

# 中華民國第 59 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

### 探究精神獎

082914

『凸』子跟著太陽走，開啓冷熱電光秀 - 運用毛細現象以太陽能淡化海水系統的設計與製作

學校名稱：臺北市內湖區南湖國民小學

作者： 小六 林威杉 小六 陳宥樺	指導老師： 黃美慧 何承璋
-------------------------	---------------------

關鍵詞：菲涅耳『凸』透鏡、海水淡化、太陽能

## 摘要

本組利用太陽能來淡化海水並以溫差來發電，實驗的創新項目：**首次利用棉線的毛細作用**將海水引至加熱機構裡，再以菲涅耳透鏡聚焦太陽熱能，蒸發加熱機構內的海水，蒸氣經鋁管自然冷卻，可析出鹽度降低的海水，並同時利用溫差來發電，所以本設備可作為海上之緊急狀況備援，以應製水與用電需求。本組實驗機構有以下功能：

1. 海水淡化：加熱機構在達到可蒸發海水的溫度下，**運用棉線的毛細作用與水的蒸發冷凝變化，可產出淡化海水直接使用，或經過重複淡化，最終可以成為純水。**
2. 加熱機構之保溫功能：當太陽光短暫不足時，仍可使溫差發電片持續發出電力供緊急使用。
3. 結晶鹽的利用：**加熱機構將鹽分結晶保存於槽區，易於取出使用**，並簡化保養維護工作。

## 壹、研究動機

在少年 PI 的奇幻漂流這部電影裡，PI 在海上遇難後，他把所有的食物都放到小船上，當一場暴風雨來臨後，食物和水都沒有了，當他漂到了無人島，島上的**酸水會溶解動物**，我心裡想，如果 PI 當時，有一個可將海水變成淡水的裝置有多好。

我們的實驗動機：受到植物維管束構造的啟發，**因毛細管作用和蒸騰作用將水從根部輸送到葉子**，我們的裝置是使用低成本的棉線以毛細作用輸送海水，從而避免使用複雜的裝置，然後**通過太陽能加熱同於樹葉的蒸騰作用，使鹽分因水蒸發而分離**。我們知道海水取之不盡，並且開發太陽能，既不會有污染，也不會影響生態平衡，所以利用太陽能將海水淡化是一項對環境友善的工程。

本組使用輕量的菲涅耳透鏡將太陽能集熱，來蒸發海水成為淡水，且將可太陽能熱量作為溫差發電熱源，達到太陽能的較佳利用。本組實驗參考相關單元：

翰林版—國小自然【三下 / 第二冊】2-2 水和水蒸氣

翰林版—國小自然【四上 / 第三冊】3-2 能源與生活

翰林版—國小自然【四下 / 第四冊】3-1 毛細現象、4 光的世界

翰林版—國小自然【五上 / 第五冊】1-3 太陽與生活、3-2 熱的傳播

翰林版—國小自然【六上 / 第六冊】1-1 大氣中的水、1-2 認識天氣圖

## 貳、研究目的

本組以毛細作用引導海水至鋁管中段，經菲涅耳透鏡聚焦太陽光加熱汽化產生蒸氣，再於鋁管內自然冷凝得到淡水，同時將多餘熱能作為溫差發電的熱源，同時也製作了追日系統來觀察。實驗目的如下：

- 一、實驗一：探討菲涅耳透鏡不同面積，對加熱效果之影響。
- 二、實驗二：探討鋁管內棉線的毛細作用。
- 三、實驗三：探討不同溫度下發電片的發電電壓。
- 四、實驗四：探討在太陽光照下菲涅耳透鏡的製水能力。

## 參、研究設備及器材

### 一、使用儀器與材料：

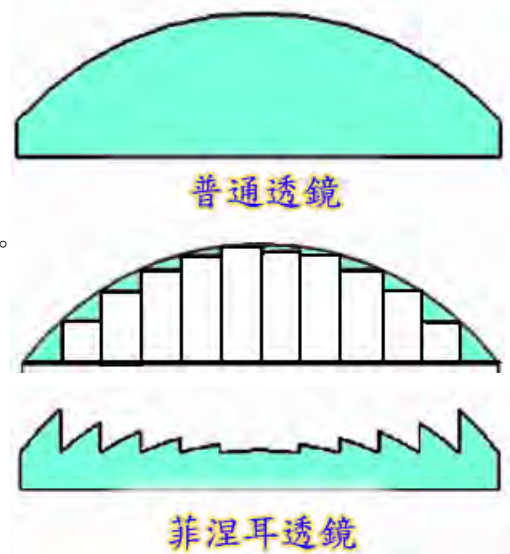
			
1. 四通道輸入溫度記錄器	2. 透鏡 30×30cm <sup>2</sup> / 焦距 21cm	3. 透鏡 26×26cm <sup>2</sup> / 焦距 8cm	4. 散熱鰭片
			
5. 量水杯	6. 精密磅秤	7. 耐熱膠	8. 海水(取自壯圍海邊)
			
9. 轉盤	10. 紅外線溫度計	11. 萬用腳架	12. 剝線器
			
13. 電動起子	14. 可調升降平台	15. 鹽度分析儀	16. 照度計

			
17. LED 燈	18. 各式鋁管	19. 三用電表	20. 溫差發電片
			
21. 電焊槍	22. 銼刀	23. 置物盒	24. 剪刀
			
25. 棉線	26. 尖嘴鉗	27. 光敏電阻	28. 護目太陽眼鏡
			
29. 馬達減速機	30. 電線(單芯線)	31. 溫度控制器	32. 鐵架
			
33. 鹵素燈	34. 捲尺	35. 量角器	36. 控制晶片

## 二、特殊器材說明：

### (一)菲涅耳透鏡：

- 菲涅耳透鏡(Fresnel len)，是由法國物理學家奧古斯丁·菲涅耳所發明的一種透鏡。特點是焦距較短，且比一般的透鏡材料用得更少、重量更輕；與傳統的透鏡比較，菲涅耳透鏡更薄，因此更多的光可

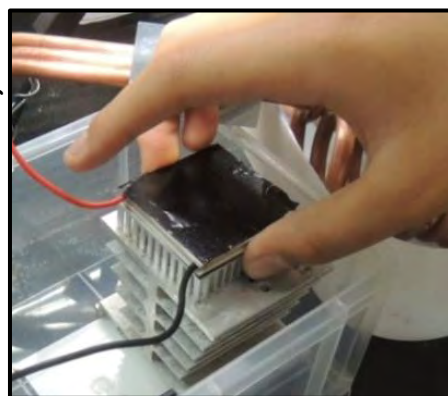


被傳遞。觀察菲涅耳透鏡，它一面是平坦的，另一面是環型的紋路，為一種微細結構的光學元件，從正面看像一個飛鏢盤，由一環一環的同心圓組成。

2. 基本原理：光學的折射現象僅發生在透鏡表面，盡可拿掉多的光學材料，而保留表面的彎曲度。從剖面看，其表面由一系列鋸齒型凹槽組成，中心部分是橢圓型弧線。每個凹槽都與相鄰凹槽之間角度不同，但都將光線集中一處，形成中心焦點，也就是透鏡的焦點。每個凹槽都可以看做一個獨立的小透鏡，把光線調整成平行光或聚光。

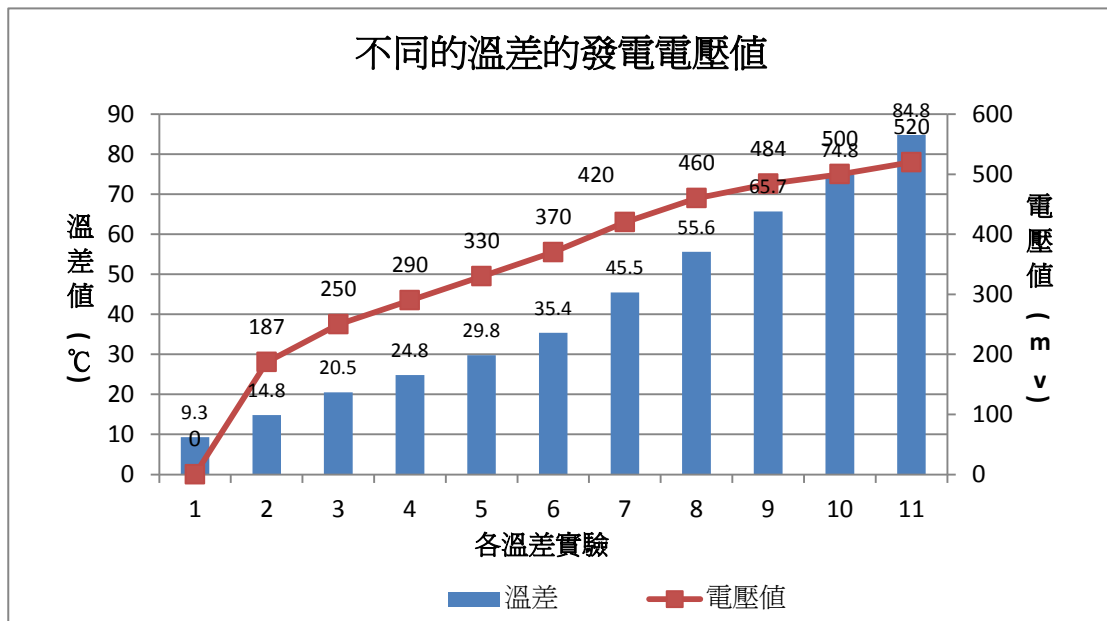
## (二)溫差發電片：

1. 原理：是一種通過半導體熱電元件將熱能轉換為電能的電源裝置。這種電源裝置具有體積小、能量密度大、壽命長、無機械運動部件、高度可靠等優點，它能夠勝任一些普通電源無法勝任的工作。只要保持兩面有溫度差，就會輸出電流和電壓。一般 4x4cm 發電片，只要溫差達 20°C 就可以產生 1V 的電壓。



2. 安裝：在加熱機構上，以耐熱膏粘在發電片的一面，讓陽光照射透鏡，經由折射的光聚焦在加熱機構上，在那兩根電線就會有電流產出。注意為了避免過熱而燒壞發電片，其使用溫度須依說明書之限制說明，不能超過，本組實驗一開始是用耐熱 150°C 發電片就被燒毀，後來換成可耐 300°C 的才順利完成。
3. 溫差發電測試：在水溫 25.2°C 下，發電片下方機構泡在水中維持低溫，加熱機構上方以電熱片加熱，測試溫差發電片之電壓，但因溫度量測點一是電熱片，二是水溫，故並非發電片兩面之溫差，結果如下圖：

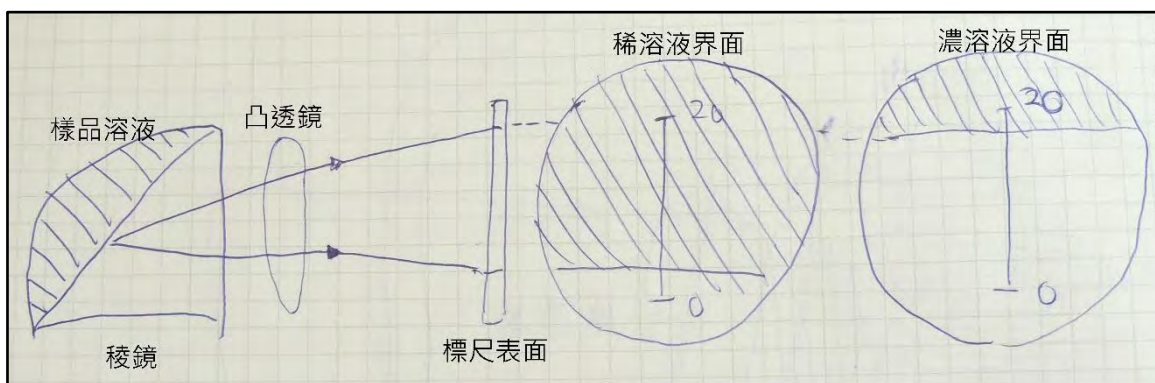




### (三)DC-DC 升壓模組：

1. 目的：可以將接在模組輸入端的溫差發電片產生的較低電壓經由本模組電路作用，使輸出端的電壓穩定在 5V，可供電給手機充電，用於 LED 照明也可以。
2. 原理：電感型 DC-DC 轉換器電路，迴路中的開關閉合會引起通過電感的電流增加。打開開關會促使電流通過二極管流向輸出電容。因儲存來自電感的電流，多個開關週期以後，輸出電容的電壓升高，結果輸出電壓會高於輸入電壓。

### (四)鹽度分析儀：

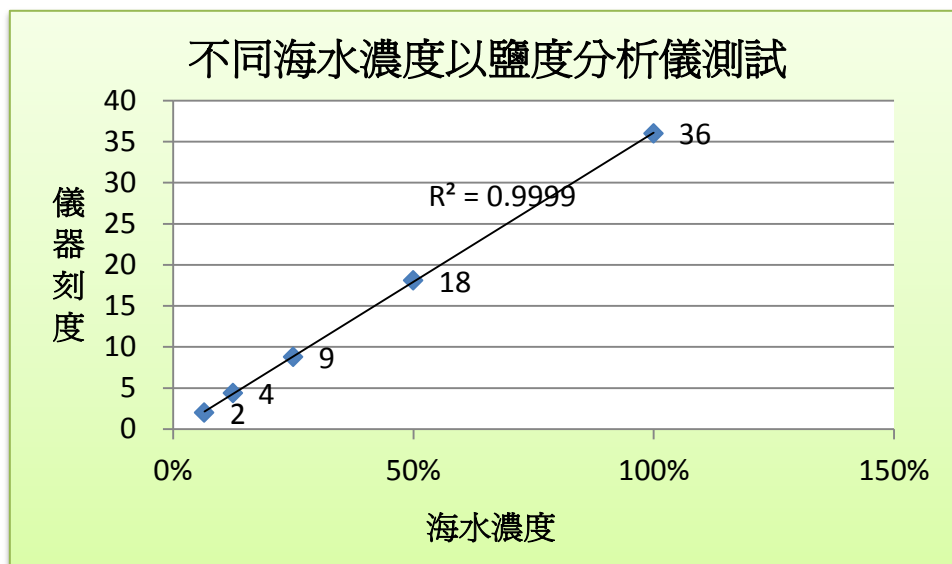


1. 原理：光線從一種介質進入另一種介質時會產生折射現象，且入射角之比值，恆為定值，此比值稱為折射率。海水中之可溶性固形物含量與折光率在一定條件下（同一溫度、壓力）成正比例，故測定海水液的折射率，可求出海水的含鹽量的多少。
2. 方法：將收集的海水 10.0 毫升，加入純水 10.0 毫升海水濃度稀釋成 50%，取其中

