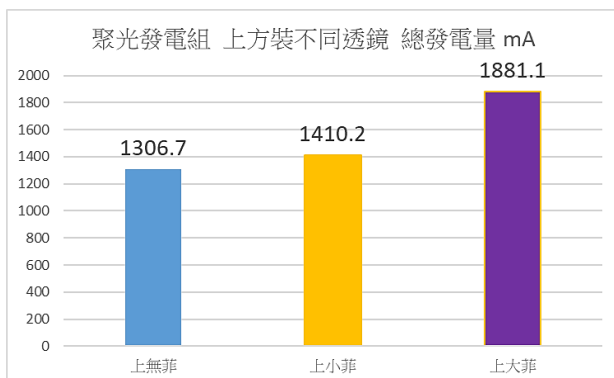
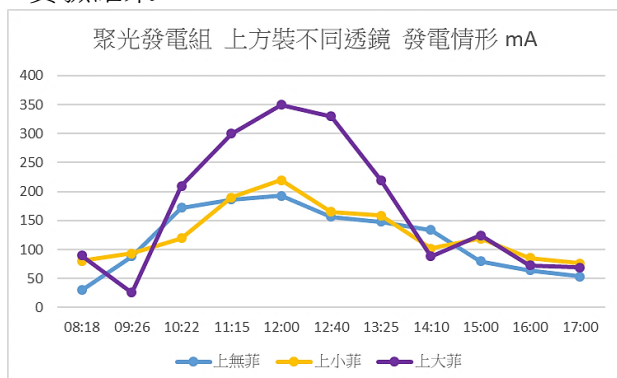
五、「聚光發電組」的發電效果

從【研究一】我們知道上方裝大菲聶耳透鏡的「聚光發電方塊」發電量（電流量）是最大的，那六個方塊組合在一起的「聚光發電組」是不是也有最大發電量（電流量）呢？

1. 實驗方式：

把三組「聚光發電組」，上方分別是①不裝、②裝小菲聶耳、③裝大菲聶耳，測量一整天的發電情形。

2. 實驗結果：



3. 實驗討論：

- (1) 上方裝大片的菲聶耳透鏡的總發電量（總電流量）最大，比沒加透鏡的多增加 44%，比小片的菲聶耳透鏡多增加 33%，所以效果真的很好！

【研究三】四周裝設反光鏡，增加發電量、海水溫度的研究

一、反光鏡範圍的設計

1. 我們的想法

因為「聚光發電組」在「海水淡化箱」的四周，所以如果早上太陽在東邊，西邊的「聚光發電組」就照不到陽光，所以我們想利用鏡子反射陽光，讓東邊來的陽光可以被鏡子反射，照到西邊的「聚光發電組」。

我們又討論到一個問題：反光鏡應該要多高？因為：

- 反光鏡太高，陽光容易被反射，但是會擋住面向陽光的「聚光發電組」。
- 反光鏡太低，陽光會被「海水淡化箱」擋住，不能被反射。

所以我們決定模擬陽光照射，看看哪種高度的反光鏡可以有最大的陽光照射面積。

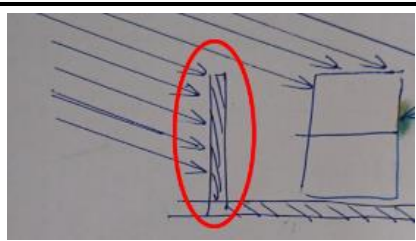
2. 設計實驗的裝置

(1) 模擬陽光照射的裝置



在實驗架鎖上量角器，把雷射筆黏在 0 度的地方，在螺絲上綁一條鉛錘線。雷射筆光線代表陽光的照射，轉動量角器對準鉛錘線，代表陽光不同的照射角度。

(2) 模擬向光面反光鏡高度的裝置



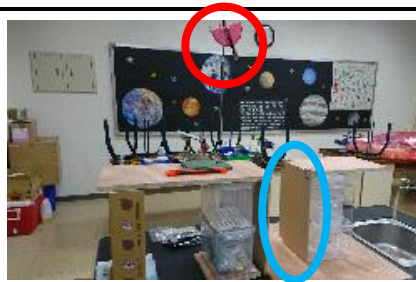
我們要模擬的是向光那面的反光鏡，看看它擋住陽光照射的情形。



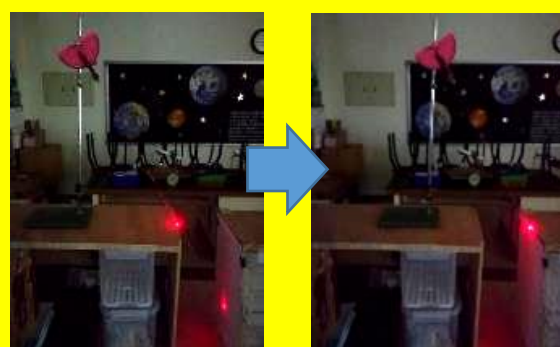
在底座側邊裝一塊垂直的木板，當作是反光鏡的板子，但是不用真的貼鏡子。



我們決定要測 8 種高度，所以把板子分成 8 等分，每測完一種就鋸掉一段。



- 紅圈就是模擬陽光雷射筆的位置，可以調整照射角度。
- 藍圈就是原本聚光發電組的位置，我們會夾一張 A3 白紙，紀錄雷射筆照射的範圍，就是陽光照到的範圍。





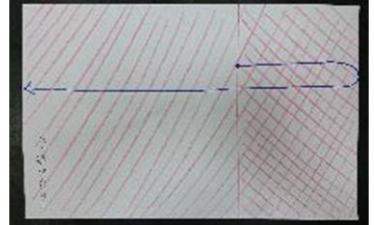
模擬陽光照射 重要方法

因為陽光照射是整片的，但是雷射筆的光線只有一條線，所以我們要前後移動實驗架，記錄光點開始照射的點和結束照射的點，看看雷射筆能照射的範圍，才能知道陽光照射的真正範圍。

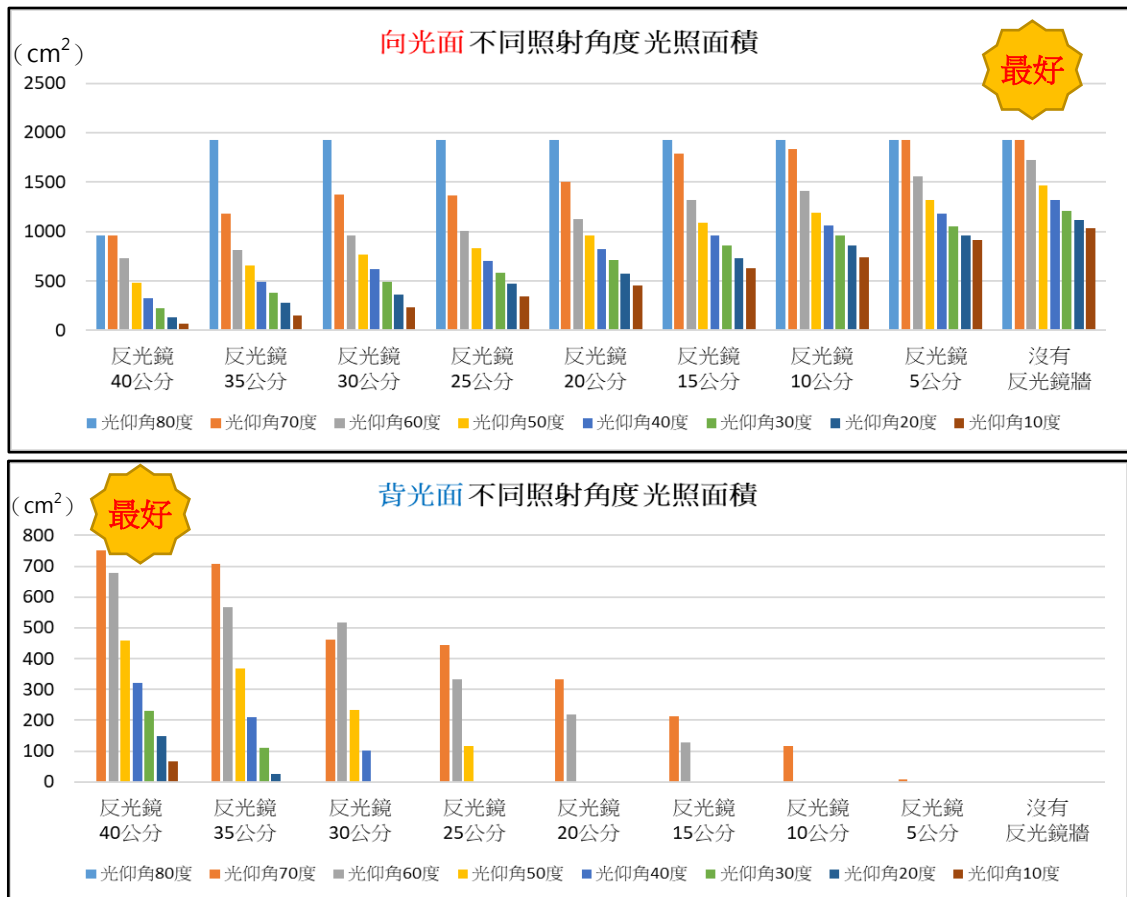
(3) 模擬背光面反光鏡高度的裝置

		
<p>我們要模擬的是背光那面的反光鏡，看看它反射陽光的情形。</p>	<p>我們把音樂教室牆上的鏡子當成背光那面的反光鏡。</p>	<p>我們要測 8 種高度，所以把鏡子用奇異筆分成 8 等分</p>

3. 如何判斷雷射筆照射的範圍

		
<p>模擬時我們會往前慢慢移動雷射筆，所以會記錄到第一個出現的光點和最後消失前的光點。</p>	<p>畫出這兩點的移動路線，量出光點的移動距離。再把這個距離乘上紙寬，算出光照的面積。</p>	<p>重疊的光照面積。因為同時有陽光直射和鏡子反射照到。</p>

4. 實驗結果

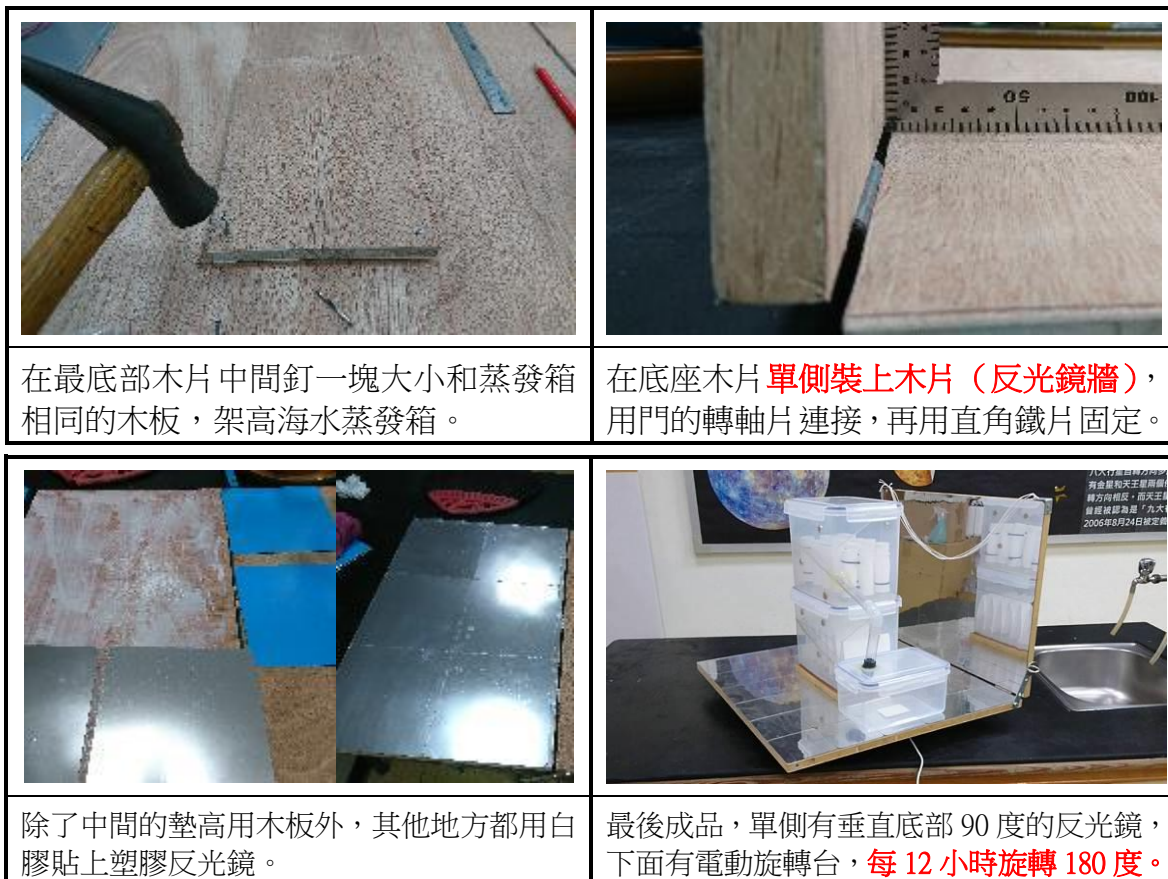


5. 實驗討論

- (1) **向光面**在沒有反光鏡時，各角度的光照面積都是最高的；反光鏡 40 公分時，各角度的光照面積是最低的。因為**反光牆越高**，就會擋住迎面照過來的陽光。

- (2) **背光面**在沒有反光鏡時，沒有任何光照面積；反光鏡 40 公分時，各角度的光照面積是最高的。因為**必須要有反光鏡，才能把陽光反射照到背光面的太陽能板**。
- (3) 為了讓**整天有最大的發電量**，我們決定在「海水淡化箱」單側做 40 公分高的反光鏡，利用**電動旋轉台和定時開關**，每 12 小時**自動轉半圈**。**早上中午 12 點前，反光鏡面向東方；中午 12 點機器自動轉半圈，讓反光鏡面向西方。**

6. 反光鏡的製作



二、使用反光鏡是否能增加發電量

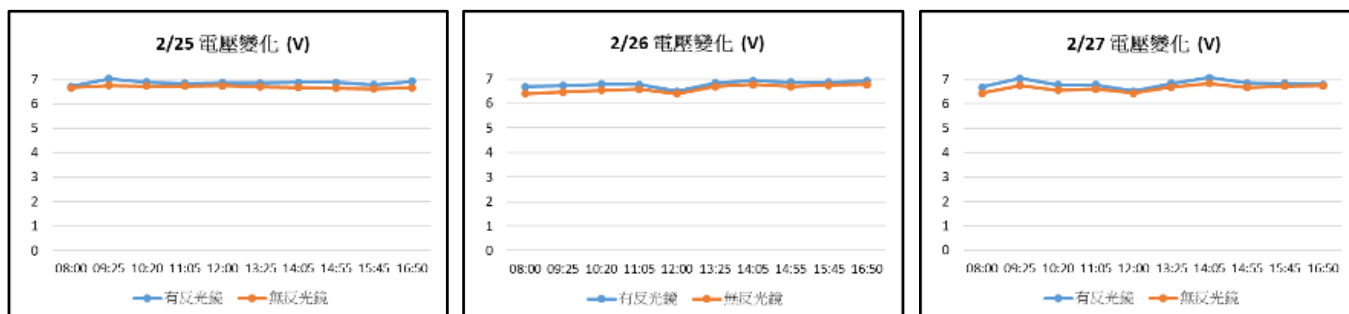
為了要證明我們的**反光鏡**真的可以**增加發電量**，我們要進行實驗測量：

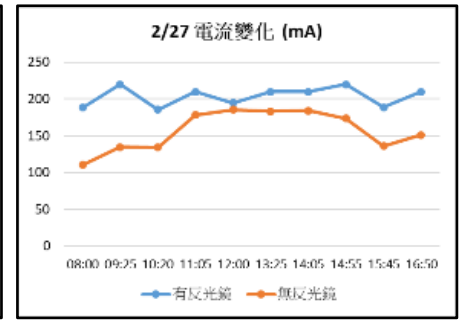
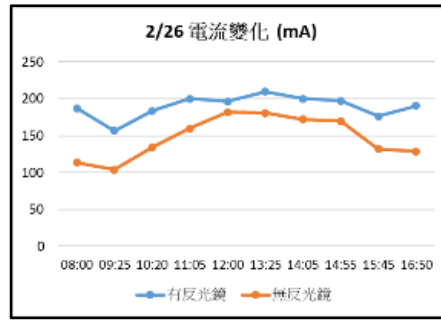
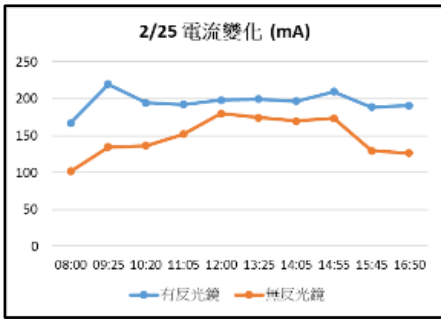
1. 實驗方法

- (2) 總共測量三天，而且為了公平比較，每節下課要測量 2 種情形的發電量：
- 1種是「聚光發電海水淡化箱」在反光鏡中間。
 - 1種是把「聚光發電海水淡化箱」拆下放在一般的地面上。
- (3) 早上中午 12 點前，反光鏡面向東方；中午 12 點機器自動轉半圈，讓反光鏡面向西方。



2. 實驗結果





3. 實驗討論

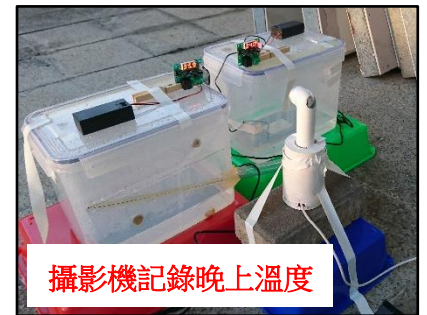
- (1) 三天加在一起總發電量（電流量）：有反光鏡是 5896 mA；無反光鏡是 4530.6 mA。反光鏡讓發電量（電流量）增加了 30 %。
- (2) 反光鏡對於電壓沒有造成太大的變化。
- (3) 中午 12 點有沒有反光鏡的發電量（電流量）差距最小，因為這時候太陽在正南方，東邊西邊的反光鏡沒有發揮最大的功用。
- (4) 上午、下午當太陽偏東方、西方的時候，反光鏡就發揮功能，有沒有反光鏡的發電量（電流量）差距比較明顯。

三、使用反光鏡是否能增加箱內海水溫度

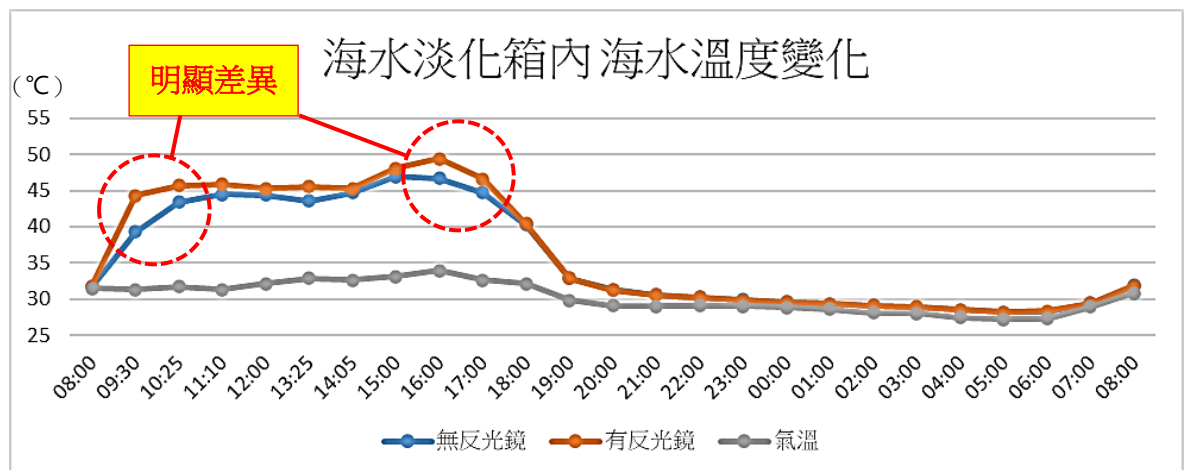
為了要證明反光鏡真的可以增加海水溫度，我們要進行實驗測量：

1. 實驗方法

- (1) 我們把兩個海水淡化箱分別裝水 1500ml，把它們分別放在反光鏡中間和一般地面上，從早上 8 點開始，每節下課要測量這兩箱的水溫。
- (2) 早上中午 12 點前，反光鏡面向東方；中午 12 點機器自動轉半圈，讓反光鏡面向西方。
- (3) 我們利用攝影機記錄晚上到明日早上的水溫變化。



2. 實驗結果



3. 實驗討論

- (1) 有反光鏡的海水淡化箱水溫比沒有反光鏡的最多多 5°C，反光鏡真的能增加水溫！
- (2) 早上 8:00~10:30、下午 15:00~17:00 水溫有明顯差異，因為反光鏡發揮功用，把東方和西方的陽光反射到海水淡化箱上，讓海水溫度上升。

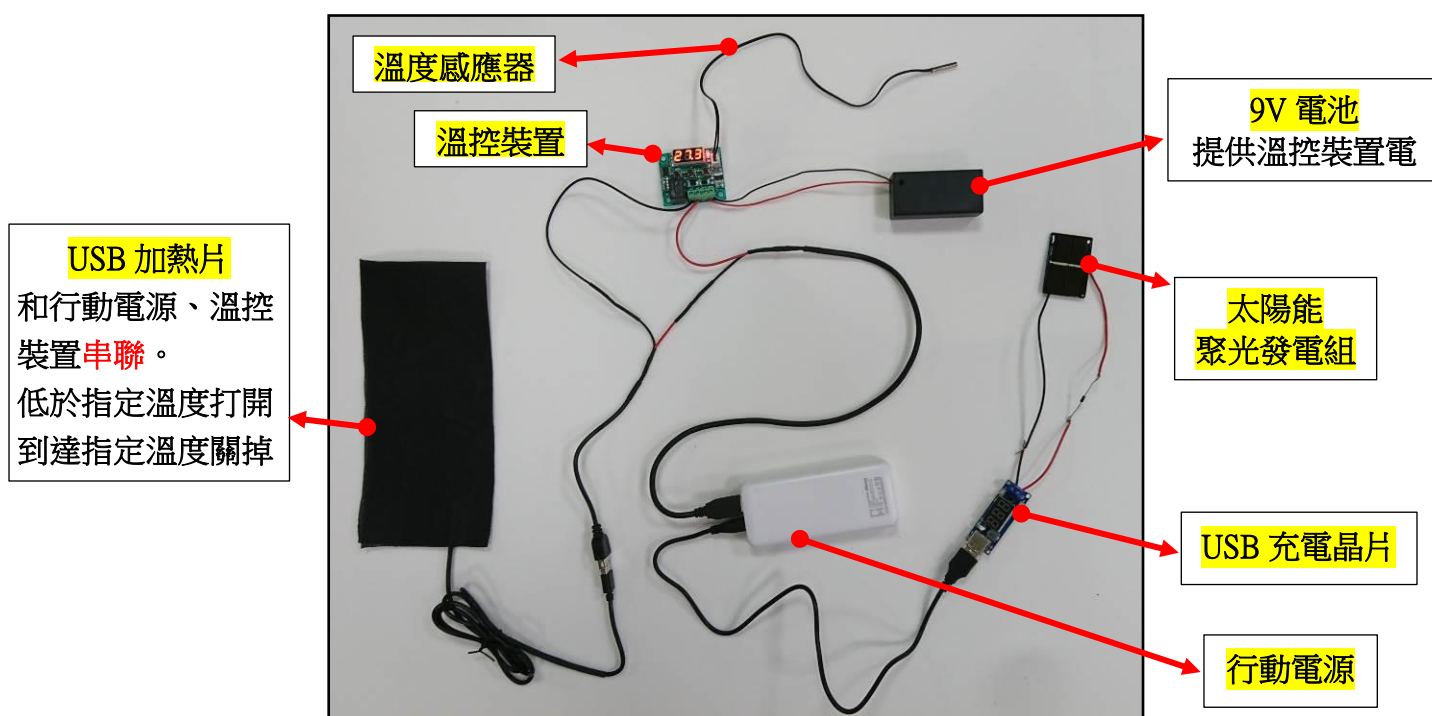
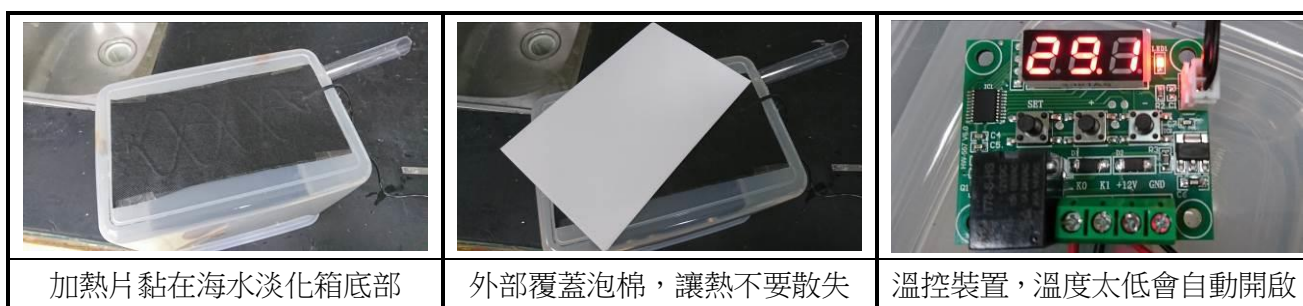
- (3) 11:10~15:00 因為太陽在南方，而且高度角比較高，所以反光鏡比較沒有發揮功用，水溫比較接近。
- (4) 晚上沒有太陽，兩箱的水溫幾乎一樣，比早上的水溫低了 15~20°C，我們就想，如果能用我們早上發的電幫海水加溫，就能增加海水的蒸發量了！