10.0 毫升再加 10.0 毫升的純水稀釋成 25%，依相同方式稀釋至 12.5%與 6.25%。

3. 分別取一滴於測量玻璃上，觀測其刻度。(R<sup>2</sup>=0.9999 顯示測量非常精確)

海水濃度	100%	50%	25%	12.50%	6.50%
刻度	36	18.1	8.8	4.4	2



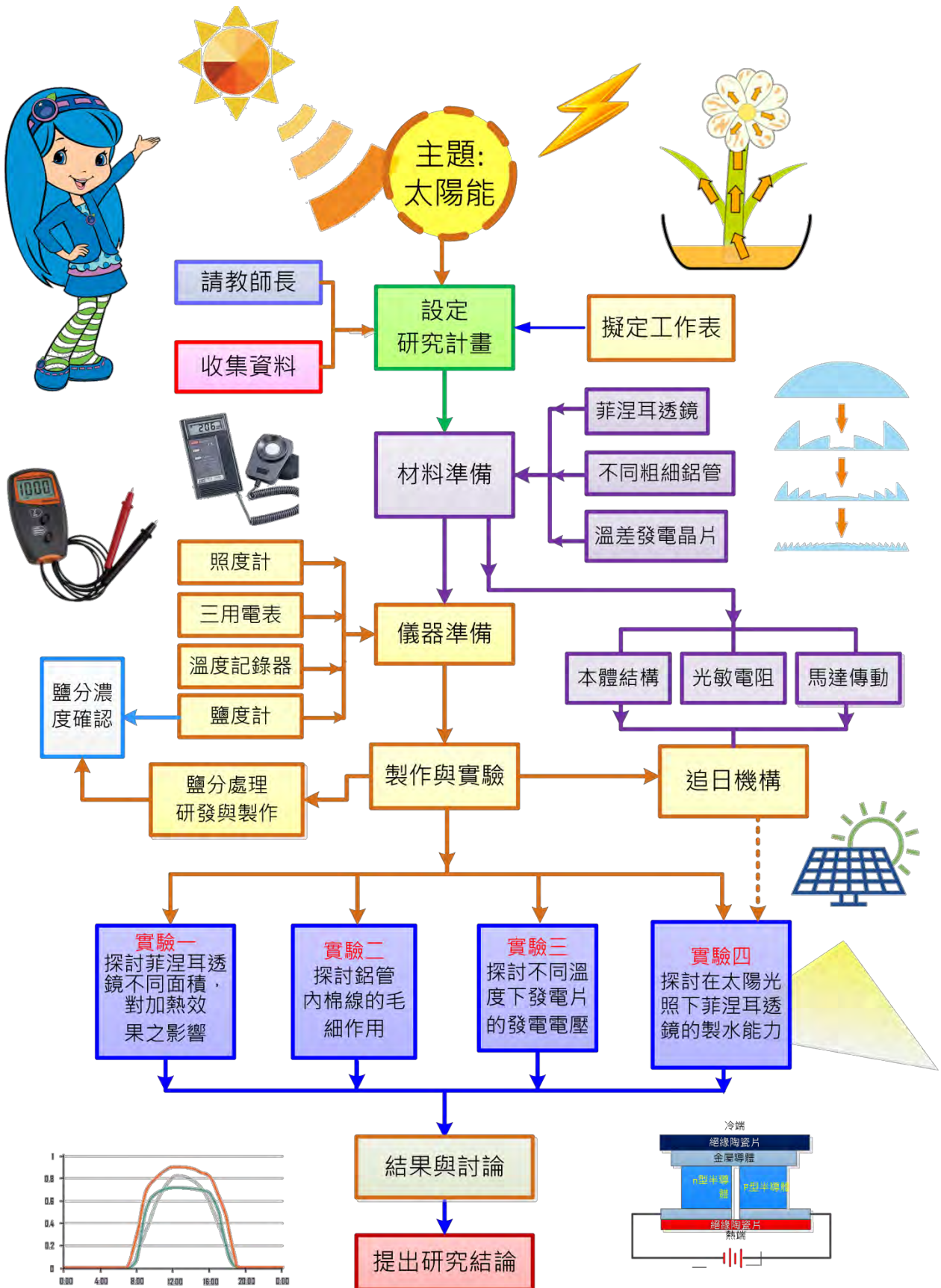
說明：一般海水濃度 3.6%，在本鹽度分析儀看到刻度是 36。

### (五)光敏電阻

1. 原理：光敏效應又稱為光電效應，是光照變化引起半導體材料電導變化的現象，光敏電阻是利用光電效應的一種特殊的電阻。當有光線照射時，電阻內原本處於穩定狀態的電子受到激發，成為自由電子；所以光線越強，產生的自由電子也就越多，電阻就會越小。
2. 作用：它的電阻和光線的強弱有直接關係。光強度增加，則電阻減小；光強度減小，則電阻增大，以光線強弱透過控制器輸出電流給馬達，改變追日系統的方向。

# 肆、研究過程及方法

## 一、實驗規劃流程

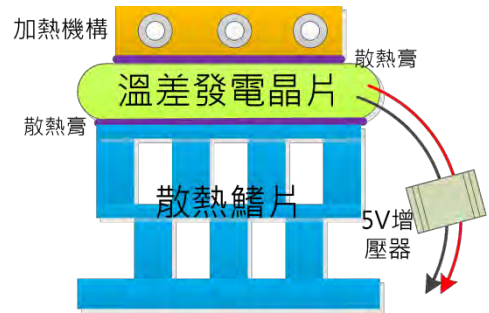




## 二、準備作業

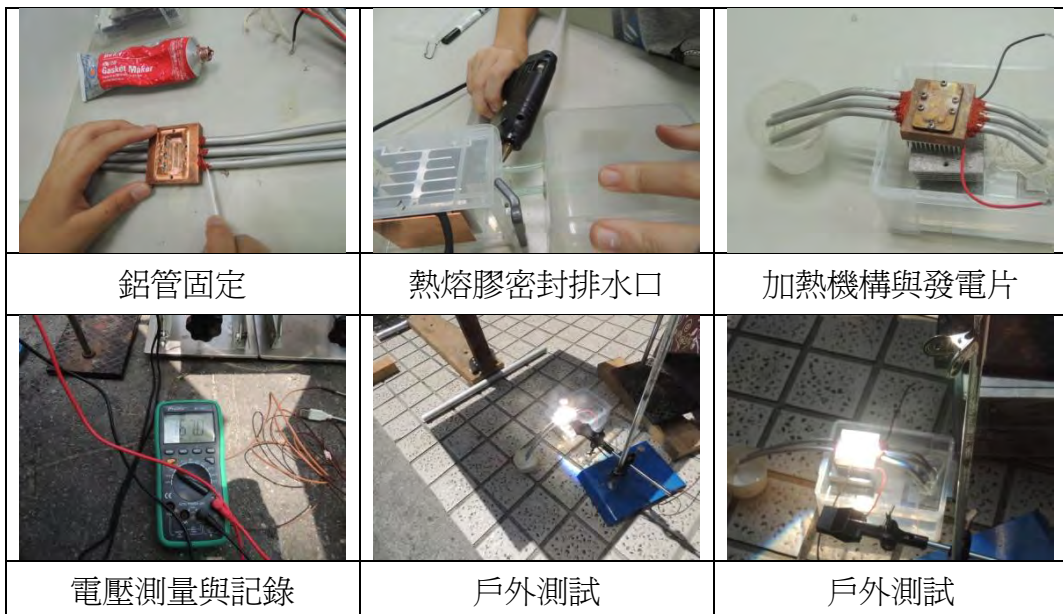
### (一)加熱機構、發電晶片與升壓器組合(如右圖)

- 1.將加熱機構接觸面清潔好，抹上散熱膏。黏貼在溫差發電片。
- 2.散熱鰭片也抹上散熱膏，再貼上發電片。
- 3.將發電片兩條紅黑電線與 USB 增壓模組上紅黑線相接好。

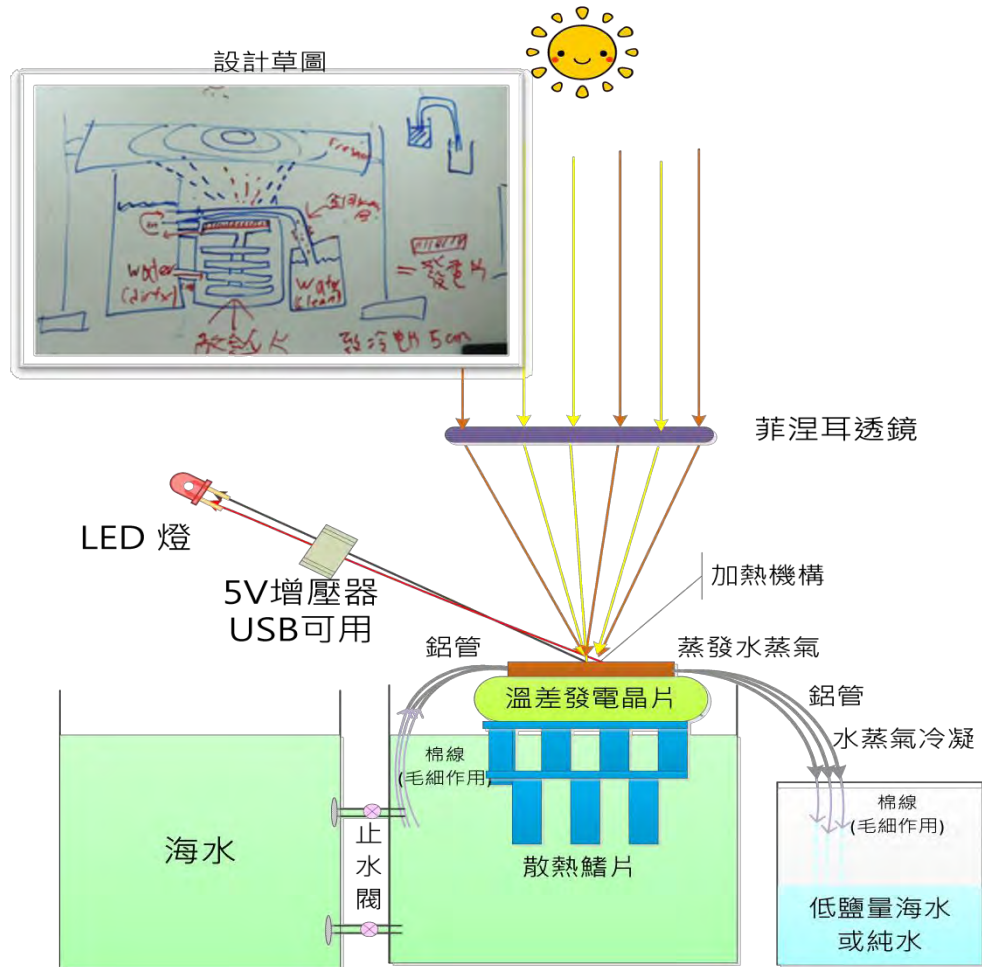


### (二)組裝與初步改良測試實驗

1. 將上述加熱機構、發電片與升壓器組合安裝在塑膠盒(15×11×7cm)底，以熱熔膠固定。
2. 在加熱機構的側邊，裝上穿有棉線的鋁管。在塑膠盒中加入海水。
3. 架設菲涅耳透鏡與加熱機構保持一個較適當之距離(與透鏡焦距差一定長度)。
4. 接上輸入溫度記錄器及 K-type 測溫線 3 條，分別安裝在①.加熱機構(測量太陽能經菲涅耳透鏡後溫度狀況)。②.海水裡、③.鋁管之淡水冷凝出口端，以測量是否可以讓水蒸氣自然降溫冷凝成水。
5. 將溫度記錄器開啓，按下連續記憶鍵 M。
6. 量測約所需時間之溫度變化。
7. 整理數據：將記錄器與電腦 USB 連結，選 COM3 接口，選擇傳送項目，按下傳送。
8. 傳送資料為 TXT 檔，可以 EXECL 開啓後，選擇下一步即轉檔完成。



### 三、實驗裝置圖:



### 四、加熱機構的改良

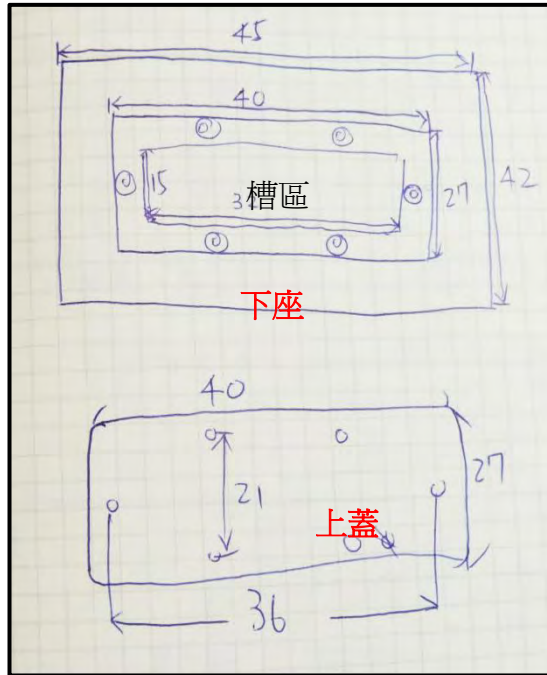
#### (一) 第一代的轉盤機構：

1. 源由：以毛細作用將海水蒸發後，測試發現鋁管中有鹽分的產生，為使設備能有效能的使用，初期我們設計了轉盤機構，於兩端各放置一組蒸散發電組合，當使用組(主槽 1)出水量較低時，則轉盤轉向另一端備用組(主槽 2)使用。
2. 取運動用具圓形轉盤將蒸散組置於上面，透鏡的焦距僅在主槽 1 加熱蒸散，另主槽 2 端作為預備使用。
3. 鋁管堵塞之整理清潔方法，是用水直接沖洗鋁管管內或更換棉線。