四、晚上使用加熱片自動溫控-增加箱內海水溫度

1. 加熱裝置設計，我們想要這樣連接：



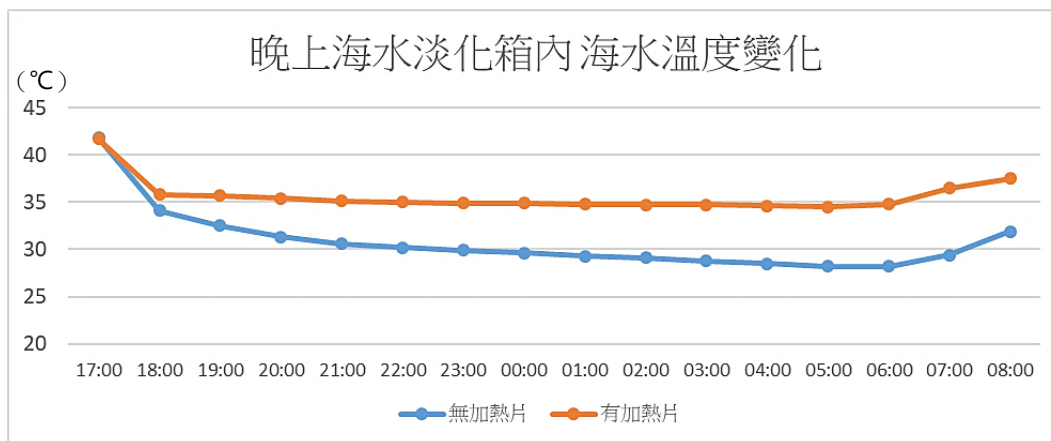
這樣只要晚上或是陰天海水溫度太低，就會自動啟動加熱器，維持海水溫度，維持蒸發的效果。



2. 實驗方法

- (1) 我們把兩個海水淡化箱分別裝水 1500ml，把它們都放在一般地面上，從早上 8 點開始曬太陽曬到下午 5 點。
- (2) 下午 5 點開始，我們利用攝影機記錄晚上到明日早上的水溫變化。
- (3) 其中一個海水淡化箱使用加熱裝置，根據前一天的海水溫度變化，我們決定把溫控裝置這樣設定：
- 海水溫度低於 40°C 就讓加熱片開始加熱。
 - 海水溫度到達 41°C 就關掉加熱片。

3. 實驗結果



實驗討論

- (1) 有加熱片的海水淡化箱水溫從 41.7°C 往下降，最低降到 34.5°C，幾乎維持在 35°C 附近。這代表加熱片的效果可以讓海水溫度維持在 34°C 以上。
- (2) 沒有加熱片的海水淡化箱水溫從 41.8°C 往下降，最低降到 28.2°C。
- (3) 太陽出來後，兩箱的海水溫度都開始往上升。
- (4) 加裝加熱片真的有效，跟沒裝的比較，最多可以讓海水溫度提高 7.1°C。

【研究四】「聚光發電海水淡化系統」實際使用情形

我們要把整套的「聚光發電海水淡化系統」放在陽光下實際製造淡水，實際發電。

一、海水淡化系統的使用情形-綠豆發芽測試

- 在每個海水淡化箱內放進 1500 ml 的海水。
- 放置三天，並使用溫控加熱片裝置（低於 40°C 開始加熱），秤出每天產生的淡水。

	6/2 最高氣溫 32.6°C	6/3 最高氣溫 33.4°C	6/4 最高氣溫 34.6°C
淡水產生量	83.25g	96.75g	95.35g

為了要證明淡化後的水可以用，我們把它拿來泡綠豆，看看能不能正常發芽。

發芽實驗	一天後	兩天後	三天後
淡化水實驗組			
海水對照組			

【實驗討論】

1. 淡化後的海水能讓綠豆正常發芽，海水淡化效果成功。
2. 這三天淡水生成的量總共是 275.35 g。
3. 我們不算生成的比例，因為海水加越多表面積反而會減少，算出來的比例沒有意義。

二、聚光發電系統的使用情形-充電測試

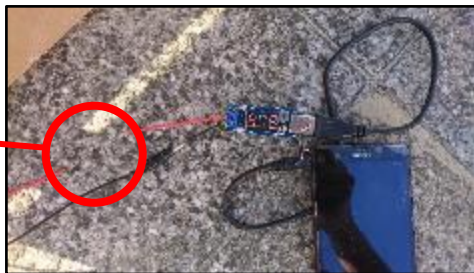
因為行動電源充電時只會有燈在閃，但是手機會有電量顯示，所以我們想試試看幫手機充電，觀察「聚光發電組」幫手機充電情形。



我們把並聯後的「聚光發電組」連接到 USB 充電晶片。



從早上 8 點到下午 5 點放在陽光下，看能不能幫手機充電。



	第一天 5/27	第二天 5/28	第三天 5/29
手機充電情形	19%→41%	41%→64%	64%→89%

【實驗討論】

1. 真的有效，可以充電，**平均每天可以讓手機電量增加 23.3%**。
2. 第一次測試時手機充電燈有亮，但是電量沒增加反而減少。查詢資料發現因為**發電量太小手機電流逆流**。所以**接了二極體讓電流單方向往手機移動**，就可以**順利充電**！

三、未來需要再改進的地方

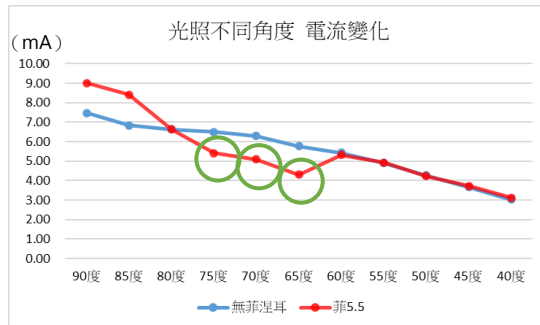
1. 淡水凝結板的部分可以製作冷卻裝置，加強水蒸氣的凝結，增加淡水產生量。
2. 太陽能板要再找功能更好的，否則發的電會來不及幫行動電源充電。
3. 發熱裝置要再找更強的，這樣才能提高晚上海水的溫度。
4. 反光鏡自動旋轉功能，如果能使用 Scratch 或 Arduino 更精準控制馬達轉動角度會更好。

陸、結論

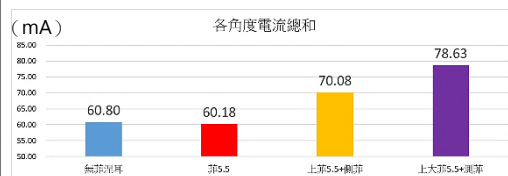
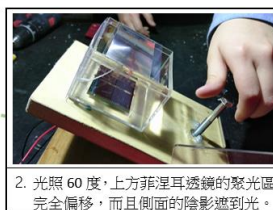
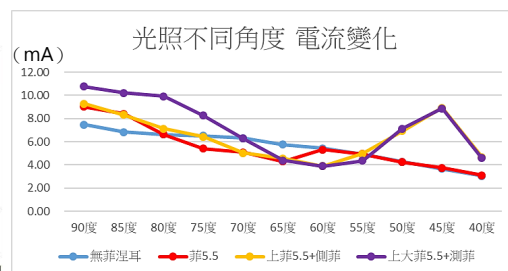
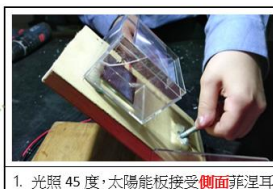
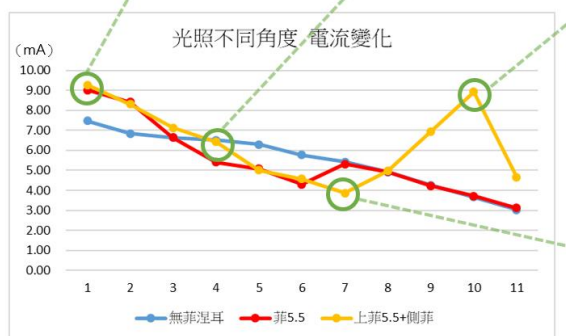
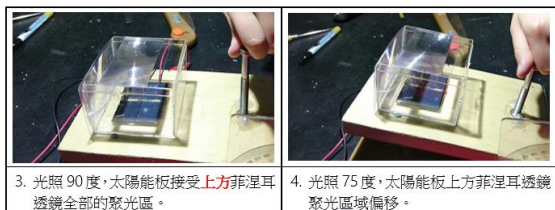
一、關於「聚光發電方塊」的研究

1. 太陽光是平行的光，LED 燈光是散射的光。距離 LED 燈 50 公分以上，燈光就會接近太陽光的平行光線。
2. 為了**公平實驗**的注意事項：
 - (1) **燈和太陽能板平台的位置要固定**
 - (2) **太陽能板平台傾斜時太陽能板高度會上升，LED 燈支架要可調整高度。**
3. 光照角度越小，發電量（電流量）也越小，但是電壓的差距很小，幾乎沒有改變，所以**我們用電流變化觀察發電量**。

4. 菲涅耳透鏡距離 5.5 公分的裝置有三個光照角度發電量特別低，推測是陰影遮住太陽能板的關係。如果在側面再裝一面菲涅耳透鏡，應該就可以在斜射時多聚光一次在太陽能板上，增加發電量。



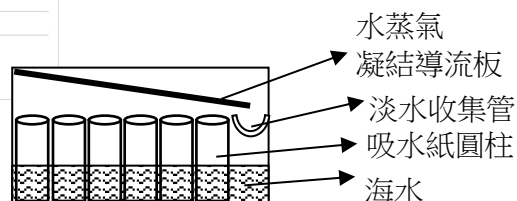
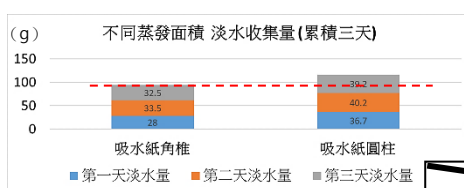
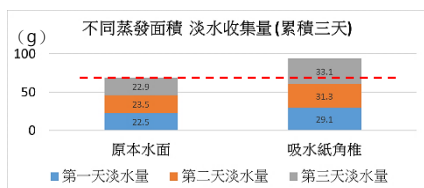
5. 「聚光發電方塊」的製作與測試



- (1) 光照角度 65 度以前都跟側面沒裝菲涅耳透鏡的數線很像。
- (2) 照角度 55 度之後，側面菲涅耳透鏡的聚光區域開始照到太陽能板，所以發電量(電流量)開始上升。
- (3) 上方換成大片的菲涅耳透鏡，比原本小片的提升了 12.2% 的發電量(電流量)。

二、關於「海水淡化箱」的研究

1. 「海水蒸餾法」有三大重點：①海水蒸發出水蒸氣；②水蒸氣凝結成淡水；③收集淡水
2. 我們利用吸水紙增加表面積，而且實驗證明製作吸水紙圓柱製造淡水效果最好。



3. 水蒸氣凝結導流板傾斜角度用 25 度，凝結的水滴可以順利流到淡水收集管。
4. 淡水收集管傾斜角度用 15 度，可以順利讓水滴流動，也方便讓管子連接到外面。

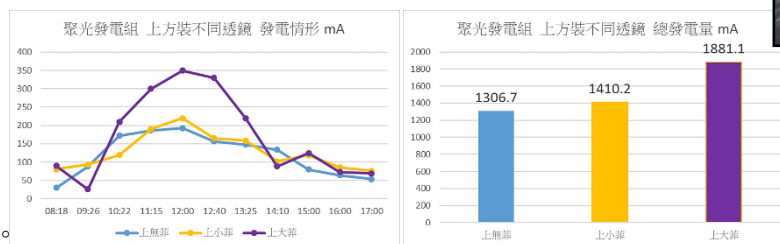
三、「海水淡化箱」周圍裝「聚光發電方塊」的設計

1. 實驗中意外發現-串聯後的太陽能板發電量 (mA) 竟然低的很誇張！原因是串聯連接系統的效率特性會受到個別效率較差的太陽能板拖累而嚴重劣化。我們實驗證明：
 - 把六片太陽能板串聯在一起當成一組，一組放在 LED 燈光下，稱為亮組。一組刻意放在較暗的地方，稱為暗組。亮組測量出的電流量是 14.25 mA。
 - 把亮組和暗組串聯在一起，結果量出來的電流量只有 1.93 mA，被拖累！
 - 把亮組和暗組並聯在一起，結果量出來的電流量有 14.27mA，沒有被拖累！

2. 所以**不同面的 6V 聚光發電組用並聯的方式連接**，我們一共使用 24 片太陽能板，會在右圖中 A、B、C、D (B 的對面) 放 4 組聚光發電組，這樣就可以產生 6V 較大電流的電，**也不會因為上面、側邊發電量不同而互相拖累**。