<p>鋁管裡面有鹽分</p>	<p>設計圖稿</p>	<p>轉盤可以轉動</p>

(二) 第二代加熱機構的改良經過：

1. 設計草圖

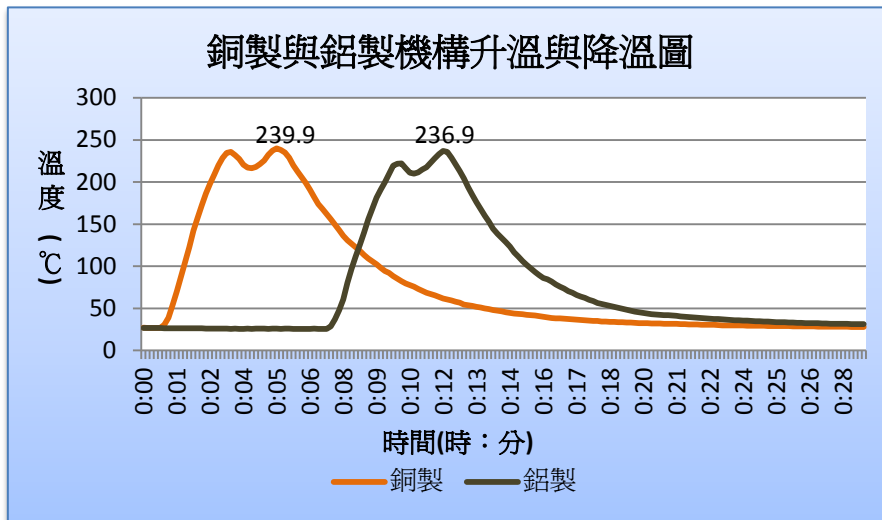


2. 改良經過

改良次	圖片	改善項目
一		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 設置儲鹽的機構。</li> <li>2. 海水蒸發後鹽分會留在槽內。</li> </ol>
二		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 管徑提高為 6.0mm 改成 3 管進水，2 管出水，以增加出水量。</li> </ol>
三		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 加大儲存鹽份的空間。</li> <li>2. 上蓋以矽膠墊片加強密封，避免蒸漏氣。</li> <li>3. 改成 3 管進水，3 管出水，提高出水量。</li> </ol>
四		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 改紅銅材料增導熱效果。</li> <li>2. 升溫快節省能源。</li> </ol>

3. 銅製與鋁製的加熱機構升溫與降溫比較：

(1)測試使用設備：電熱片、溫度控制器(組)、電源供應器、溫度記錄器



結果：相同條件下比較吸熱機構，紅銅製作升溫較鋁製快 7 分鐘，且略高 3°C，降溫時間則較一致。

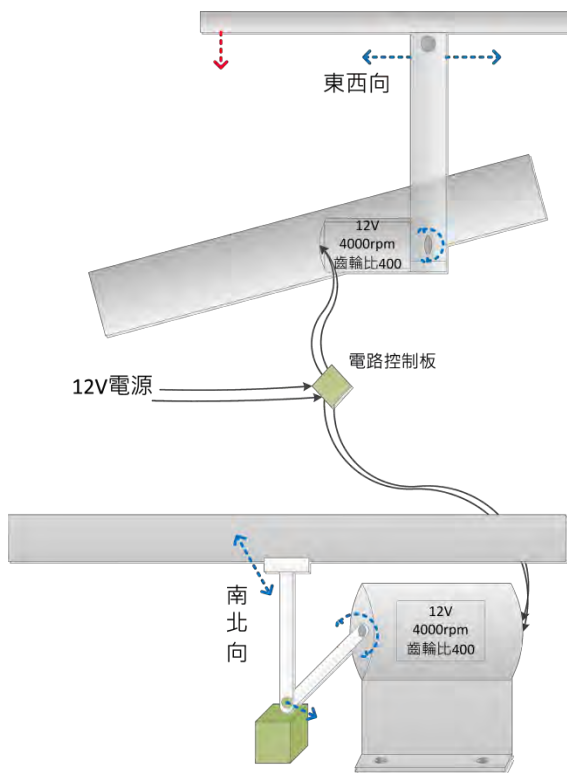
## 五、追日系統

(一)製作：以光敏電阻追蹤太陽光線，控制馬達的轉動，所以調整光敏電阻擺放的位置很重要。

(二)組裝：材料取自倉庫廢料

1. 木心板厚(18.0mm)一塊切割成 34.0cm×40.0cm 加上兩條木心板做成底板。
2. 支撐左右 L 型鐵板以螺絲釘固定安裝在底板上。
3. 連接 L 型鐵板兩側以小的 L 型鐵板與長鐵板 4.0cm 寬，長度 34.0cm 固定，中間固定馬達與減速機，減速機接上面的支撐架(高 20.0cm)，上方做好 30.0cm×30.0cm 框架，框放入菲涅耳透鏡，(可以控制左右轉)
4. 前後轉的馬達以鐵板固定在木板上，連接中間鐵板，以雙活動桿控制。(可以控制前後轉動)。
5. 光敏電阻安裝：輸入的電力連接上簡易控制板，控制板上的控制線再連接上光敏電阻，光敏電阻信號回饋控制馬達驅動電力。
6. 安裝上 4.8V0.4A 的 AC110V 電源變壓器，以提供馬達電力，並且增設並聯之 USB 輸入接頭，以備可用行動電源供電測試。





(三)室內測試：調整光敏電阻的位置，以使菲涅耳透鏡可以和入射光線呈垂直的角度。

1. 在室內以 500W 鹵素燈測試，首先找出最高溫度的照射距離（測量三次平均值），之後即固定高度為 80cm。

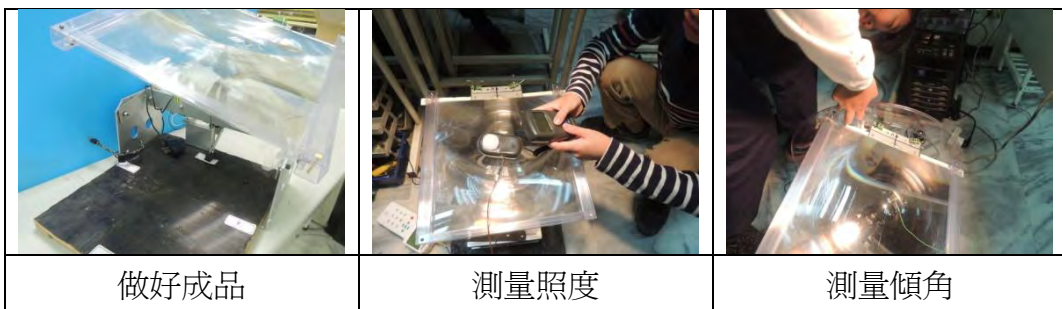
高度(cm)	70	80	90	100	110	120
溫度(°C)	51.9	59.0	56.5	53.3	47.4	48.0

2. 測試夏天的早晨約 10:00，傾角是依據太陽位置而訂。

高度(cm)	照度(lux)	溫度(°C)	傾角(°)
80	568	54.5	67

3. 測試冬天的中午約 12:00。

高度(cm)	照度(lux)	溫度(°C)	傾角(°)
80	487	55.8	39



做好成品

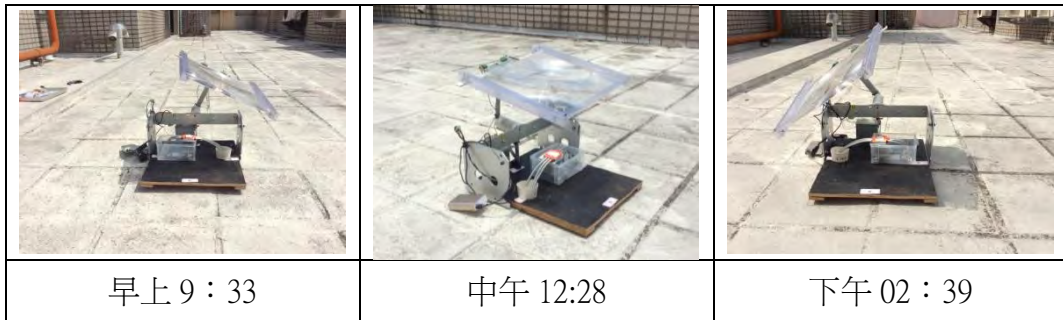
測量照度

測量傾角

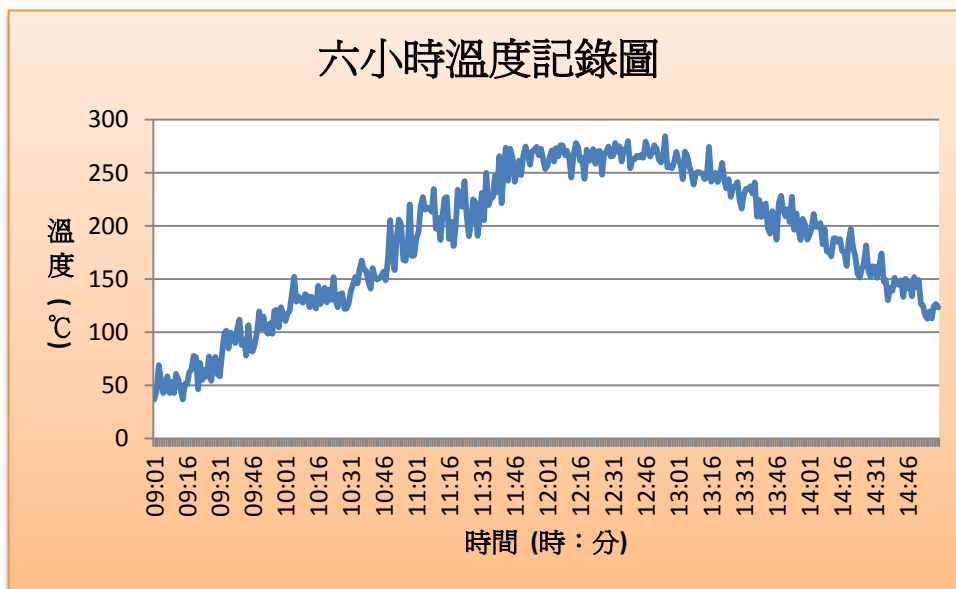


(四)室外測試：4/30 日地點申請教室屋頂，師長同意並陪同一起實驗。

記錄時間：0900-1500，每分鐘記錄一次。



日期		日出		日落	
月	日	時間	方位	時間	方位
4	30	05:19	73	18:24	287



六、探討菲涅耳透鏡不同面積，對加熱效果之影響。

(一)準備：

1. 將 2 個 0.8 公斤奶粉罐底部以開罐器打開，方便放入散熱鰭片。
2. 奶粉罐 2 個裡面裝水均為 1300 毫升。各裝入散熱鰭片(上有熱導管)在桶裡水中。
3. 準備好菲涅耳透鏡，規格分別為  $30 \times 30 \text{cm}^2$ /焦距 21cm 與  $26 \times 26 \text{cm}^2$ /焦距 8cm。

(二)測試：

1. 在戶外架設起二組萬用角座，用鐵夾分別將兩個透鏡固定，焦距調整至熱導管的平面上。

2. 裝上 4 通道溫度記錄器，開啓電源，開始記錄，設定每 5 秒記錄一次溫度。
3. 測量當時照度。
4. 在同時間內測量並記錄兩組的溫度變化，120 分鐘後。



## 七、探討鋁管內棉線的毛細作用。

### (一) 找出最佳的鋁管：

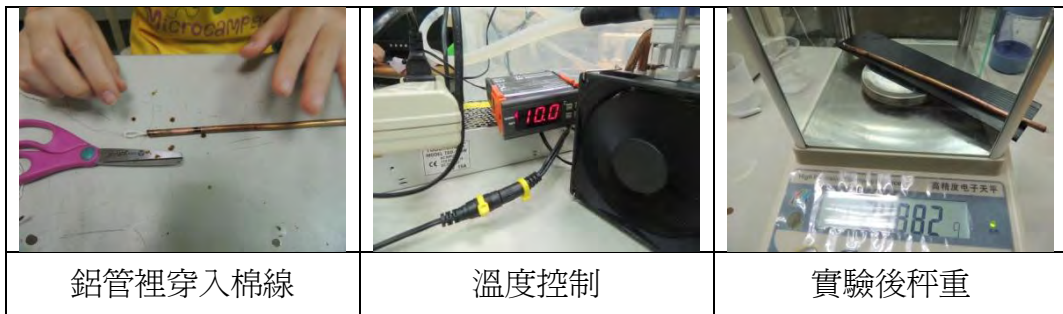
將以下各規格鋁管以三角挫刀裁切成 10.0 公分長，兩端銳利處磨平，以電子卡尺測量其內徑與重量，計算截面積。

四種鋁管的內外管徑與重量表			
編號	外徑(mm)	內徑(mm)	重量(g)
1	4.0	3.4	1.567
2	5.0	4.2	2.806
3	6.0	5.0	4.139
4	7.0	5.0	8.751

### (二) 鋁管加入棉線的吸水量：

1. 實驗二-1：不同濃度海水的毛細吸水重量(三次重複實驗)
  - (1)取海水，分別配製 50%、25%、12.5%與 6.25%之實驗水溶液。
  - (2)將鋁管 6.0mm(含棉線)浸入不同濃度水溶液中 30 秒，測量其毛細吸水重量。
2. 實驗二-2：不同溫度水中，測量其毛細吸水重量。(三次重複實驗)
  - (1)實驗溫度：10°C、20°C、30°C、40°C。
  - (2)溫度控制使用致冷晶片溫度控制，溫度誤差值(±1°C)。
  - (3)取 6mm 鋁管(有棉線)分別置入各溫度水中 30 秒後取出，測量其毛細吸水重量。
3. 實驗二-3：不同時間浸入水中，測量其毛細吸水重量。(三次重複實驗)

(1)準備方式同前：浸入水中時間為 5 秒、10 秒、20 秒、30 秒。



## 八、探討不同溫度下發電片的發電電壓。

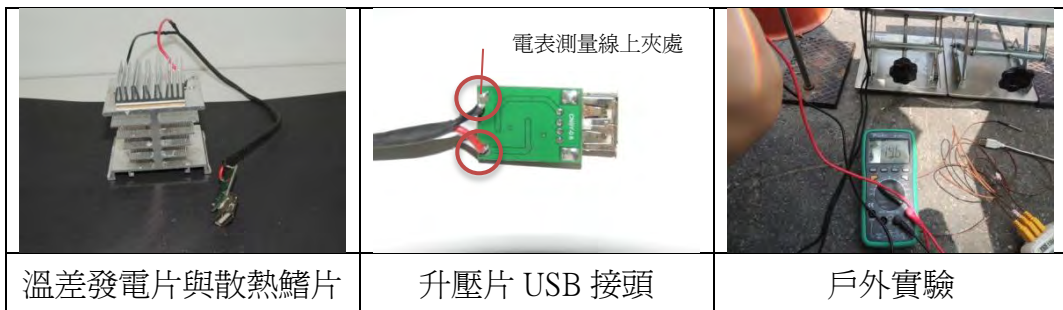
### (一) 準備：

1. 安裝溫差發電片在加熱機構上，方式請參 P7：二、準備作業 (一)加熱裝置、發電晶片與升壓器組合。
2. 安裝菲涅耳透鏡，適當焦距照射位置。

### (二) 測量：

1. 將三用電表選擇鈕指針處旋轉至 V 項。
2. 將三用電表測量線上的夾頭，夾在升壓器上的電源輸入端處。

### (三) 室內與室外實測



## 九、實驗四：探討在太陽光照下菲涅耳透鏡的製水能力

### (一)準備：

1. 取塑膠盒(15×11×7cm)，側邊以電焊槍燙出二個洞，穿過一條塑膠管再以熱熔膠封上空隙，作為海水進出口，另一側則準備同樣一個，作為收集海水蒸發後冷卻水。
2. 鋁管用 3 號 6.0mm，為有效在末端將蒸氣降溫且提高出水量，且長度延長為 15 公分，將鋁管穿過雙條棉線，再稍微彎成弧形，棉線一端保留鋁管裡長度到透鏡焦點中心點，全組以熱熔膠固定。
3. 加熱機構以第四次改良紅銅製品，因為銅的熱導係數較鋁高，具更大收集與均勻散熱至發電片上。

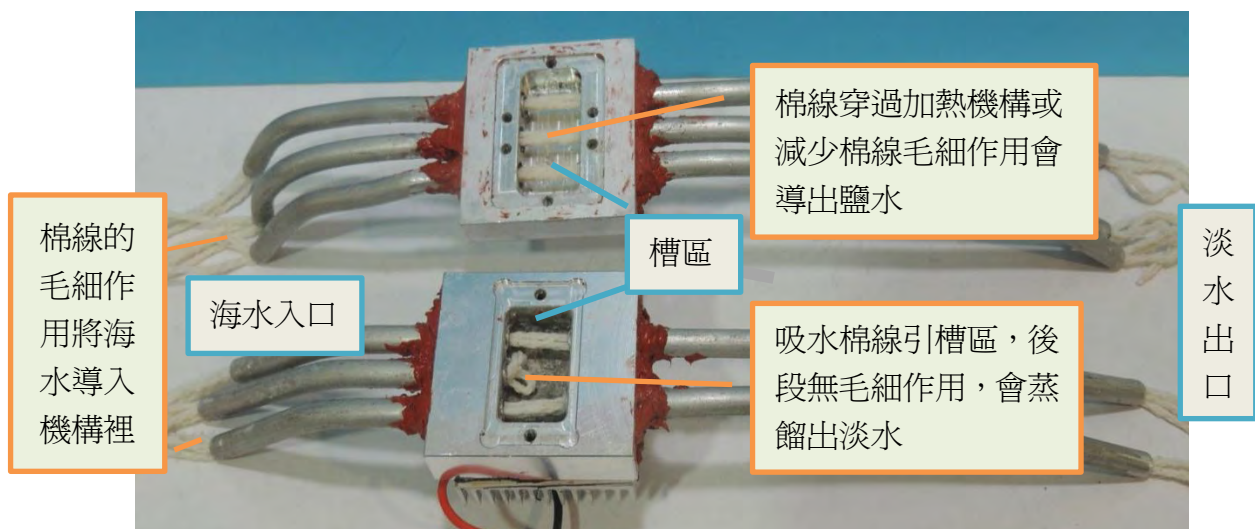
4. 以萬用角座上的鐵夾，固定好菲涅耳 30\*30/F21 透鏡。
5. 溫度記錄器感應頭裝置(1). 透鏡上方側 (2). 固定散熱機構 (3). 鋁管尾端冷凝出水口，測量冷卻溫度 (4). 塑膠盒底部。

### (二)淡水的製造：

1. 方法:用 6.0mm 鋁管作為進水導管與出水冷卻管，使在入水口端的棉線毛細作用，將海水引至加熱機構槽區，當太陽熱能充足時，海水在加熱機構裡面被蒸發，經鋁管導出並冷卻成淡水。
2. 加熱機構：大小 45\*42mm，初期使用鋁製，三次改善後使用銅製。參考 P9。

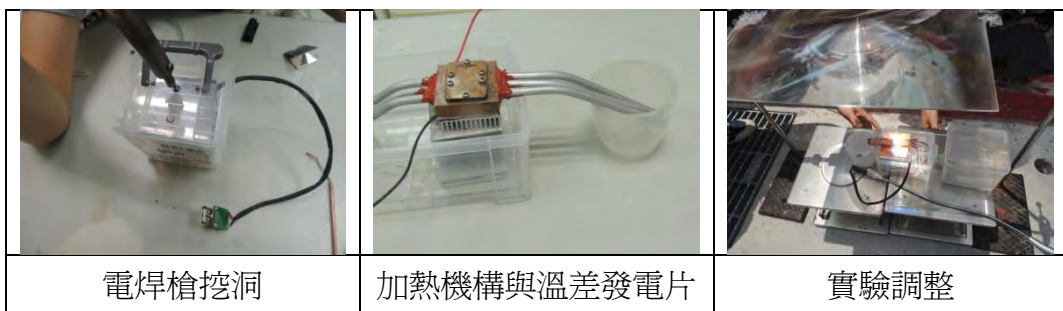
### (三)低濃度鹽水的製造：

方法：海水被棉線的毛細作用引至加熱機構後，因為海水來不及被蒸發，就排出，當與淡水混合成為低濃度鹽水，如同當天氣不佳，以致溫度不足。低濃度的鹽水可做第二次三次的蒸發，仍可利用。



### (四) 海水淡化與測量：

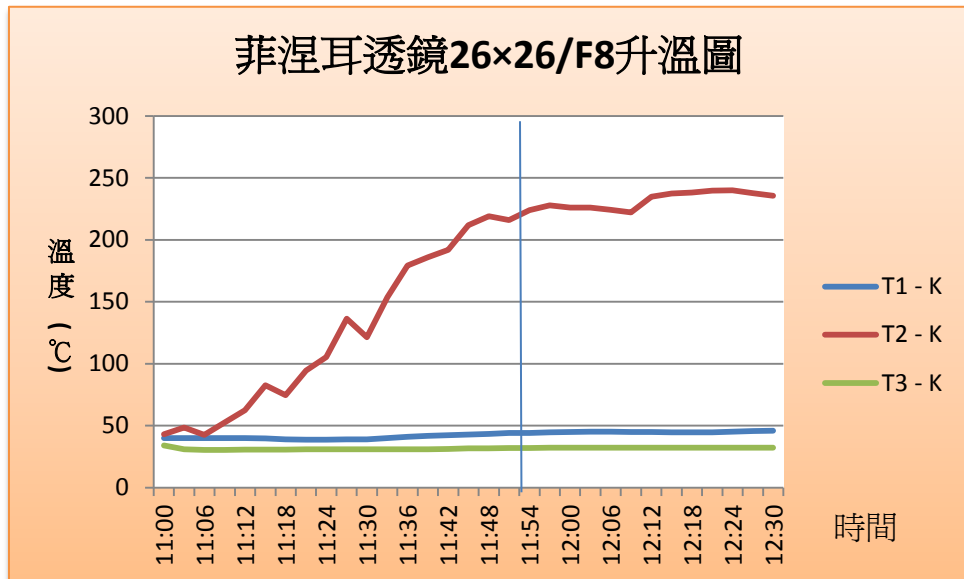
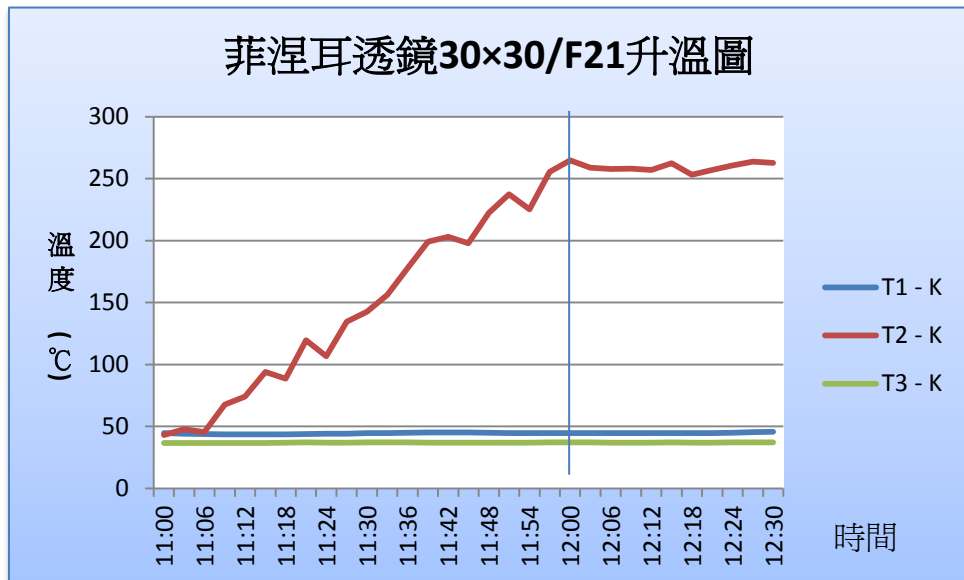
1. 開起連續溫度記錄器、計時器；磅秤、鹽度折射儀備用。
2. 配合太陽溫度的變化，在實測加熱機構溫度與淡水的製造量。
3. 每次測量 10 分鐘的出水量。



## 伍、研究結果

一、實驗一：探討菲涅耳透鏡不同面積，對加熱效果之影響。

(一)安裝菲涅耳透鏡：30×30cm<sup>2</sup>/焦距 21cm 與 26×26cm<sup>2</sup>/焦距 8cm，測量照度 252 k (LUX)。



結果：1.菲涅耳透鏡面積越大，上升溫度越高，降溫也較慢。

2.溫度上升至一程度，即不再上升，溫度保持一範圍達平衡。

二、實驗二：探討鋁管內棉線的毛細作用。

(一) 找出最佳的鋁管：



四種鋁管內外徑比較				
編號	外徑 (mm)	內徑 (mm)	外徑截面積	內徑截面積
1	4.0	3.4	12.57	9.08
2	5.0	4.2	19.63	13.85
3	6.0	5.0	28.27	19.63
4	7.0	5.0	38.48	19.63

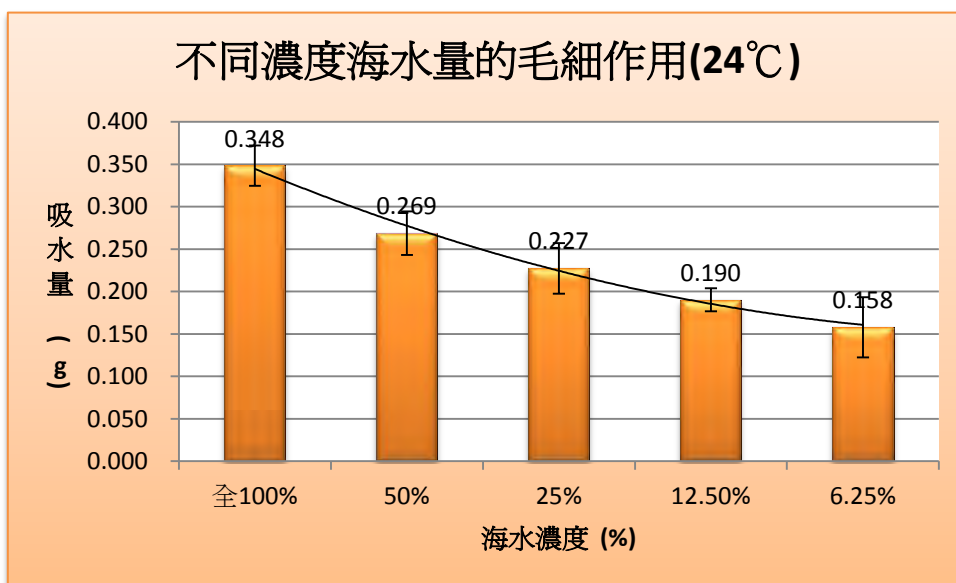
結果：鋁管內徑截面積，編號 3 號 = 4 號 > 2 號 > 1 號。以編號 3 外徑截面積較編號 4 小，可以減少吸取熱量，故選擇 3 號鋁管。