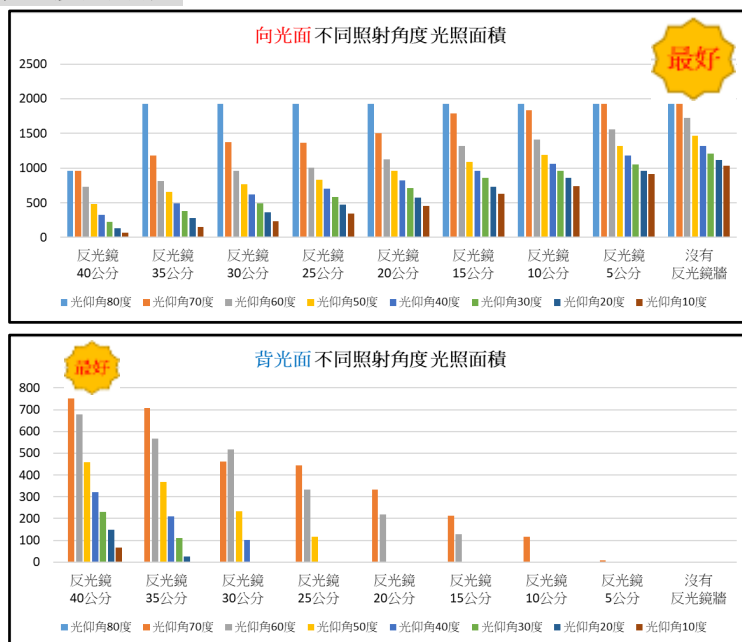
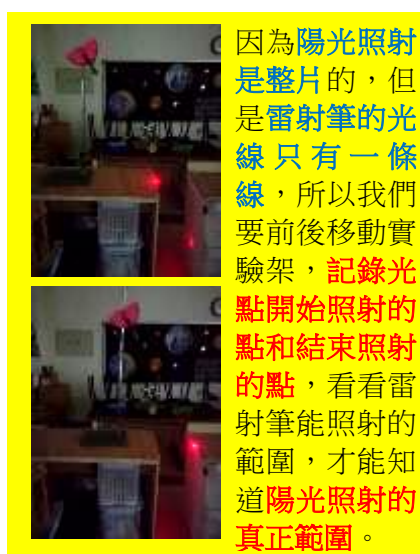


3. 六個方塊組合在一起的「聚光發電組」也有最大發電量(電流量)。



四、四周裝設反光鏡，增加發電量、海水溫度的研究

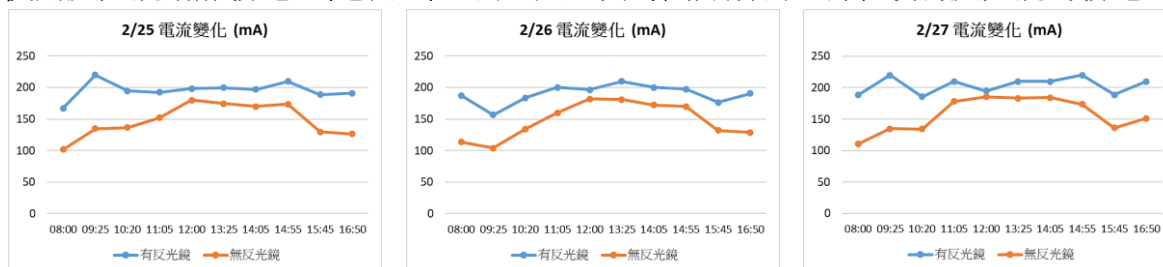
4. 模擬陽光照射重要方法



5. 實驗結果

- (1) **向光面在沒有反光鏡時**，各角度的**光照面積都是最高的**。**背光面在反光鏡 40 公分時**，各角度的光照面積是**最高的**。
- (2) 為了讓**整天有最大的發電量**，我們決定在「海水淡化箱」單側做 40 公分高的反光鏡，利用**電動旋轉台和定時開關**，每 12 小時**自動轉半圈**。**早上中午 12 點前**，**反光鏡面向東方**；**中午 12 點機器自動轉半圈**，讓**反光鏡面向西方**。

6. 使用反光鏡增加發電量(電流量)：測三天，同時分別測量有和沒有反光鏡的發電量

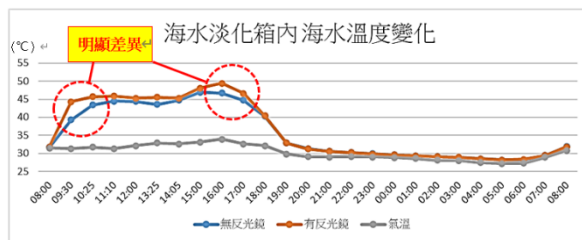


- (1) 三天的總發電量：有反光鏡是 5896 mA；無反光鏡是 4530.6 mA。**反光鏡讓發電量增加了 30 %**。
- (2) **中午 12 點**有沒有反光鏡的**發電量差距最小**；**上午、下午**當太陽偏東方、西方的時候，**反光鏡就發揮功能**，有沒有反光鏡的**發電量差距比較明顯**。

4. 使用反光鏡增加箱內海水溫度：從早上 8 點測到隔天早上 8 點，晚上用攝影機記錄

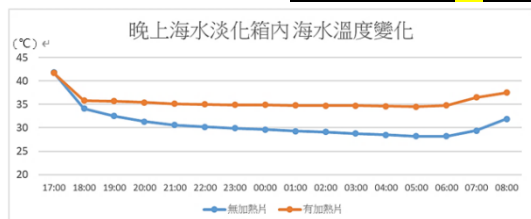
(1) 有反光鏡的海水淡化箱水溫比沒有反光鏡的**最多多 5°C**，反光鏡真的能增加水溫！

(2) 早上 8:00~10:30、下午 15:00~17:00 水溫有明顯差異，因為**反光鏡發揮功用**，把東方和西方的陽光反射到海水淡化箱上，讓**海水溫度上升**。



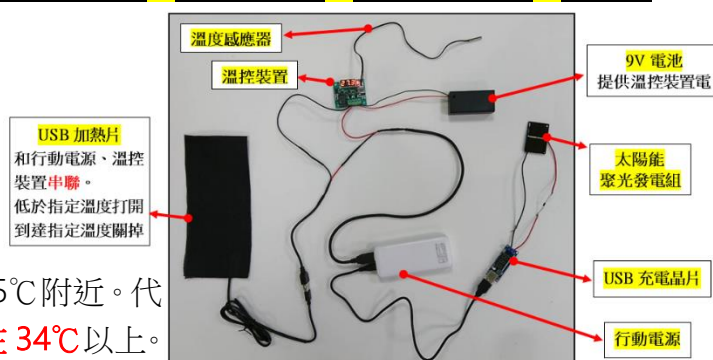
五、晚上使用加熱片自動溫控-增加箱內海水溫度

1. 我們想要這樣連接：**聚光發電組** → **USB 充電晶片** → **充電電池** → **溫度控制器** → **加熱片**



2. 有**加熱片**的海水淡化箱水溫從 41.7°C 往下降，最低到 34.5°C，幾乎維持在 35°C 附近。代表**加熱片的效果**可以讓海水**溫度維持在 34°C 以上**。

3. 加裝**加熱片真的有效**，跟沒裝的比較，最多可以讓**海水溫度提高 7.1°C**。



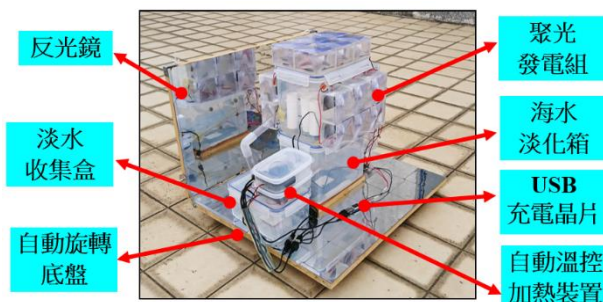
六、「聚光發電海水淡化系統」實際使用情形

1. 海水淡化系統的使用情形-綠豆發芽測試

- (1) 三天總共產生 275.35 g 的淡水。
- (2) 淡化後的海水能讓綠豆正常發芽。

2. 聚光發電系統的使用情形-手機充電測試：
三天從早上 8 點~下午 5 點進行充電，手機

電力分別可以從 **19%→41%**、**41%→64%**、**64%→89%**，**平均每天讓手機電量增加 23.3%**。



七、未來需要再研究、改進的地方

1. 淡水凝結板的部分可以製作冷卻裝置，加強水蒸氣的凝結，增加淡水產生量。
2. 太陽能板要再找功能更好的，否則發的電會來不及幫行動電源充電。
3. 發熱裝置要再找更強的，這樣才能提高晚上海水的溫度。
4. 反光鏡自動旋轉功能，如果能使用 Scratch 或 Arduino 更精準控制馬達轉動角度會更好。

柒、參考資料

一、重要政策-全力衝刺太陽光電

<https://www.ey.gov.tw/Page/5A8A0CB5B41DA11E/4413b416-5f1e-419b-9a39-5a02c8a3ba8c>

二、海水淡化的發展。科學發展 2009 年 6 月，438 期。<https://ejournal.stpi.narl.org.tw/sd/download?source=9806/9806-05.pdf&vllid=8F0FEE1B-DCFF-4A1B-88C9-E9574AD80BAB&nd=0&ds=0>

三、留言追追追-菲涅爾透鏡 <https://www.youtube.com/watch?v=dkqjSj3xS00>

四、DIY 太陽能充電器 <https://www.youtube.com/watch?v=-ifAsS5SwgM>

五、中華太陽能聯誼會-認識太陽能電池 <http://www.solar-i.com/know.html>

六、政府研究資訊系統-高效能太陽能模組 <https://www.grb.gov.tw/search/planDetail?id=2381347>

七、環境資訊中心-魚塭「漁電共生」產量仍可維持 7 成 <https://e-info.org.tw/node/215380>

八、聯合報-台灣缺水 三大原因 <https://theme.udn.com/theme/story/7490/783787>

【評語】 082929

1. 同時利用太陽的光和熱，製作一台可以同時發電、蒸餾淡化海水的機器。包括「聚光發電方塊」、「海水淡化箱」的設計、反射鏡的裝設，大費苦心。
2. 第 56 和 59 屆皆有太陽能發電海水淡化系統的主題，本件作品未列入參考。內容主要在太陽能聚光發電設備的測試，將海水蒸餾產生淡水的效率並非本作品的研究重點。

摘要

本研究的目標是**同時利用太陽的光和熱**，製作可以**發電同時又能淡化海水**的機器。

一開始我們利用菲涅耳透鏡聚集陽光增加發電量，經過**詳細實驗數據的收集**，製作出**聚光發電方塊**，**可以增加發電量29%**，而且還**解決太陽能板串聯的問題**製作出**聚光發電組**。

接著要**增加海水蒸發量**，所以設計了**吸水紙圓柱增加表面積**，結果能**提高淡水產量69%**，我們也**用實驗數據設計了導流板和淡水收集管**。

再來我們在整台機器外圍裝了**反光鏡**，**用實驗數據設計了反光鏡的大小和使用方式**，不但**讓發電量增加了30%**，也能讓海水溫度更高。

最後我們用整套機器進行測試，三天產生了**275.35 g**的淡水，**拿來泡綠豆結果100%可以發芽生長**；**發的電也能用來加速產生淡水**，看到裝置成功運作，真的是太棒了！

壹、研究動機

上自然課的時候老師介紹了太陽能，這是現在我們台灣要大力推行的一種綠能。有人希望能魚電共生，讓魚塢養魚同時又能利用太陽能，但是有人擔心這樣會對養的魚、文蛤生長造成影響，損害漁民收入，所以我們就想有沒有什麼可以跟太陽能發電同時進行的事情。

太陽能發電需要的是光，那太陽的熱能可以如何利用呢？台灣四面環海，但是地勢陡峭留不住雨水、管線破裂、浪費水，導致台灣缺水國全球排第19名。如果能利用太陽能的熱來蒸餾海水，就能解決缺水的問題了。

所以我們想研究一台可以同時發電、蒸餾淡化海水的機器。它不但可以放在海上，也可以放在工廠內，**進行發電和廢水淨化再利用**。這樣就能**同時解決綠能、缺水兩個問題**，一舉兩得為環保盡一份心力。

★與課程相關單元：【奇妙的光】、【奇妙的電路】、【交通工具與能源】

貳、研究目的

- 【研究一】「聚光發電方塊」的研究
 - 一、設計模擬太陽照射的裝置
 - 二、菲涅耳透鏡和太陽能板不同距離發電量的變化
 - 三、「聚光發電方塊」的設計
- 【研究二】「海水淡化箱」的研究
 - 一、增加海水蒸發表面積的設計
 - 二、收集凝結後淡水的設計
 - 三、「海水淡化箱」實際使用收集淡水的情形
 - 四、「海水淡化箱」周圍裝「聚光發電方塊」的設計
 - 五、「聚光發電組」的發電效果
- 【研究三】四周裝設反光鏡增加發電量的研究
 - 一、反光鏡範圍的設計
 - 二、使用反光鏡是否能增加發電量
 - 三、使用反光鏡是否能增加箱內海水溫度
 - 四、晚上使用加熱片自動溫控-增加箱內海水溫度
- 【研究四】「聚光發電海水淡化系統」實際使用
 - 一、海水淡化系統的使用情形-綠豆發芽測試
 - 二、聚光發電系統的使用情形-充電測試
 - 三、未來需要再研究、改進的地方

參、研究設備及器材

製作工具	電鑽、螺絲起子、線鋸機、熱熔槍、電鑽小圓鋸、電焊槍
模擬太陽照射裝置	木材、五金材料、量角器、50W LED燈、太陽能板、數位電表、水平儀
聚光發電方塊	菲涅耳透鏡、迴紋針塑膠盒、太陽能板
海水淡化箱	密封保鮮盒、壓克力板、水族箱水管、美術吸水紙、海水、綠豆、凝結後淡水
加熱裝置	USB充電晶片、行動電源、USB加熱片、溫控裝置、