## (二) 鋁管加入棉線的吸水量：

### 1. 實驗二-1：不同濃度海水的毛細吸水重量。(三次重複實驗)

以海水分別配製 50%、25%、12.5% 與 6.25% 之實驗水溶液。

不同海水濃度的毛細作用				
海水(24°C)	前(鋁管+棉線)	後(鋁管+棉線+海水)	吸水量(g)	標準差
全 100%	4.356	4.704	0.348	0.024
50%	4.450	4.719	0.269	0.026
25%	4.224	4.451	0.227	0.030
12.50%	4.342	4.532	0.190	0.013
6.25%	4.355	4.512	0.158	0.036

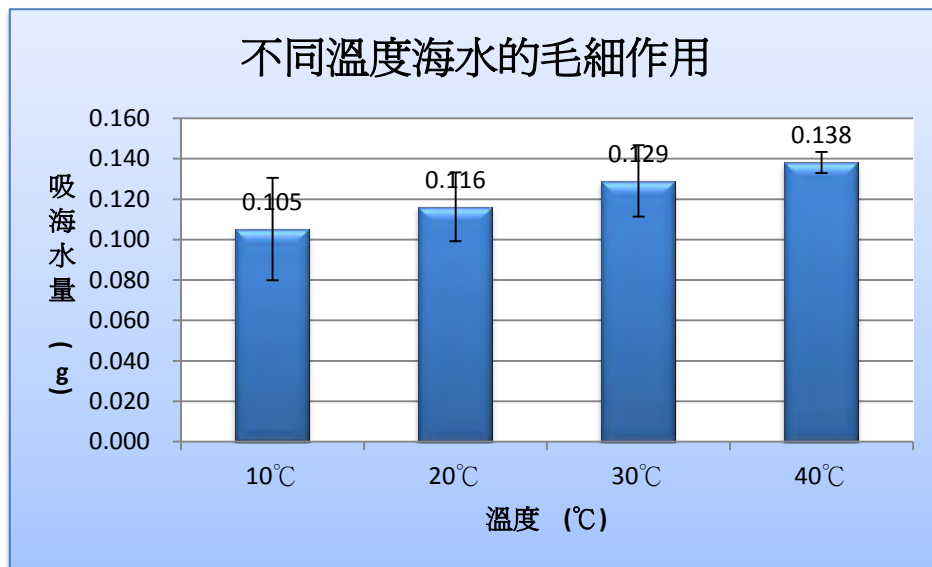


結果：海水濃度降低，鋁管(含棉線)內的毛細作用減少。

2. 實驗二-2：不同溫度水中，測量其毛細吸水重量。(三次重複實驗)

實驗溫度：10°C、20°C、30°C、40°C分別置入 30 秒後取出，測量其重量。

不同溫度海水的毛細作用				
海水(100%)	前(鋁管+棉線)	後(鋁管+棉線+水)	吸水量(g)	標準差
10°C	4.416	4.521	0.105	0.025
20°C	4.523	4.639	0.116	0.017
30°C	4.498	4.627	0.129	0.018
40°C	4.467	4.605	0.138	0.005

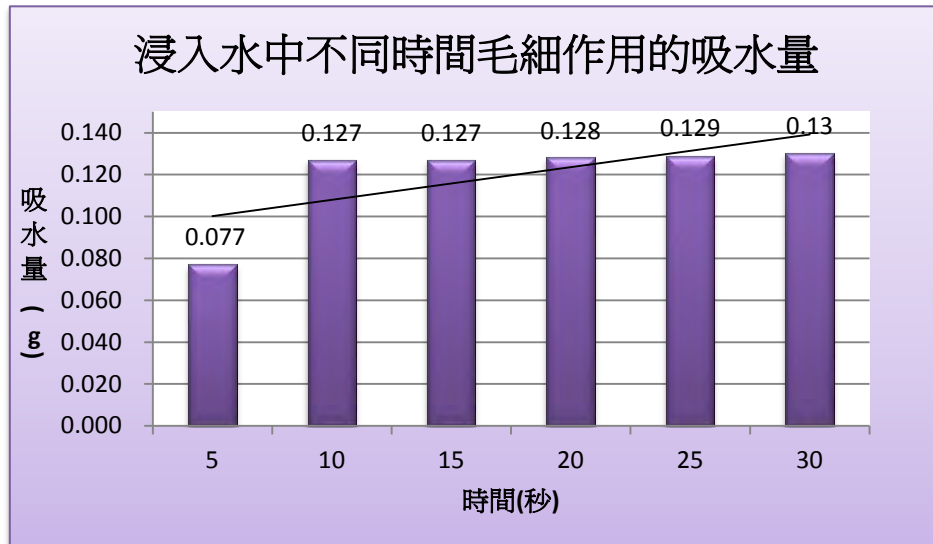


結果：溫度越高毛細現象越明顯，顯示高溫有利本組因受熱蒸發而淡化海水。

3. 實驗二-3：不同時間浸入水中，測量其毛細吸水重量。(三次重複實驗)

準備方式同前：時間為 5 秒、10 秒、15 秒、20 秒、25 秒、30 秒。

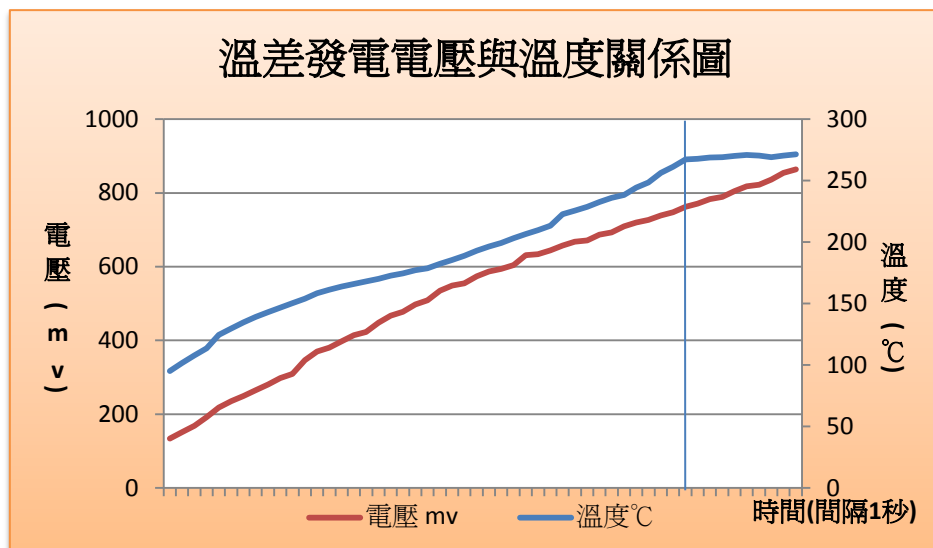
浸入水中不同時間毛細作用的吸水量				
時間(秒)	前(鋁管+棉線)	後(鋁管+棉線+水)	吸水量(g)	標準差
5	4.441	4.526	0.077	0.014
10	4.386	4.510	0.127	0.009
15	4.400	4.521	0.127	0.002
20	4.376	4.498	0.128	0.020
25	4.367	4.489	0.129	0.006
30	4.304	4.427	0.130	0.009



結果：在鋁管裡加入棉線後，毛細作用之吸水量僅第 5 秒較少。

### 三、實驗三：探討不同溫度下發電片的發電電壓。(實驗數據請參實驗日誌)

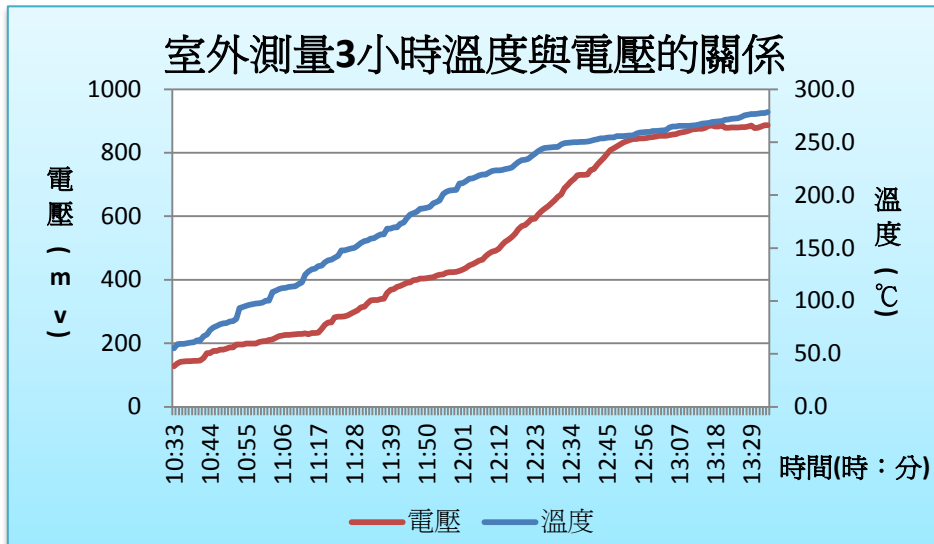
#### (一)溫差發電電壓與溫度室內測量結果(測量 52 秒)



結果：1. 溫度上升電壓亦隨之上升，

2. 溫度達 270°C 以上時，不再上升，但電壓仍續上升，研判熱能保存在散熱鰭片裡。

#### (二)教室屋頂戶外實測



結果：1.電壓隨溫度上升而上升。

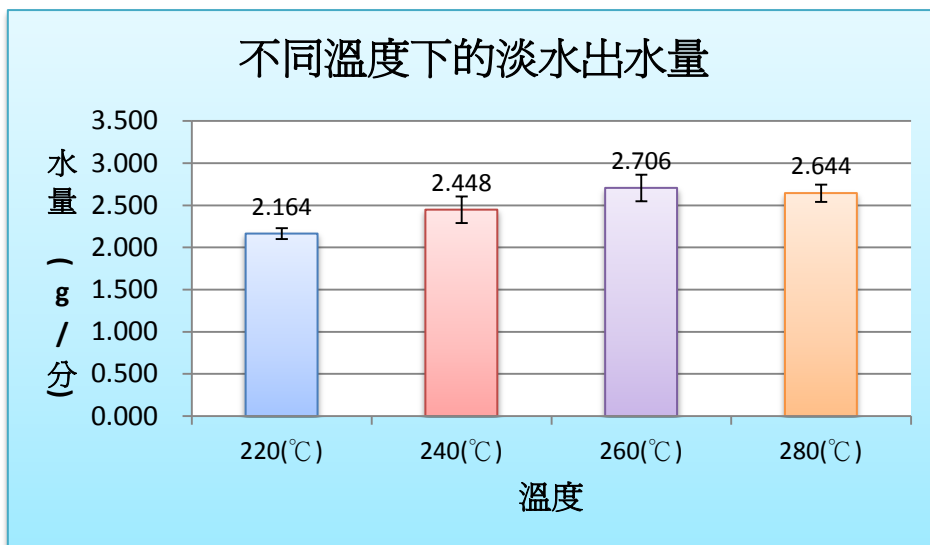
2.溫度在 265°C 上升慢，電壓在 820mv 以上上升緩慢。

#### 四、實驗四：探討在太陽光照下菲涅耳透鏡的製水能力

##### (一)純水的製造：

1. 棉線由海水端引至加熱機構槽區裡，海水在此蒸發，鹽分結晶留在機構槽區裡。
2. 海水蒸發後氣體進入另一端在管壁中凝結成純水，即可使用。
3. 配合太陽溫度的變化實測加熱機構溫度與淡水製造量：(三管進出水量)

溫度(°C)	220(°C)	240(°C)	260(°C)	280(°C)
水量(g/10 分)	2.164	2.448	2.706	2.644
標準差	0.065	0.158	0.159	0.102

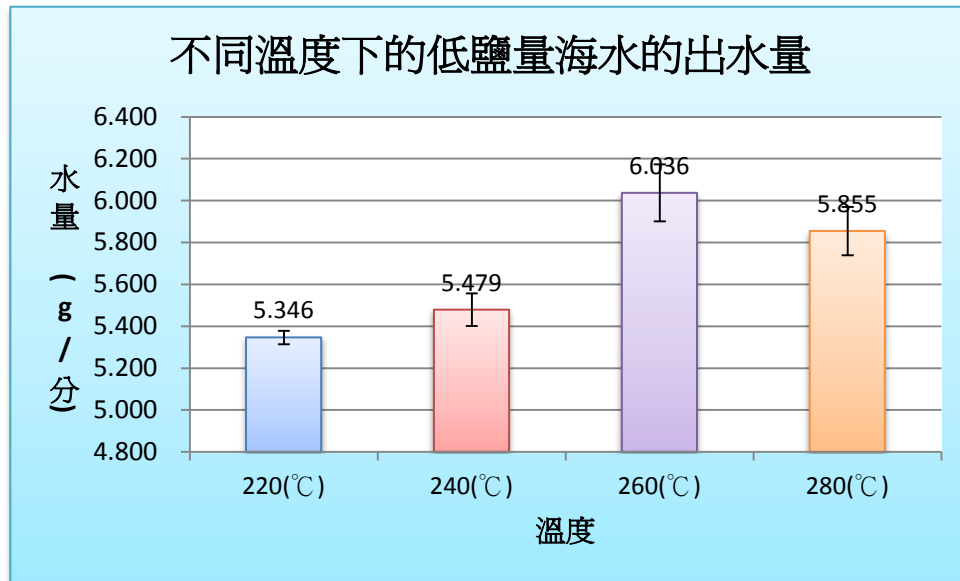


結果：隨太陽溫度上升，出水量增加，在 280°C 減少。

## (二)低鹽量海水的製造：

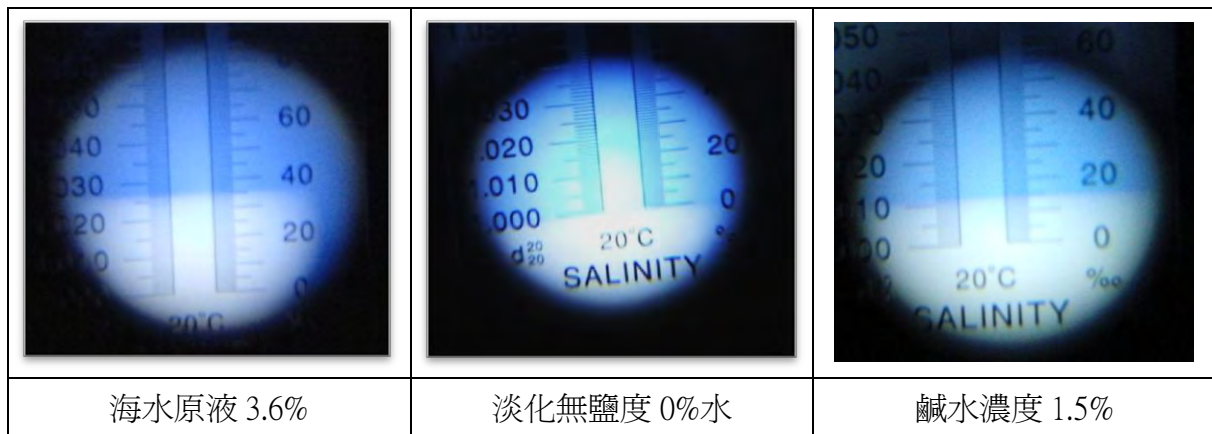
1. 毛細棉線由海水端引至加熱機構再貫穿至鋁管出水口，同時蒸發純水與毛細海水混合，為鹽水，測量濃度分布在 1.2%~2.1%，(三管進出水量平均)。