肆、研究過程與方法

一、資料查詢-太陽能發電種類

1. 太陽能發電塔：在一大片土地上裝反光鏡，把光線集中到高塔上集中太陽熱能，再利用蒸汽渦輪發電機發電。
2. 拋物線槽型：熱能接收器是在拋物面反射鏡的中間正上方的一個管子，管子中充滿了流體（熔鹽），白天可以加熱到150-350°C，然後當作發電系統用的熱源。
3. 碟型：利用大型凹面鏡（形狀與衛星碟盤相似），將陽光聚集在焦點處，那裡有一個接收器收集熱量當作發電系統用的熱源。
4. 聚光菲涅爾反射鏡：和拋物線槽型很像，只是把拋物面反射鏡換成許多薄的平面鏡條。



二、資料查詢-海水淡化的方法

1. 薄膜逆滲透法：加壓海水通過具微細孔隙的薄膜，將海水大部分鹽份、雜質過濾掉後取得淡化水，價錢高。
2. 電透析法：利用將海水通電，分離出低電解質濃度的溶液（淡水），和高電解質濃度的溶液（濃鹽水）。
3. 蒸餾法：海水蒸發後，收集蒸汽冷卻凝結的蒸餾水，就是淡水。

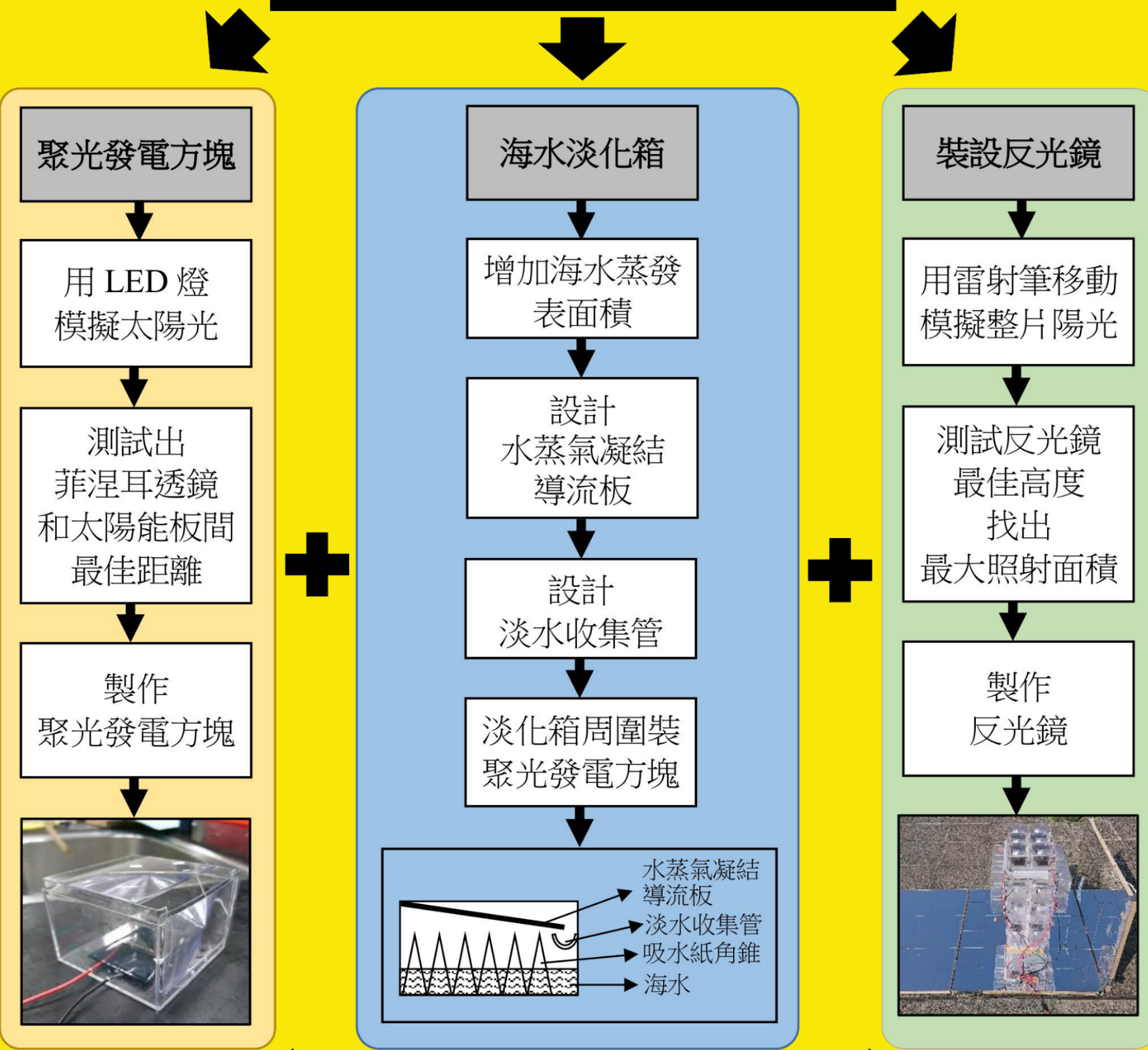


三、研究目標討論：

1. 台灣因為地小，所以適合的太陽能發電方式為利用太陽能板發電。
2. 我們在查詢資料時，發現了一種叫「菲涅耳透鏡」的放大鏡，它很薄但是一樣可以聚光，所以我們想設計利用菲涅耳透鏡聚集更多的光讓太陽能板發更多的電。
3. 台灣四面環海但時常缺水，而且乾淨的能源是環境的救星，所以我們想把這兩者結合，利用太陽的光來發電，太陽的熱來淡化海水，一舉兩得！

四、研究架構

太陽能聚光發電海水淡化系統



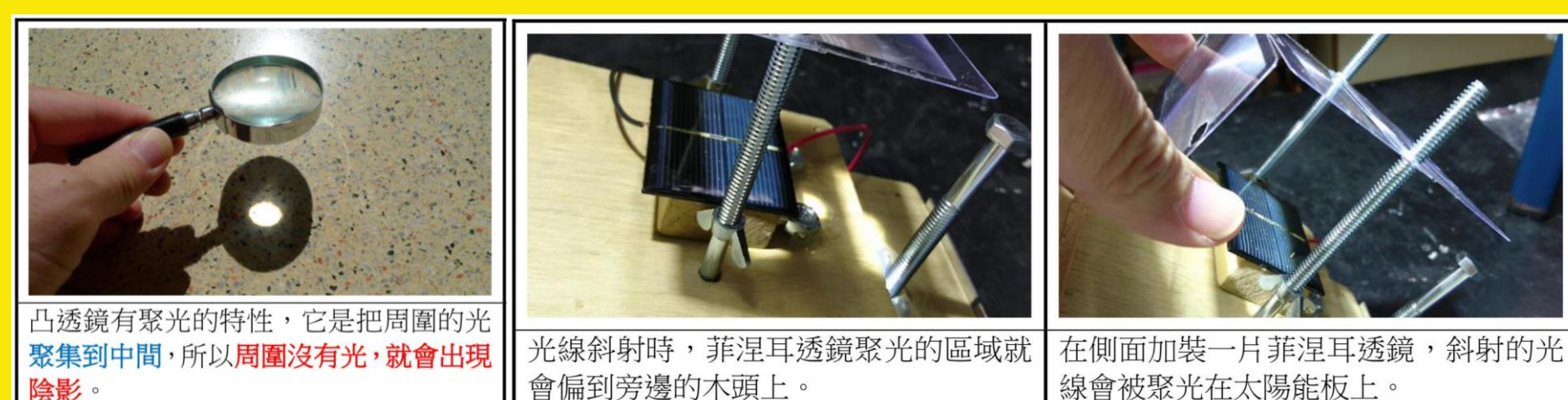
實際測試：「太陽能聚光發電海水淡化系統」使用情形

1. 聚光發電方塊：經過菲涅耳透鏡聚光，可以增加**15%**的發電量。
2. 海水淡化系統：三天總共產生**189.45 g**的淡水，而且能讓綠豆正常發芽。
3. 裝設反光鏡：反光鏡早上立西邊；下午立東邊，可以增加**30%**的發電量。
4. 聚光發電系統：從8點-17點**幫手機充電**，[19%→36%]、[35%→51%]、[51%→65%]

討論可以再改進的部分

三、「聚光發電方塊」的設計：

1. 凸透鏡的特性

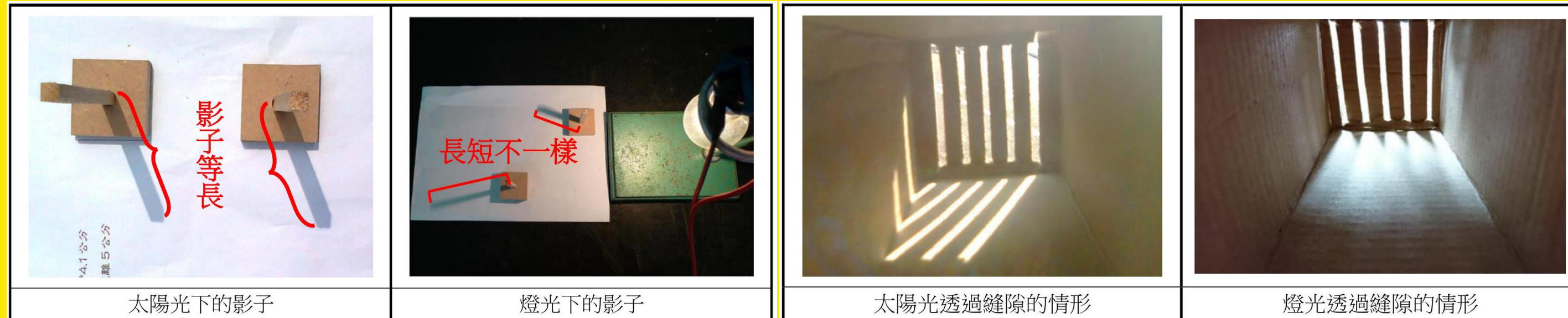


伍、研究結果與討論

【研究一】「聚光發電方塊」的研究-太陽能板結合菲涅耳透鏡增加發電量

一、設計模擬太陽照射的裝置

1. 太陽光和燈光的差別：

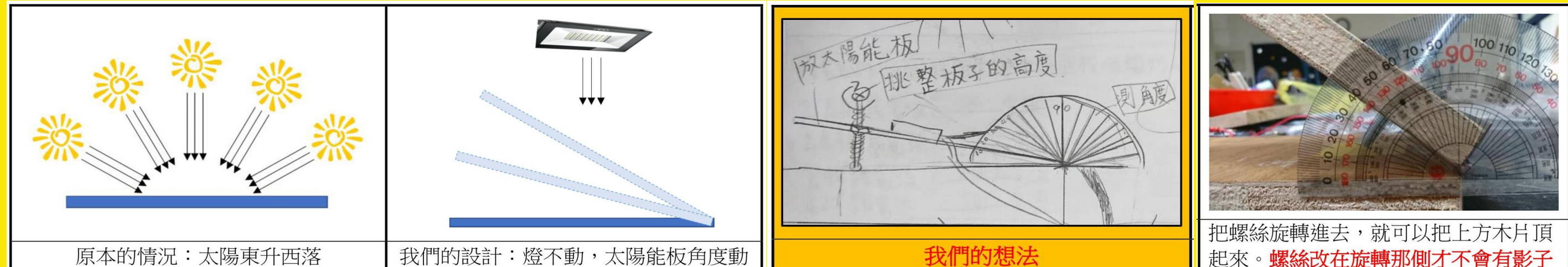


2. 用距離把50W LED燈光線模擬成太陽光線



3. 模擬太陽不同照射角度：可調角度的太陽能板底座

我們決定燈的光線從上方往下照射，**調整太陽能板的角度**當作太陽東升西落**不同的照射角度**。

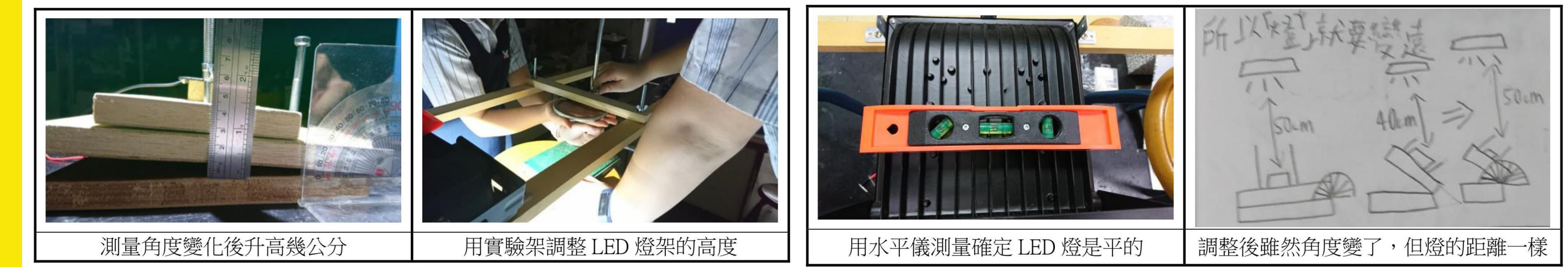


4. 實驗測量的注意事項，這樣量出來的數據才準確

- (1)、為了要確定每次測量**燈和太陽能板平台的位置是固定的**，所以我們從燈的兩個角垂下兩條線，要對準太陽能板平台的兩個固定點。
- (2)、因為木板的邊比較粗，所以我們釘了一片鐵片當作測角度的地方。測量角度時也要注意**量角器的圓心要對準鐵片邊緣**。



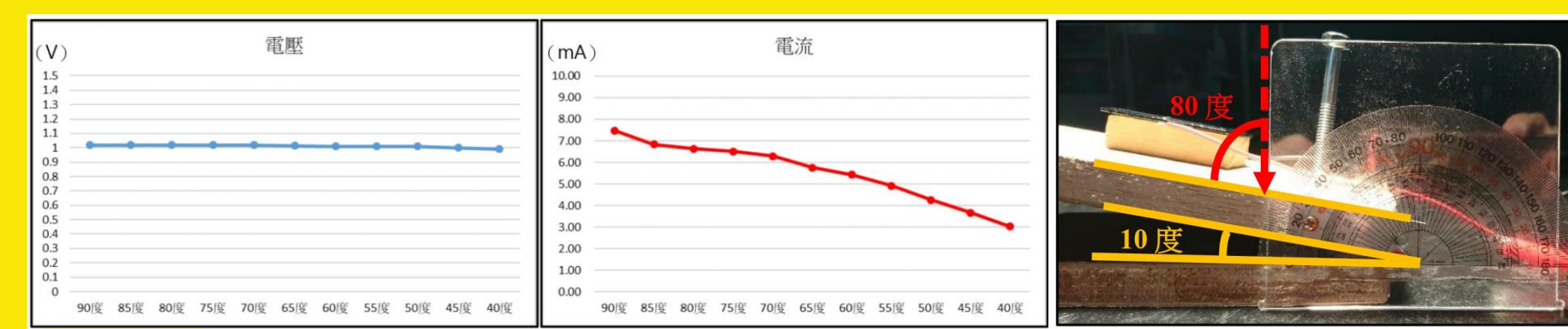
- (3)、LED燈支架設計可調整高度，因為**太陽能板平台傾斜時太陽能板高度會上升**，影響實驗結果。調整完要確定LED燈有沒有水平。



二、菲涅耳透鏡和太陽能板不同距離發電量的變化

1. 沒有菲涅耳透鏡，不同太陽照射角度的發電量

我們把太陽能板平台往上抬10度，就代表太陽照射角度是80度（90-10=80）。



【實驗討論】

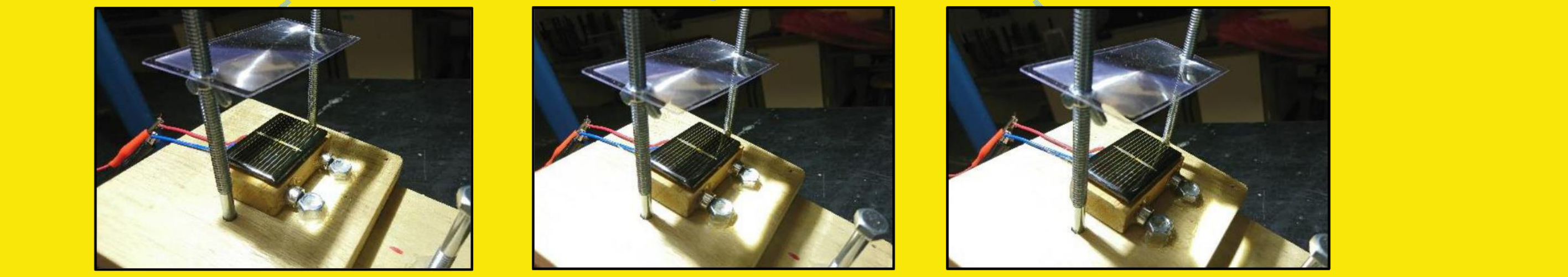
- (1) 光照角度改變，但是電壓的差距很小，幾乎沒有改變。
- (2) 光照角度越小，發電量（電流量）也越小。
- (3) 電壓幾乎沒有改變，所以我們用電流變化觀察發電量。

2. 菲涅耳透鏡距離太陽能板不同距離，不同太陽照射角度的發電量



【實驗討論】

- (1) 實驗發現，無菲涅耳透鏡的總電流最高；菲涅耳透鏡距離5.5公分的總電流第二。
- (2) 我們覺得很奇怪，照理說菲涅耳透鏡可以聚光，應該讓發電量增加。
- (3) 我們比較了無菲涅耳透鏡和菲涅耳透鏡距離5.5公分的數據後發現：菲涅耳透鏡距離5.5公分的裝置有**三個光照角度發電量特別低**，推測是**陰影遮住太陽能板的關係**。如果在側面再裝一面菲涅耳透鏡，應該就可以在斜射時多聚光一次在太陽能板上，增加發電量。



【研究三】四周裝設反光鏡，增加發電量、海水溫度的研究

一、反光鏡範圍的設計

1. 我們的想法

因為「聚光發電組」在「海水淡化箱」的四周，所以如果早上太陽在東邊，西邊的「聚光發電組」就照不到陽光，所以我們想利用鏡子反射陽光，讓東邊來的陽光可以被鏡子反射，照到西邊的「聚光發電組」。但是我們又討論到一個問題：反光鏡應該要多高？因為：

- 反光鏡太高，陽光容易被反射，但是會擋住面向陽光的「聚光發電組」。
- 反光鏡太低，陽光會被「海水淡化箱」擋住，不能被反射。

所以我們決定模擬陽光照射，看看哪種高度的反光鏡可以有最大的陽光照射面積。

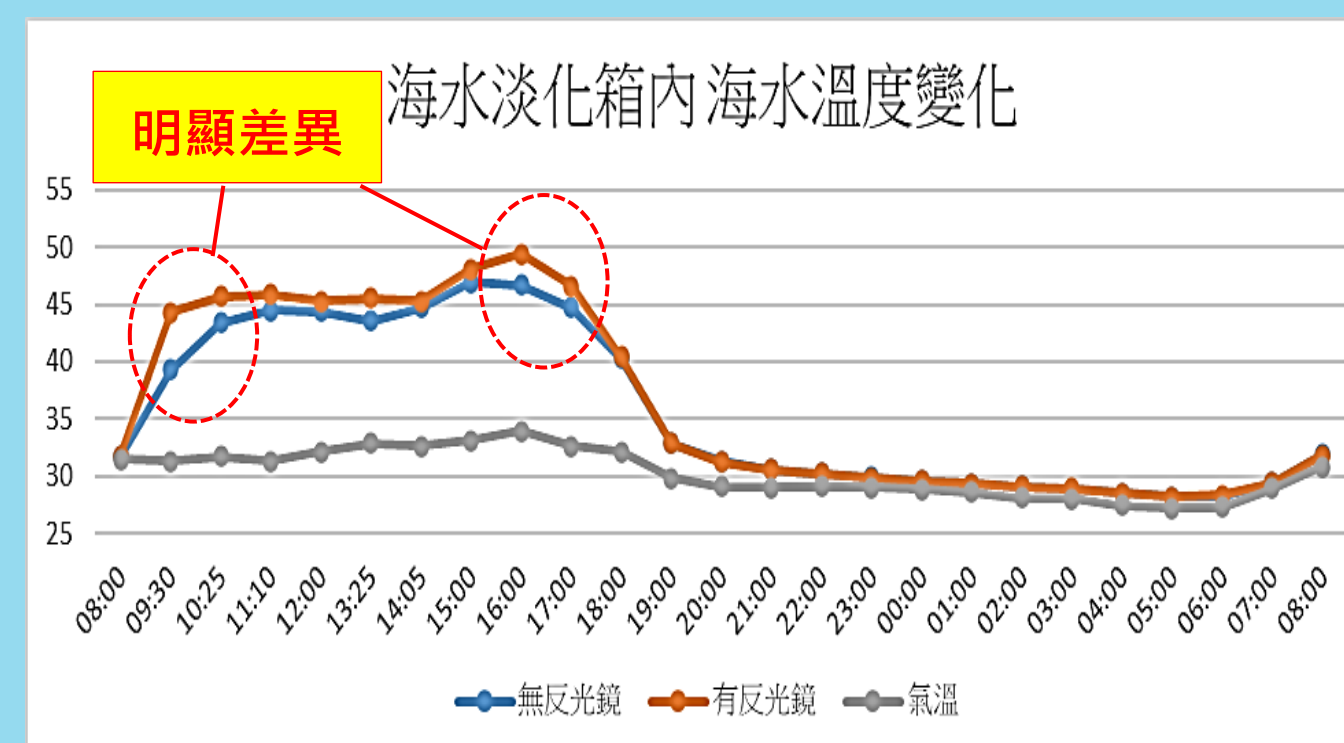
3. 實驗結果



(2) 背光面在沒有反光鏡時，沒有任何光照面積；反光鏡40公分時，各角度的光照面積是最高的。因為必須要有反光鏡，才能把陽光反射照到背光面的太陽能板。

(3) 為了讓整天有最大的發電量，我們決定在「海水淡化箱」單側做40公分高的反光鏡，利用電動旋轉台和定時開關，每12小時自動轉半圈。早上中午12點前，反光鏡面向東方；中午12點機器自動轉半圈，讓反光鏡面向西方。

三、使用反光鏡是否能增加箱內海水溫度



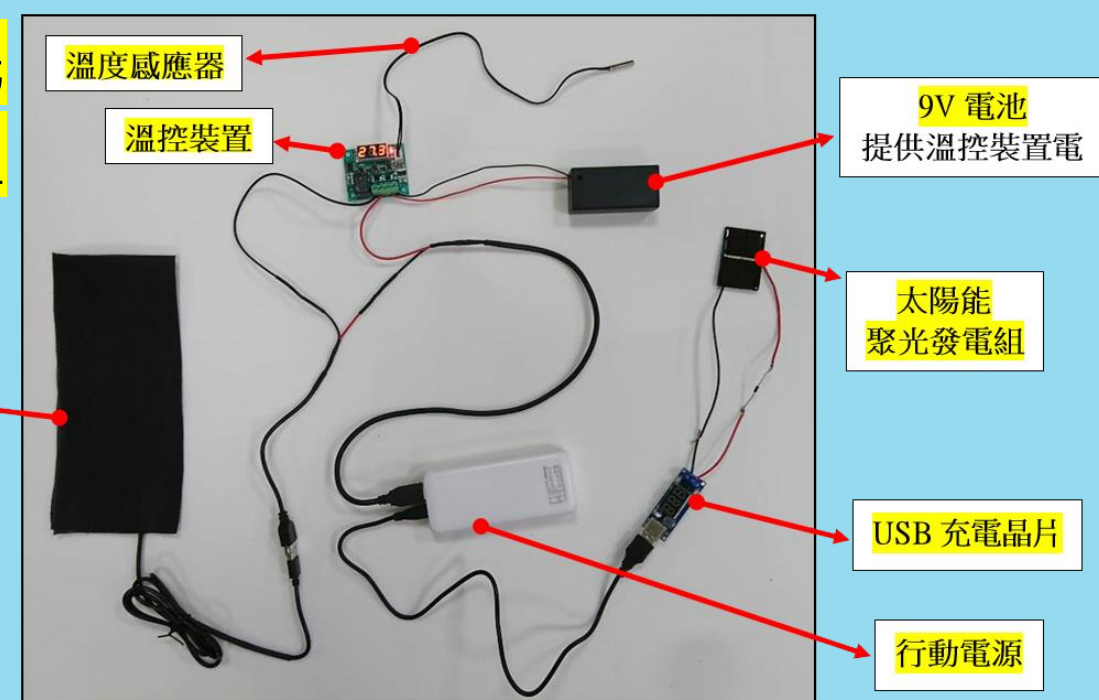
【實驗討論】

- (1) 有反光鏡的海水淡化箱水溫比沒有反光鏡的最多多5°C，反光鏡真的能增加水溫！
- (2) 早上8:00~10:30、下午15:00~17:00水溫有明顯差異，因為反光鏡發揮功用，把東方和西方的陽光反射到海水淡化箱上，讓海水溫度上升。
- (3) 11:10~15:00因為太陽在南方而且高度角比較高，所以反光鏡比較沒有發揮功用，水溫比較接近。
- (4) 晚上沒有太陽，兩箱的水溫幾乎一樣，比早上的水溫低了15~20°C，我們就想，如果能用我們早上發的電幫海水加溫，就能增加海水的蒸發量了！

四、晚上使用加熱片自動溫控-增加箱內海水溫度

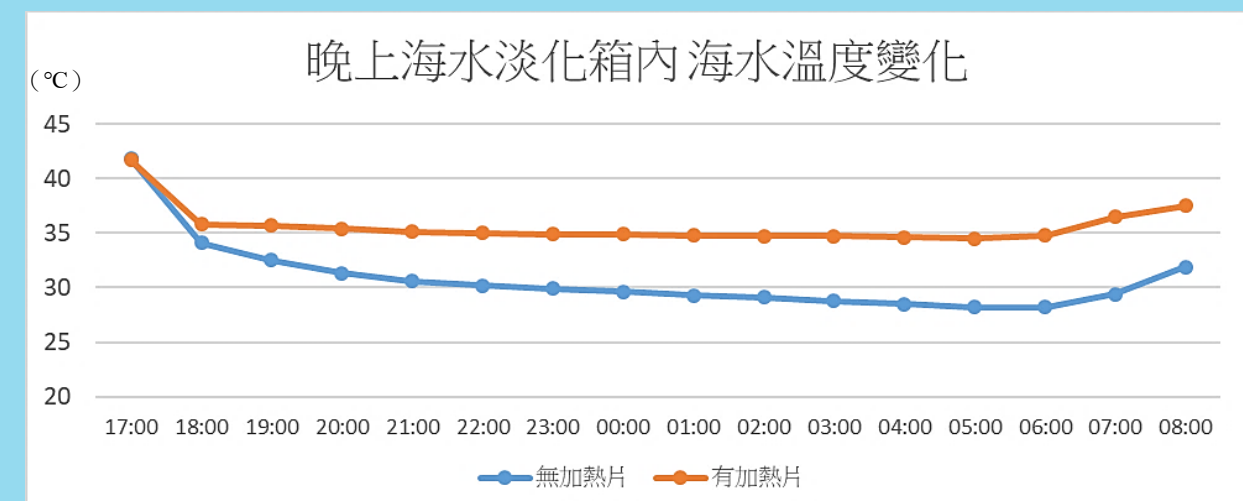
加熱裝置設計，我們想要這樣連接：聚光發電組 → USB充電晶片 → 充電電池 → 溫度控制器 → 加熱片。