溫度 $^{\circ}\text{C}$	220 $^{\circ}\text{C}$	240 $^{\circ}\text{C}$	260 $^{\circ}\text{C}$	280 $^{\circ}\text{C}$
水量(g/10 分)	5.250	5.502	6.030	5.870
標準差	0.032	0.078	0.136	0.115



結果：1. 鹽水出水量隨溫度上而增加，但過高溫度，水量會減少。

2. 淡水確認



結果：1. 滴下無鹽分水或是濃度 1.5% 鹽水，均是以鹽度折射儀分析，確認鹽分。



## 陸、討論

### 一、實驗一：探討菲涅耳透鏡不同焦距，對加熱效果之影響。

(一) 熱傳遞的方式有傳導、對流、輻射三種。傳導熱發生於固體，液體主要是熱對流形式，本實驗菲涅耳透鏡裝置以輻射熱為其主要熱傳遞方式，其後在加熱機構以傳導方式傳熱，再於水中則是以對流方式傳熱。

(二) 在同為太陽熱源下我們測

試使用  $30 \times 30 \text{cm}^2$  / 焦距 21cm

與  $26 \times 26 \text{cm}^2$  / 焦距 8cm 的菲涅耳透鏡的加熱速度；因凸透鏡

可將大範圍的光線聚集至小範圍或點上聚集的面積與其焦

距有關，若使用焦距 21 公分之透

鏡，放置於加熱機構上方 21 公分處其聚集為一個點，

若置於上方 18 公分處，

則會是一個面，仍有聚光效果，但入射光

強度一致，因接收面積變大，因此單位面

積接收光大小則會較放置 21 公分處低，

對一點而言，其因照度較低熱量亦會減少，

但對整個面而言，太陽給予的熱量是一致的。實驗過程若是以聚焦方式，集中某處

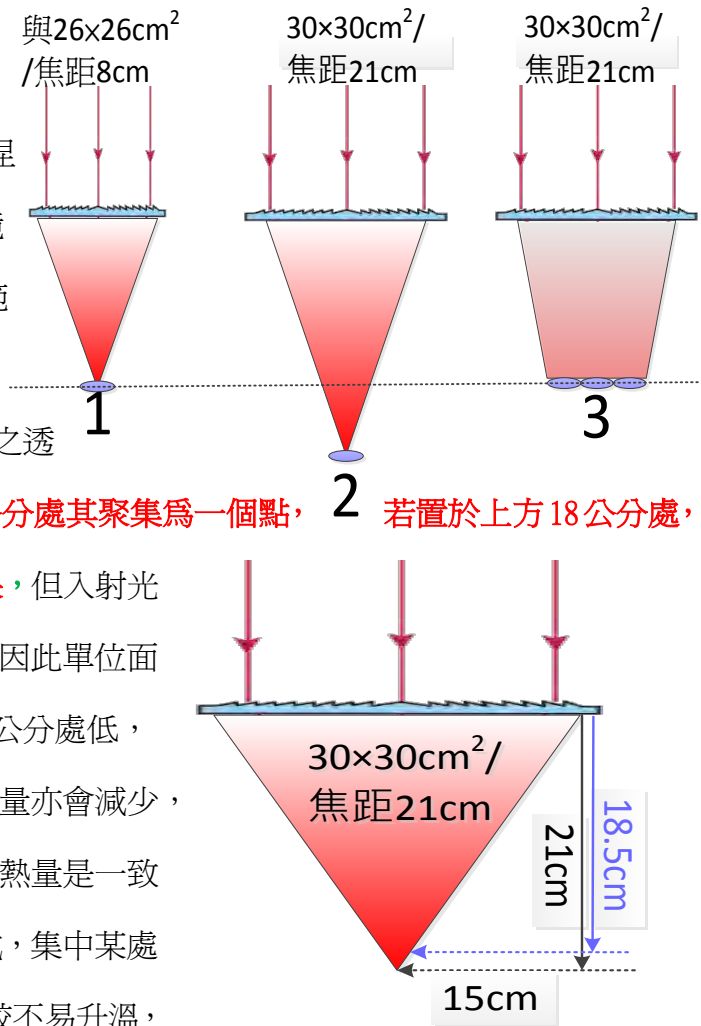
有高溫，以鋁製的加熱機構，較不易升溫，

P11 頁實驗相差 7 分鐘，由加熱機構的改良測試銅質與鋁質材料明顯可知。

(三) 透鏡可將更大範圍的光匯聚於原先受熱面，由熱傳性質我們可得知，熱源大小與溫度差成正比，當熱源進入越多，上升溫度也會有所提升，由此實驗也可

應證：影響溫度上升為透鏡面積，本組實驗使用  $30 \times 30 \text{cm}^2$  與  $26 \times 26 \text{cm}^2$ ，其面積

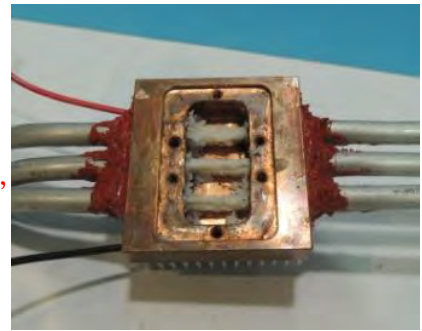
以前者較大，實驗亦證明溫度上升較快。



## 二、實驗二：探討鋁管的毛細管作用。

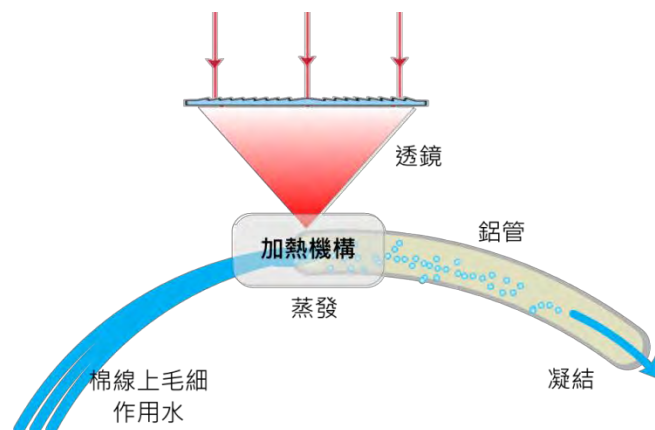
(一) 本組以毛細作用將海水上引後經透鏡加熱後蒸發製成淡水，首先以不同粗細透明塑膠管測試，結果毛細作用並不明顯，無法使用，最後再以冷凍用各式鋁管測試，效果亦不彰，想到課本裡說到毛細作用是因為水的縫隙的引導，於是想到使用電線裡的細銅絲放到鋁管裡測試，可見有微量毛細作用的水流出，於是再改善以包粽子的棉線穿入鋁管裡，達最佳效果。

(二) 加熱機構的動機由來：實驗若將棉線整條穿過鋁管的頭尾，在測試時尾端出水仍為鹹水，於是多方思考，將棉線末端僅延長至鋁管被陽光聚焦照射的焦點處，或是減少棉線的條數，以減少海水的毛細作用；另外實驗中發現不出水發現管被鹽份堵塞，於是想到將鹽份收集，就有了加熱機構的構想：將海水引導至槽區裡，因為熱能將水蒸發，而會留下鹽份。



右上圖為加熱機構裡的鹽份。

(三) 因為海水被毛細作用引導至高溫處而蒸發，加熱機構的鋁管無棉線的一端為排水端，空管無阻礙，原構想蒸發的水蒸氣會由此行進，若讓鋁管通入乾淨水裡冷卻即可獲得淡水，但因鋁管較短，若要通入水中，必要將鋁管折更大的折彎角度，若不折彎，唯有將鋁管延長，使鋁管裡的蒸氣能自然冷凝。本組將原鋁管長度由 10 公分延長 15 公分後，稍微彎曲即可使冷凝之水滴能因重力作用自然滴出，測試成功。另在加熱機構出口端鋁管裡若有裝置棉線，則會有引導海水，使出水生成低鹽度海水，此亦可用於在天氣不佳狀況下，生成低鹽度海水，可多再次蒸發。



### 三、實驗三：探討不同溫度下發電片的發電電壓。

溫差發電片原理與致冷晶片相同，兩者作用相反，溫差發電片因為在晶片的兩端溫度差而產生電流，廠商認為 20°C 即有發電能力，但其效果不佳，若以網路資料溫差以 60°C 以上有最好效果。實驗初期升溫與發電較為一致，但一旦無陽光照射時，仍有發電的能力，研判發電熱源來自散熱鰭片與加熱機構。因為菲涅耳透鏡聚焦使加熱機構的溫度上升非常快，在達 270°C 後溫度上升即不明顯，研判此時經過一段時間已將熱能散於塑膠盒裡的水中，當陽光不足時，熱能供應會不足，上方的加熱機構仍有高達 270°C 的溫度足以提供發電片作用溫度，待溫差降至廠商規格之 20°C 左右，才會停止發電。

### 四、實驗四：探討在太陽光照下菲涅耳透鏡對水的製水能力與發電效果

透鏡上 T1	加熱機構 T2	海水塑膠盒底 T3	鋁管出口 T4
48.2°C	245~263°C	38.2°C	37.2°C

- (一) 加熱機構 T2 初溫立刻反應溫度環境，T3、T4 因在水中初溫反應為接近水溫。由實驗圖表處可觀察到最頂層加熱機構熱源接收面 T2 的溫度呈現不規則幅度波動，T3、T4 溫度則成穩定線性成長。當實驗在室外時受天氣陰晴，以致溫度改變，而太陽直射與否將劇烈影響接收面的升溫，反之，在水中溫度則因流動，部分熱量轉移至周圍，被水吸收因此反應較慢，而水溫則是穩定線性上升。
- (二) 評估應用裝設海水淡化與發電之可行性進行科展實驗時，本組除了基礎的熱傳導實驗，更不斷的改良裝置並模擬應用於海水淡化時所會出現的現象，目的將此裝置確實可應用。價格與效益分析：此分析基於忽略水過程中能量轉換消耗，菲涅耳透鏡加熱全年皆可使用。
- (三) 此實驗中，儘管太陽能並非全年恆定且裝設位置需日照，但在加熱的過程並非能量完全轉換，其中有許多的能量損失，若進一步效率更加提升，降低溫差發電片溫度差，以不同放置雙透鏡角度來增加熱能，可獲大家廣泛使用。

## 五、本實驗過程改善項目：

項次	發生現象	改善內容	結果
1	陰天無法製造淡水	生成低鹽度海水	可再次蒸發
2.	鋁管管壁鹽分累積	增設加熱機構槽區	鹽分儲於槽區
3.	毛細管長度不足以降溫冷凝蒸氣	10cm 改成 15cm	末端溫度最高 37.2°C
4.	鋁管出水量小	鋁管加粗，管裡裝入棉線	毛細作用明顯
5.	熱能易流失	研製加熱機構	使熱集中
6	海水在主槽裡因為流通與外交換海水升溫慢	增加止水閥	升溫速度快
7	發電片輸出電壓不到 1V	增加升壓模組	提升到 5V 可用

## 柒、結論

本實驗將菲涅耳透鏡和溫差發電組結合做了測試與應用，並不斷改良設備將海水淡化付諸實現，**最後得出溫差發電組加上菲涅耳透鏡所組合之裝置，確實可以將海水淡化並能發電**，此有相當前景的未來發展，本研究也整理出以下重要結果，如下說明：

- 一、**菲涅耳透鏡的面積越大，其集熱效果越好**，但加熱效率仍會隨天氣變化有變動。
- 二、毛細作用：**當海水濃度、溫度越高越有利於毛細作用**。
- 三、**加熱機構以銅製作，可將升溫時間縮短，效率提高，且可將鹽分儲存於機構內槽裡**。
- 四、延長的鋁管有自然散熱冷凝的效果，在冷凝出水端的鋁管不必插入水中。
- 五、裝置中的溫差發電組，**隨溫度升高溫差加大生成電壓明顯**，因為金屬鱗片可使熱能快速交換達到散熱效果，避免溫差發電組因高溫被燒毀。此裝置經增壓片可在 585mv 讓 led 燈亮起，在暫無陽光時因為上方加熱機構的餘溫效果，仍能繼續發電。