這樣只要晚上或是陰天水溫太低，就會自動啟動加熱器，維持海水溫度，維持蒸發的效果。



【實驗討論】

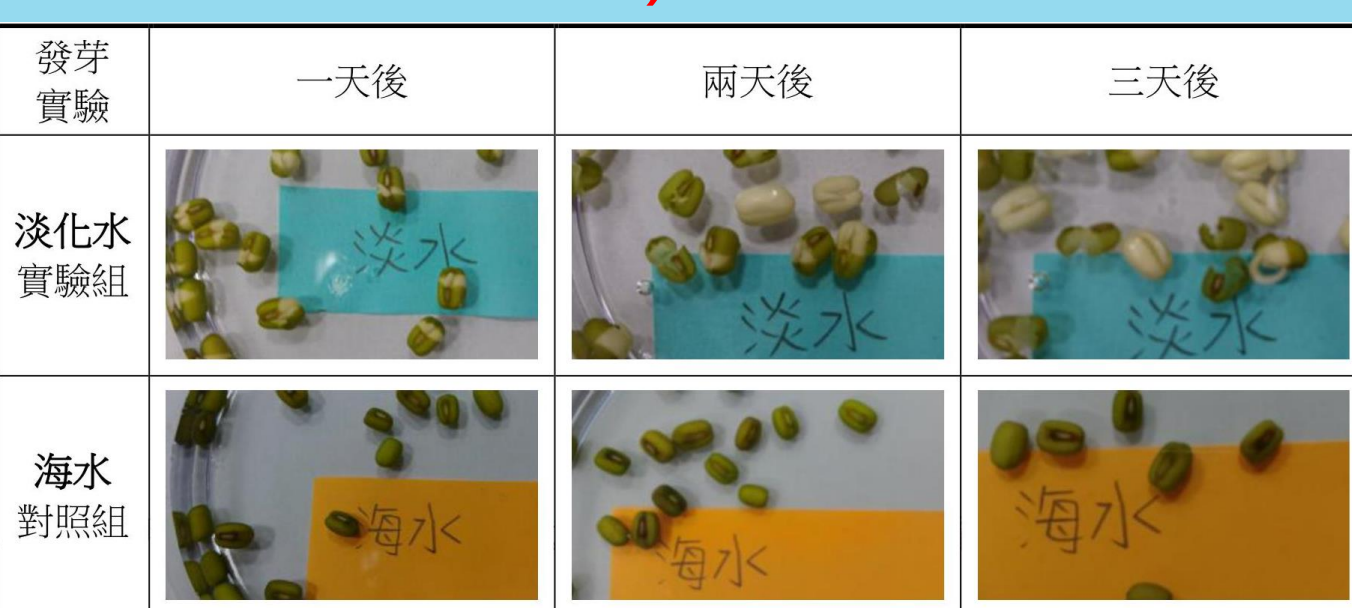
- (1) 有加熱片的海水淡化箱水溫從41.7°C往下降，最低降到34.5°C，幾乎維持在35°C附近。這代表加熱片的效果可以讓海水溫度維持在34°C以上。
- (2) 沒有加熱片的海水淡化箱水溫從41.8°C往下降，最低降到28.2°C。
- (3) 太陽出來後，兩箱的海水溫度都開始往上升。
- (4) 加裝加熱片真的有效，跟沒裝的比較，最多可以讓海水溫度提高7.1°C。



【研究四】「聚光發電海水淡化系統」實際使用情形

一、海水淡化系統的使用情形-綠豆發芽測試

- 在每個海水淡化箱內放進1500 ml的海水。
- 放置三天，並使用溫控加熱片裝置（低於40°C開始加熱），秤出每天產生的淡水。

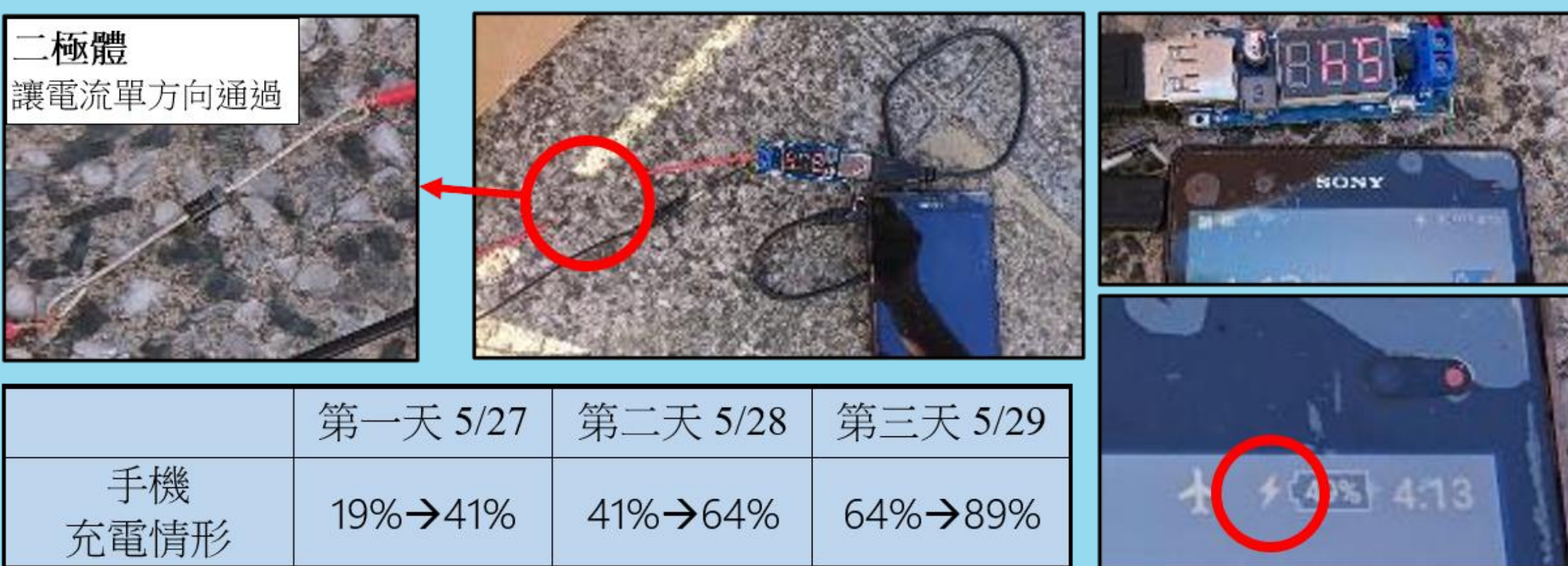


淡水產生量	6/2 最高氣溫 32.6°C
	83.25g
	6/3 最高氣溫 33.4°C
	96.75g
	6/4 最高氣溫 34.6°C
	95.35g

【實驗討論】

1. 淡化後的海水能讓綠豆正常發芽，海水淡化效果成功。
2. 這三天淡水生成的量總共是275.35 g。
3. 我們不算生成的比例，因為海水加越多表面積反而會減少，算出來的比例沒有意義。

二、聚光發電系統的使用情形-充電測試

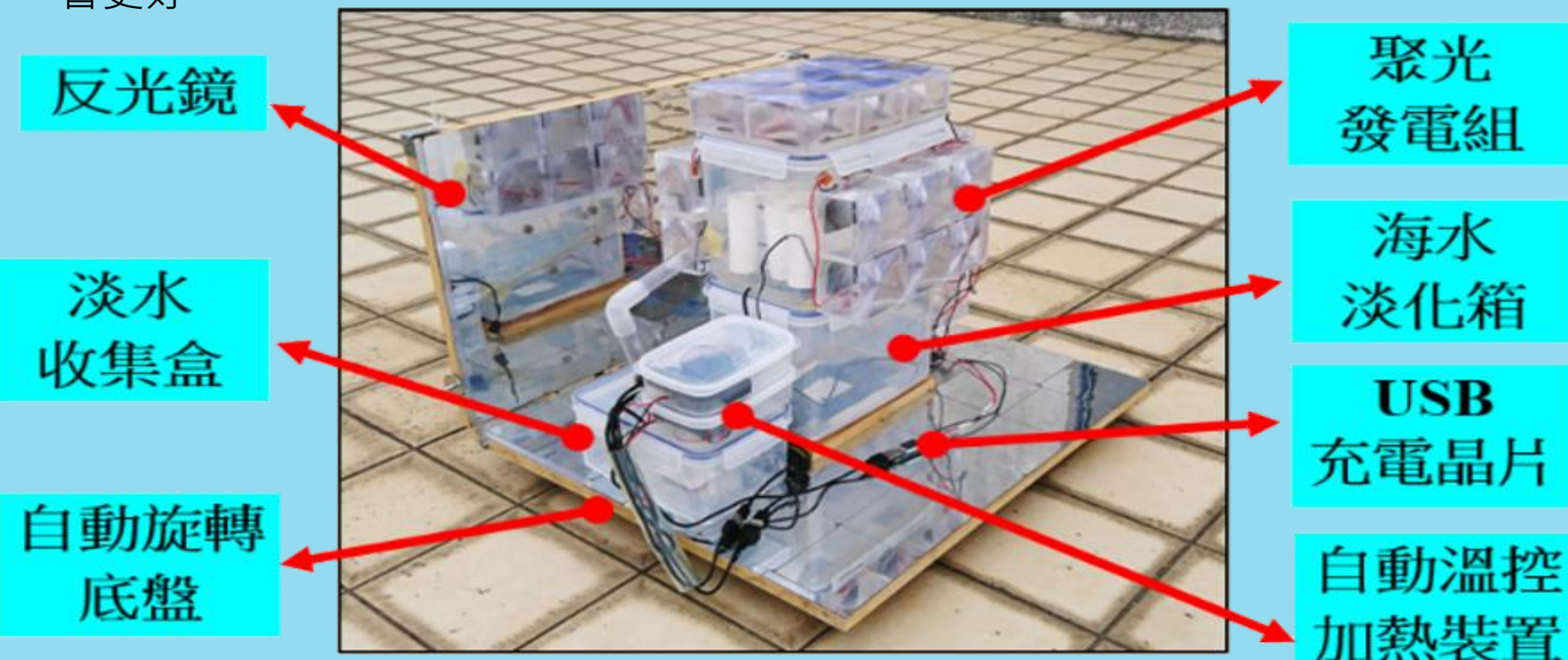


【實驗討論】

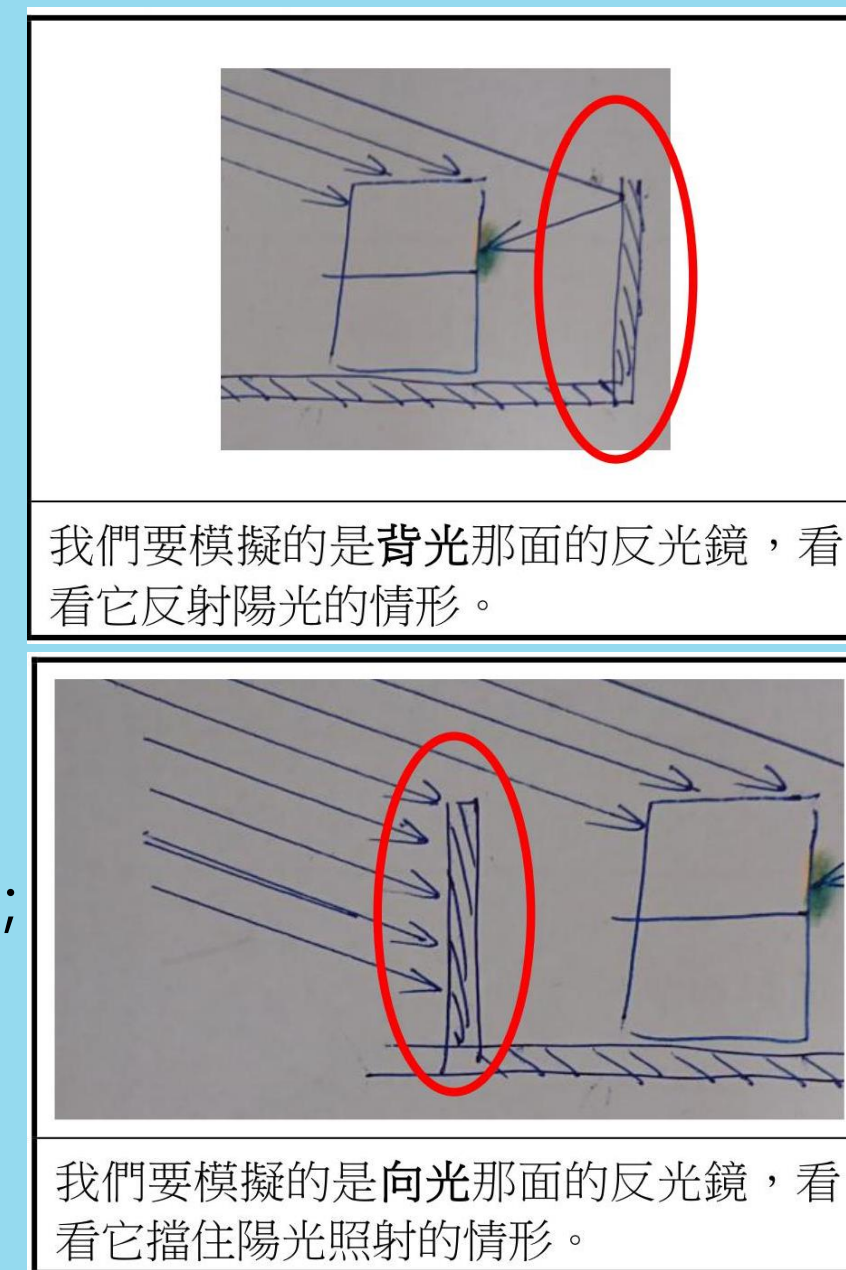
1. 因為行動電源充電時只會有燈在閃，但是手機會有電量顯示，所以我們想試試看幫手機充電，觀察「聚光發電組」幫手機充電情形。
2. 真的有效，可以充電，平均每天可以讓手機電量增加23.3%。
3. 第一次測試時手機充電燈有亮，但是電量沒增加反而減少。查詢資料發現因為發電量太小手機電流逆流。所以接了二極體讓電流單方向往手機移動，就可以順利充電！