在環保聲浪中，年年電費高漲，先進國家如德國電費甚至每度 12 元為台灣三倍之多，使用太陽能發電與海水淡化，不僅友善環境節能減碳，且有相當商業利益。

## 未來展望

本裝置確實可以將海水淡化且經升壓模組後可供 5V 充電器充電，5V 的電壓用途已相當廣泛，舉凡：手機充電、照明、風扇、裝上 UV 燈可滅菌、或是求救信號……，可將海水淡化，亦可將汗水經蒸發成純水，而**目前當務之急是要將本實驗模組縮小，例如菲涅耳透鏡縮小直徑以雙透鏡方式或組合 6 片以提高熱能，做成可裝入盒中的裝置，方便於攜帶**。

目前追日系統雖可提高效能，但需用電力，未來研究：**期待能以重力方式做出高效率的追日機構，使本設備電力能達到太陽能的最大效率**。

**本設備已申請專利號：108200945**



## 捌、參考資料

李學暉(2015)。溫差發電成因之探討。台北市市立陽明高級中學全國小論文作品。

鍾牧辰、黃炳曄、吳昇鴻、賴軒汝(2009)。毛細現象的另一章。全國中小學第49屆科展說明書。

李建翔、游承濤、翁慶明(2010)。以菲涅耳透鏡改善太陽能板發電功率探討。全國中小學第50屆科展說明書。

陳源滄、劉育、張柔嫻、葉小語(2005)。留住你有何用-----DIY 太陽能熱水器 全國中小學第45屆科展說明書。

林秀靜、邱泓佐(2008) 臺灣藍金、行船人的救星---太陽能「海水淡化槽」。全國中小學第 48 屆科展說明書。

簡單蒸餾 - 台大化學系 查詢日期 20180712 取自：

[https://www.ch.ntu.edu.tw/~genchem99/doc/tech-organic/simple\\_distillation.pdf](https://www.ch.ntu.edu.tw/~genchem99/doc/tech-organic/simple_distillation.pdf)

交通部中央氣象局(無日期)。台灣四季仰角與方位角 20181012 取自：

<https://www.cwb.gov.tw/V7/knowledge/astronomy/cdata/season.htm>

張淵斯、曹知行(2009年6月)。海水淡化的發展。科學發展438，20180812 取自：

[http://ejournal.stpi.narl.org.tw/NSC\\_INDEX/Journal/EJ0001/9806/9806-05.pdf](http://ejournal.stpi.narl.org.tw/NSC_INDEX/Journal/EJ0001/9806/9806-05.pdf)

## 【評語】 082914

該作品有效以毛細現象設計結合菲涅耳透鏡聚焦吸收太陽熱能達到將海水經過蒸發冷凝後得到純水的效果，除具備應用於海水淡化系統外，同時兼具溫差發電設計概念。設計概念中雖還有其他因素需要克服，但組員間努力了解並探究原理與克服困難，值得鼓勵。海水淡化系統的設計具有創新之處，並已申請專利，唯建議可說明若實際應用時，鹽析出是否會造成冷凝端速度漸慢的可能。



## 摘要

本組利用太陽能來淡化海水並以溫差來發電，實驗的創新項目：**首次利用棉線的毛細作用**將海水引至加熱機構裡，再以菲涅耳透鏡聚焦太陽熱能，蒸發加熱機構內的海水，蒸氣經鋁管自然冷卻，可析出鹽度降低的海水，並同時利用溫差來發電，所以本設備可作為海上之緊急狀況備援，以應製水與用電需求。本組實驗機構有以下功能：

1. 海水淡化：加熱機構在達到可蒸發海水的溫度下，**運用棉線的毛細作用與水的蒸發冷凝變化**，可產出淡化海水直接使用，或經過重複淡化，最終可以成為純水。
2. 加熱機構之保溫功能：當太陽光短暫不足時，仍可使溫差發電片持續發出電力供緊急使用。
3. 結晶鹽的利用：**加熱機構將鹽分結晶保存於槽區**，易於取出使用，並簡化保養維護工作。

## 壹、研究動機

在少年PI的奇幻漂流這部電影裡，PI在海上遇難後，當一場暴風雨來臨後，食物和水都沒有了，後來他漂到了無人島，島上的酸水會溶解動物，我心裡想，如果PI當時，有一個可將海水變成淡水的裝置有多好。

我們的實驗動機：受到植物維管束構造的啟發，**因毛細管作用和蒸騰作用將水從根部輸送到葉子**，我們的裝置是使用低成本的棉線以毛細作用輸送海水，避免使用複雜的裝置，然後**通過太陽能加熱同於樹葉的蒸騰作用，使鹽分因水蒸發而分離**。我們知道海水取之不盡，並且開發太陽能，既不會有污染，也不會影響生態平衡，所以利用太陽能將海水淡化是一項對環境友善的工程。

本組使用輕量的菲涅耳透鏡將太陽能集熱，來蒸發海水成為淡水，且將太陽熱能作為溫差發電熱源，達到太陽能的較佳利用。本組實驗參考相關單元：

- 翰林版—國小自然【三下 / 第二冊】2-2 水和水蒸氣
- 翰林版—國小自然【四上 / 第三冊】3-2 能源與生活
- 翰林版—國小自然【四下 / 第四冊】3-1 毛細現象、4 光的世界
- 翰林版—國小自然【五上 / 第五冊】1-3 太陽與生活  
3-2 熱的傳播
- 翰林版—國小自然【六上 / 第六冊】1-1 大氣中的水  
1-2 認識天氣圖

## 貳、研究目的

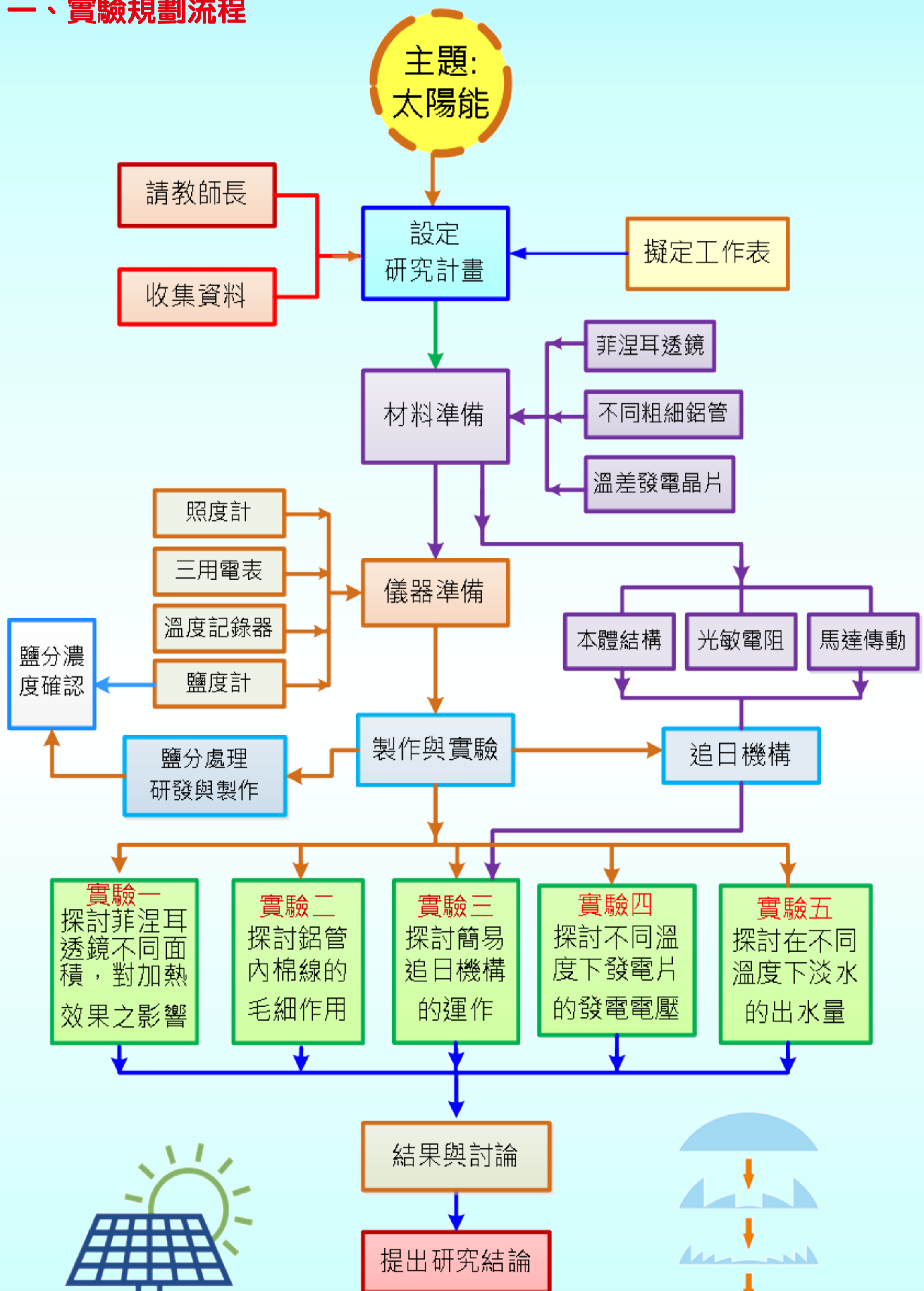
- 實驗一：探討菲涅耳透鏡不同面積，對加熱效果之影響。
- 實驗二：探討鋁管內棉線的毛細作用。
- 實驗三：探討簡易追日機構的運作。
- 實驗四：探討不同溫度下發電片的發電電壓。
- 實驗五：探討在不同溫度下淡水的出水量。

## 參、研究設備及器材(略)

(請參考科展說明書)