三、未來需要再研究、改進的地方

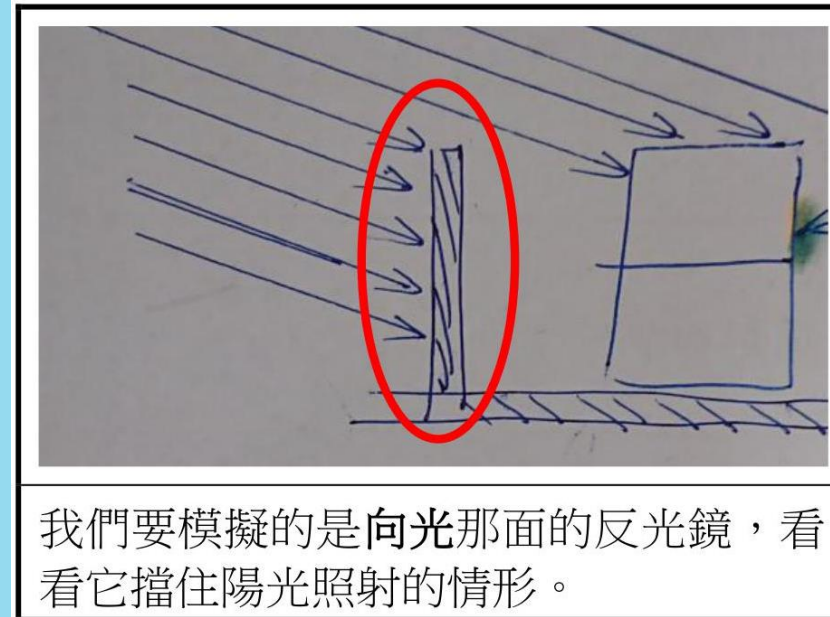
1. 淡水凝結板的部分可以製作冷卻裝置，加強水蒸氣的凝結，增加淡水產生量。
2. 太陽能板要再找功能更好的，否則發的電會來不及幫行動電源充電。
3. 發熱裝置要再找更強的，這樣才能提高晚上海水的溫度。
4. 反光鏡自動旋轉功能，如果能使用Scratch或MicroBit更精準控制馬達轉動角度會更好。



2. 模擬反光鏡的裝置



我們要模擬的是背光那面的反光鏡，看看它反射陽光的情形。



我們要模擬的是向光那面的反光鏡，看看它擋住陽光照射的情形。

模擬陽光照射重要方法

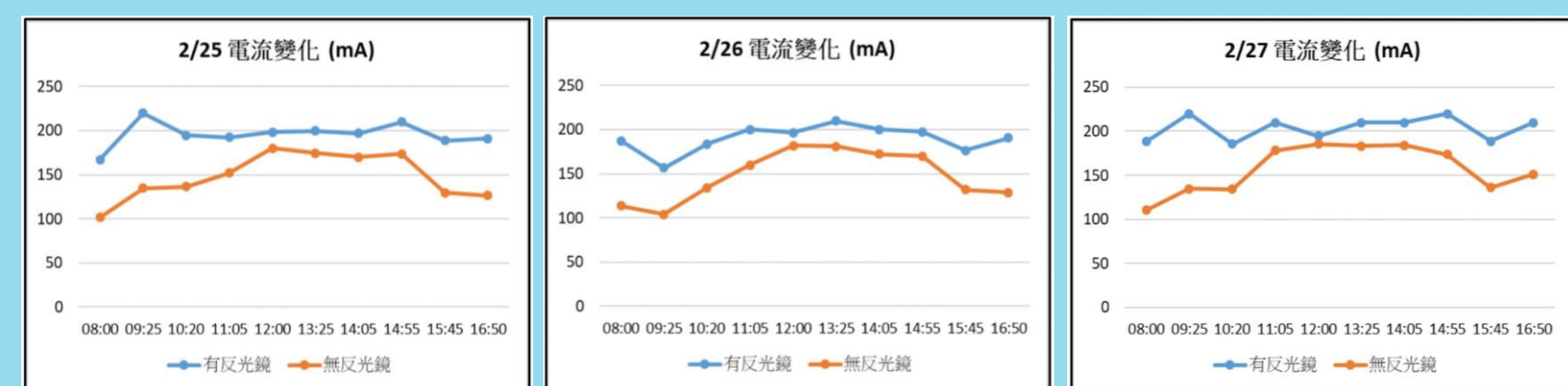


因為陽光照射是整片的，但是雷射筆的光線只有一條線，所以我們要前後移動實驗架，記錄光點開始照射的點和結束照射的點，看看雷射筆能照射的範圍，才能知道陽光照射的真正範圍。

二、使用反光鏡是否能增加發電量

【實驗討論】

- (1) 三天的總發電量：有反光鏡是5896 mA；無反光鏡是4530.6 mA。反光鏡讓發電量增加了30%。
- (2) 中午12點有沒有反光鏡的發電量差距最小，因為這時候太陽在正南方，東邊西邊的反光鏡沒有發揮最大的功用。
- (3) 上午、下午當太陽偏東方、西方的時候，反光鏡就發揮功能，有沒有反光鏡的發電量差距比較明顯。



陸、結論

一、關於「聚光發電方塊」的研究

1. 太陽光是平行的光，LED燈光是散射的光。距離LED燈50公分以上，燈光就會接近太陽光的平行光線。
2. 為了公平實驗的注意事項：
 - (1) 燈和太陽能板平台的位置要固定。
 - (2) 太陽能板平台傾斜時太陽能板高度會上升，LED燈支架要可調整高度。
3. 光照角度越小，發電量（電流量）也越小，但是電壓的差距很小，幾乎沒有改變，所以我們用電流變化觀察發電量。
4. 菲涅耳透鏡距離5.5公分的裝置有三個光照角度發電量特別低，推測是陰影遮住太陽能板的關係。如果在側面再裝一面菲涅耳透鏡，應該就可以在斜射時多聚光一次在太陽能板上，增加發電量。
5. 「聚光發電方塊」的製作與測試
 - (1) 光照角度65度以前都跟側面沒裝菲涅耳透鏡的數線很像。
 - (2) 照角度55度之後，側面透鏡的聚光區域開始照到太陽能板，所以發電量開始上升
 - (3) 上方換成大片的菲涅耳透鏡，比原本小片的提升了12.2%的發電量(電流量)。

二、關於「海水淡化箱」的研究

1. 「海水蒸餾法」三大重點：①海水蒸發水蒸氣；②水蒸氣凝結成淡水；③收集淡水
2. 表面積增加越多，蒸發的水量越多，但是吸水紙角錐下面要有支撐的東西。
3. 我們利用吸水紙增加表面積，而且實驗證明製作吸水紙圓柱製造淡水效果最好。
4. 水蒸氣凝結導流板傾斜角度用25度，凝結的水滴可以順利流到淡水收集管。
5. 淡水收集管傾斜角度用15度，可以順利讓水滴流動，也方便讓管子連接到外面。

三、「海水淡化箱」周圍裝「聚光發電方塊」的設計

1. 實驗中意外發現-串聯後的太陽能板發電量 (mA) 竟然低的很誇張！原因是串聯連接系統的效率特性會受到個別效率較差的太陽能板拖累而嚴重劣化。我們實驗證明：
 - 把六片太陽能板串聯在一起當成一組，一組放在LED燈光下，稱為亮組。一組刻意放在較暗的地方，稱為暗組。亮組測量出的電流量是14.25 mA。
 - 把亮組和暗組串聯在一起，結果量出來的電流量只有1.93 mA，被拖累！
 - 把亮組和暗組並聯在一起，結果量出來的電流量有14.27mA，沒有被拖累！
2. 所以不同面的6V聚光發電組用並聯的方式連接，這樣就可以產生較大電流的電，也不會因為上面、側邊發電量不同而互相拖累。
3. 六個方塊組合在一起的「聚光發電組」也有最大發電量（電流量）。

四、四周裝設反光鏡，增加發電量、海水溫度的研究

1. 模擬陽光照射重要方法：前後移動雷射筆，紀錄開始和結束的光點，模擬整片陽光
2. 實驗結果
 - (1) 向光面在沒有反光鏡時，各角度的光照面積都是最高的。背光面在反光鏡40公分時，各角度的光照面積是最高的。
 - (2) 為了讓整天有最大的發電量，我們決定在「海水淡化箱」單側做40公分高的反光鏡，利用電動旋轉台和定時開關，每12小時自動轉半圈。早上中午12點前，反光鏡面向東方；中午12點機器自動轉半圈，讓反光鏡面向西方。
3. 使用反光鏡增加發電量(電流量)：測三天，同時分別測量有和沒有反光鏡的發電量
 - (1) 三天的總發電量：有反光鏡是5896 mA；無反光鏡是4530.6 mA。反光鏡讓發電量增加了30%。
 - (2) 中午12點有沒有反光鏡的發電量差距最小；上午、下午當太陽偏東方、西方的時候，反光鏡就發揮功能，有沒有反光鏡的發電量差距比較明顯。
4. 使用反光鏡增加箱內海水溫度：從早上8點測到隔天早上8點，晚上用攝影機記錄
 - (1) 有反光鏡的海水淡化箱水溫比沒有反光鏡的最多多5°C，反光鏡真的能增加水溫！
 - (2) 早上8:00~10:30、下午15:00~17:00水溫有明顯差異，因為反光鏡發揮功用，把東方和西方的陽光反射到海水淡化箱上，讓海水溫度上升。

五、晚上使用加熱片自動溫控-增加箱內海水溫度

1. 我們這樣連接：聚光發電組 → USB充電晶片 → 充電電池 → 溫度控制器 → 加熱片
2. 加熱片的效果可以讓海水溫度維持在34°C以上，最多可以讓海水溫度提高7.1°C。

六、「聚光發電海水淡化系統」實際使用情形

1. 海水淡化系統的使用情形-綠豆發芽測試
 - (1) 三天總共產生275.35 g的淡水。
 - (2) 淡化後的海水能讓綠豆正常發芽。
2. 三天早上8點~下午5點進行充電，每天手機電力分別可以從19%→41%、41%→64%、64%→89%，平均每天讓手機電量增加23.3%。

七、未來需要再研究、改進的地方

1. 淡水凝結板的部分可以製作冷卻裝置，加強水蒸氣的凝結，增加淡水產生量。
2. 太陽能板要再找功能更好的，否則發的電會來不及幫行動電源充電。
3. 發熱裝置要再找更強的，這樣才能提高晚上海水的溫度。
4. 反光鏡自動旋轉功能，如果使用Scratch或MicroBit精準控制馬達轉動角度會更好。

柒、參考資料

- 一、重要政策-全力衝刺太陽光電 <https://www.ey.gov.tw/Page/5A8A0CB5B41DA11E/4413b416-5f1e-419b-9a39>
- 二、海水淡化的發展。科學發展 2009年6月，438期。
- 三、留言追追追-菲涅爾透鏡 <https://www.youtube.com/watch?v=dkqjSj3xS00>
- 四、DIY太陽能充電器 <https://www.youtube.com/watch?v=-ifAsS5SwgM>
- 五、中華太陽能聯誼會-認識太陽能電池 <http://www.solar-i.com/know.html>
- 六、政府研究資訊系統-高效能太陽能模組 <https://www.grb.gov.tw/search/planDetail?id=2381347>
- 七、環境資訊中心-魚塭「漁電共生」產量仍可維持7成 <https://e-info.org.tw/node/215>
- 八、聯合報-台灣缺水 三大原因 <https://theme.udn.com/theme/story/7490/783787>