## 肆、研究過程及方法

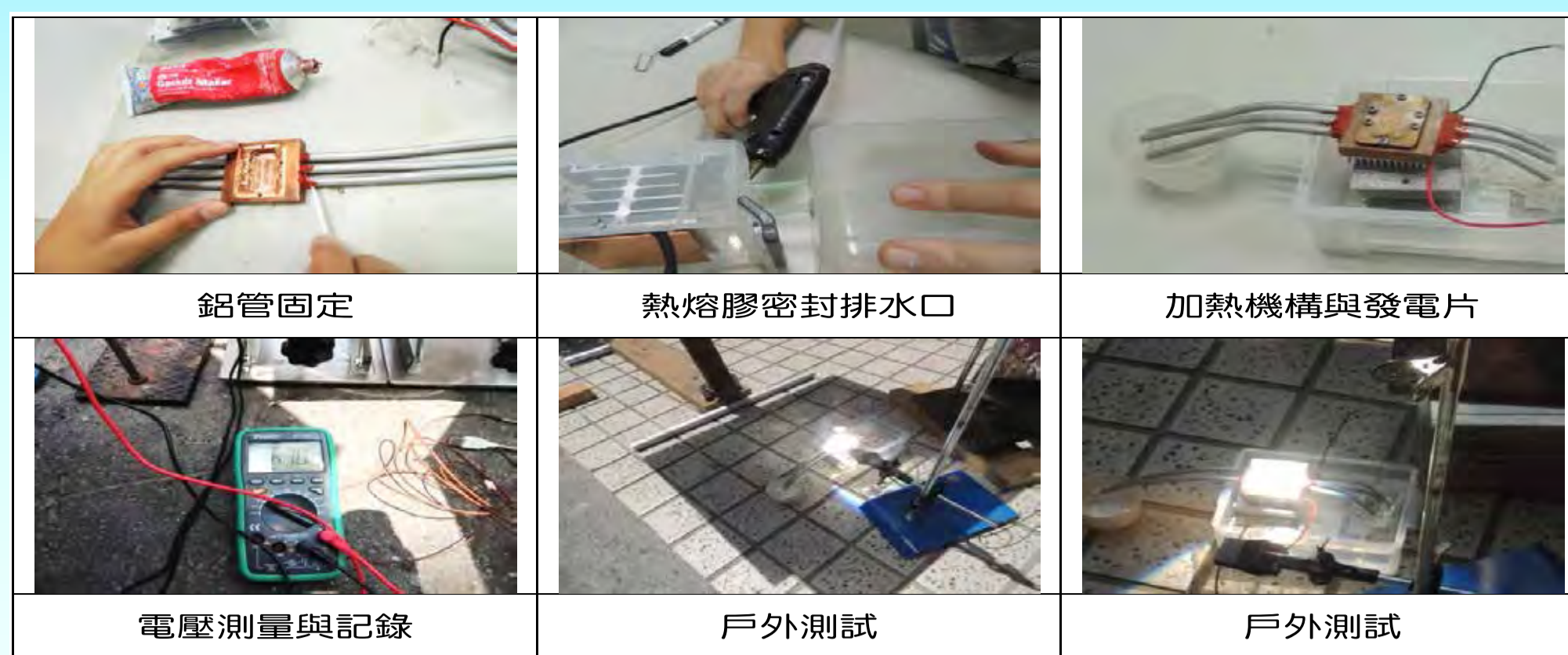
### 一、實驗規劃流程



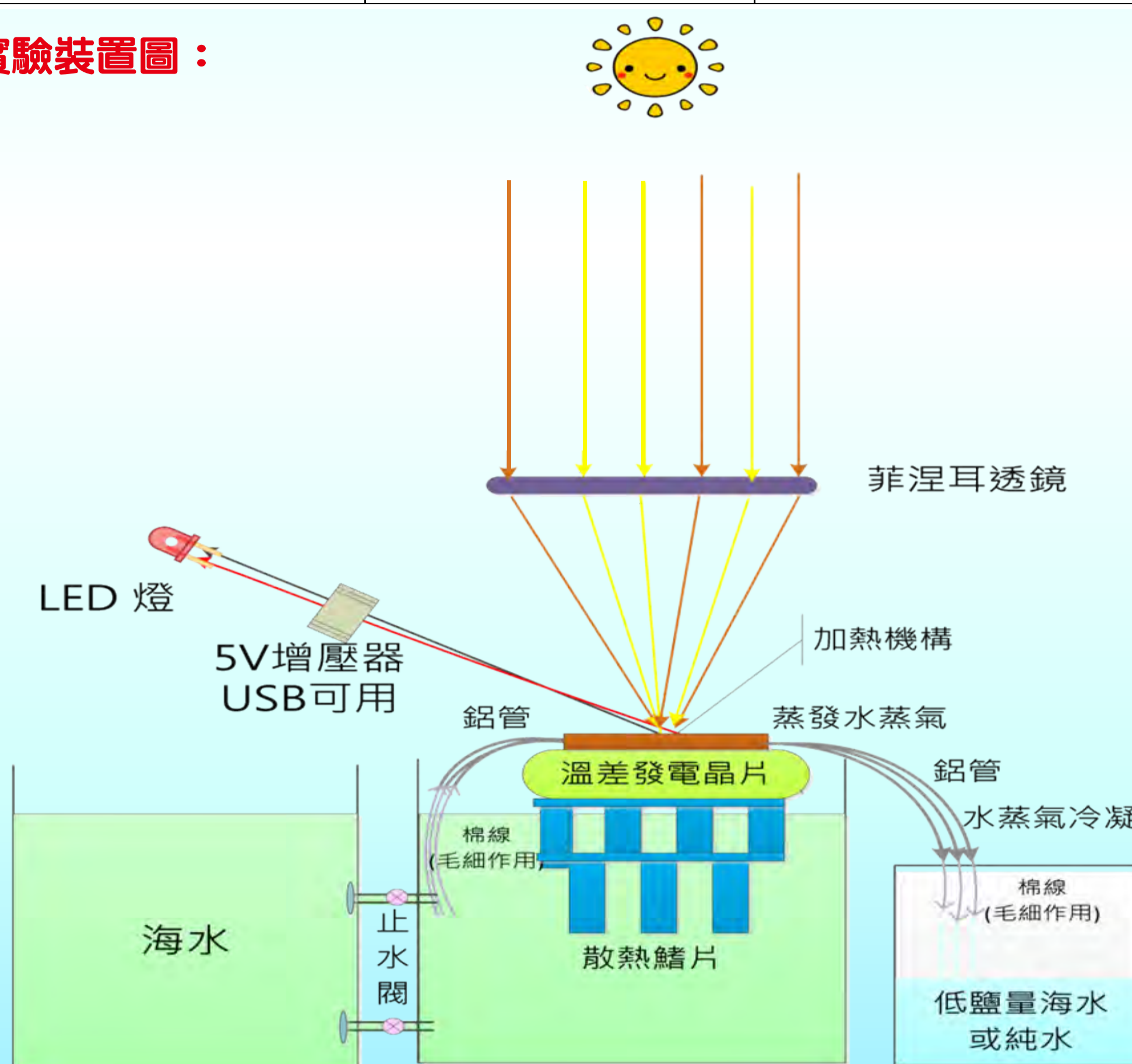
### 二、準備作業：

- (一) 加熱機構、發電晶片與升壓器組合。
1. 將加熱機構接觸面清潔好，抹上散熱膏。黏貼在溫差發電片。
  2. 散熱鱗片也抹上散熱膏，再貼上發電片。
  3. 將發電片兩條紅黑電線與USB增壓模組上紅黑線相接好。

### (二) 組裝與初步改良測試實驗

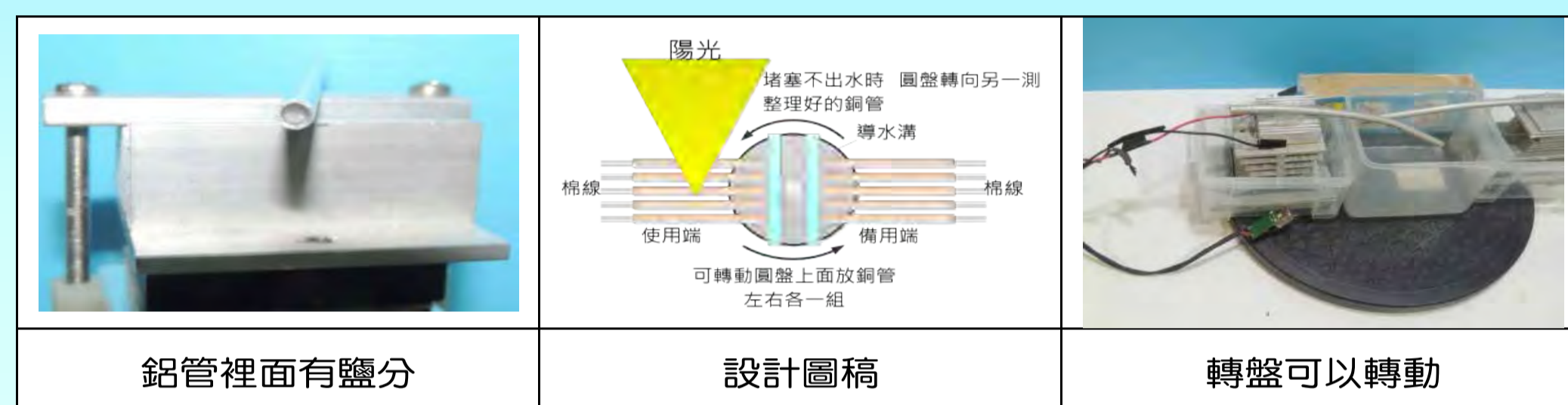


### 三、實驗裝置圖：



### 四、加熱機構的改良

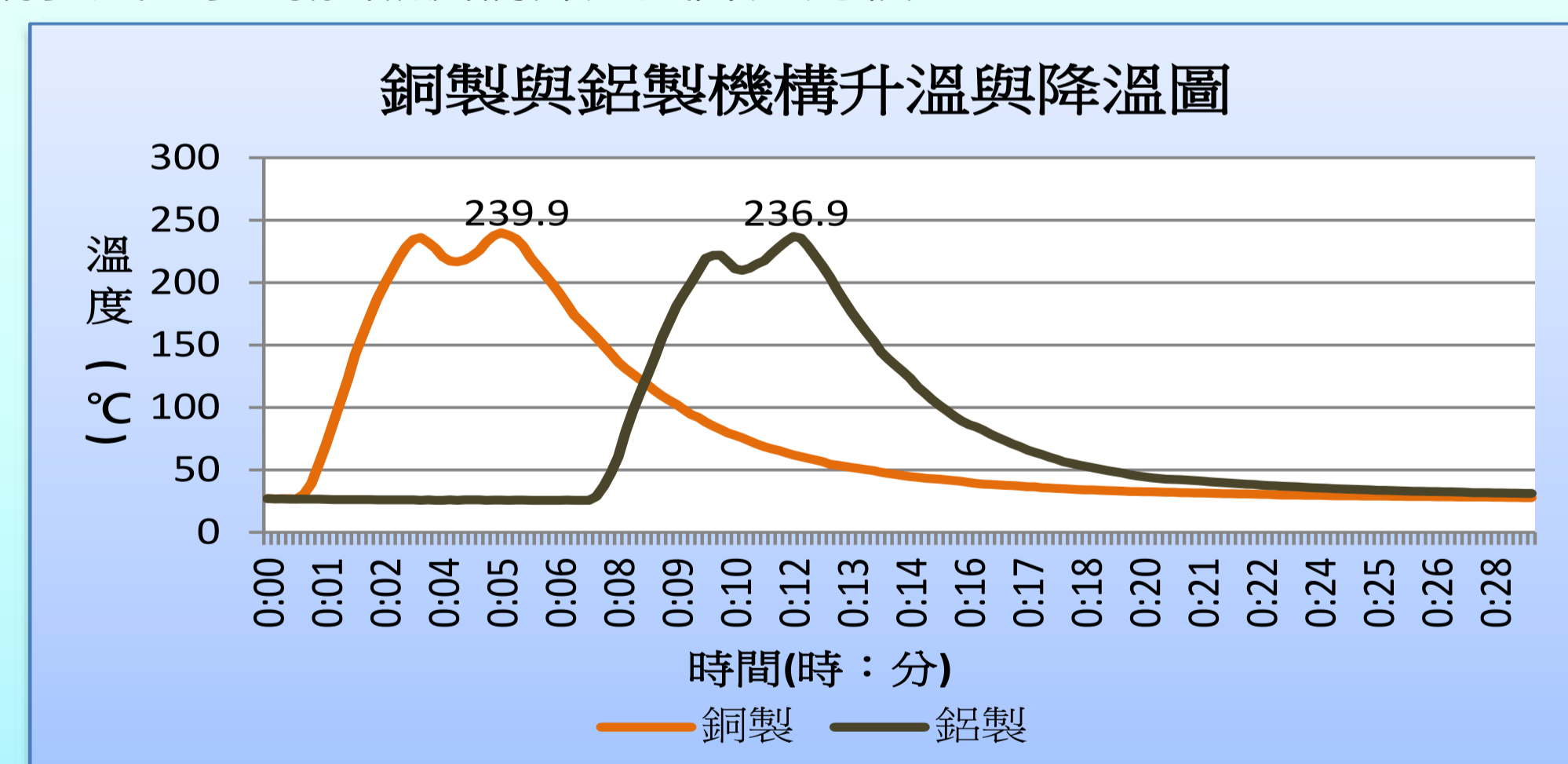
#### 1. 第一代的轉盤機構：



#### 2. 改良經過

改良次	圖片	改善項目
一		1. 設置儲鹽的機構。 2. 海水蒸發後鹽分會留在槽內。
二		1. 管徑提高為 6.0mm 改成 3 管進水，2 管出水，以增加出水量。
三		1. 加大儲存鹽份的空間。 2. 上蓋以矽膠墊片加強密封，避免蒸漏氣。 3. 改成 3 管進水，3 管出水，提高出水量。
四		1. 改紅銅材料增導熱效果。 2. 升溫快節省能源。

#### 3. 銅製與鋁製的加熱機構升溫與降溫比較：



結果：相同條件下比較吸熱機構，銅製升溫較鋁製快7分鐘，且略高3°C，降溫時間則較一致。

### 五、實驗一、探討菲涅耳透鏡不同面積，對加熱效果之影響。



### 六、實驗二、探討鋁管內棉線的毛細作用。

- (一) 找出最佳的鋁管：  
將鋁管以三角挫刀裁切成10.0公分長，兩端銳利處磨平。
- (二) 鋁管加入棉線的吸水量：(三次重複實驗)
1. 實驗二-1：不同濃度海水的毛細吸水重量。
  2. 實驗二-2：不同溫度水中，測量其毛細吸水重量。
  3. 實驗二-3：不同時間浸入水中，測量其毛細吸水重量。

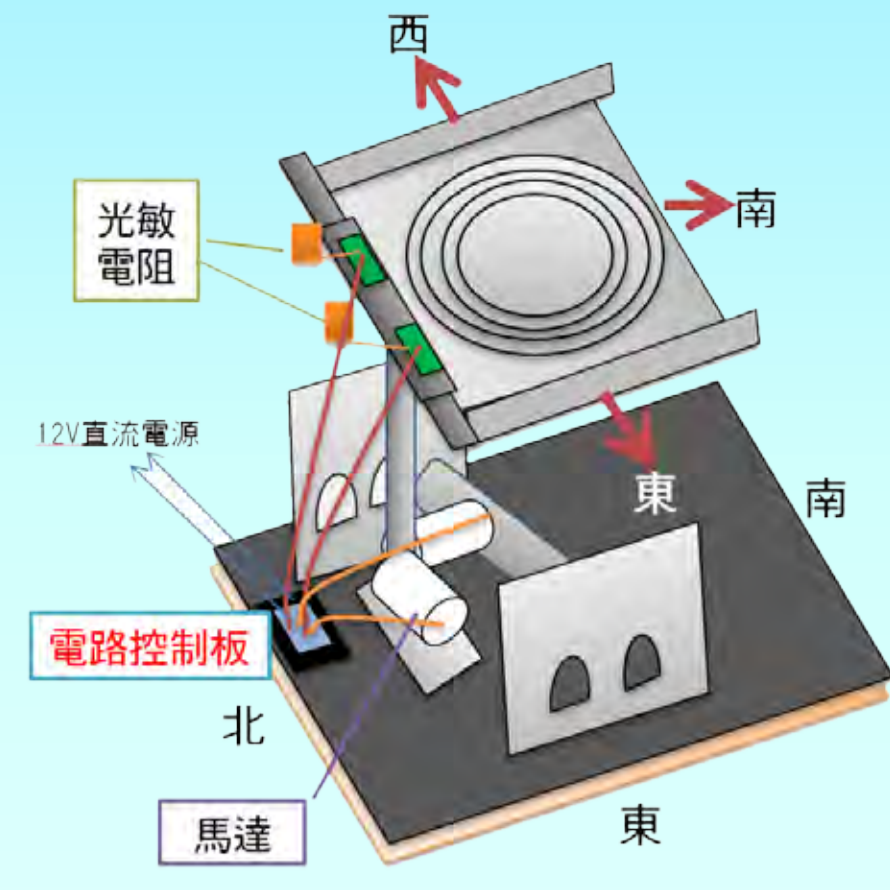




### 七、實驗三：簡易追日機構的運作

(一) 製作與組裝：材料取自倉庫廢料

1. 取兩條木心板做成底板。
2. 連接L型鐵板兩側以小的L型鐵板與長鐵板，中間固定馬達與減速機，減速機，上方框放入菲涅耳透鏡
3. 前後轉的馬達以鐵板固定在木板上，以雙活動桿控制。
4. 光敏電阻安裝：輸入的電力連接上簡易控制板。
5. 安裝上4.8V0.4A的AC110V電源變壓器，以提供馬達電力，並且增設並聯之USB輸入接頭，以備可用行動電源供電測試。



### 八、實驗四：探討不同溫度下發電片的發電電壓。

(一) 測量：

1. 將三用電表選擇鈕指針處旋轉至V項。
2. 將三用電表測量線上的夾頭，夾在升壓器上的電源輸入端處。

(二) 室內與室外實測



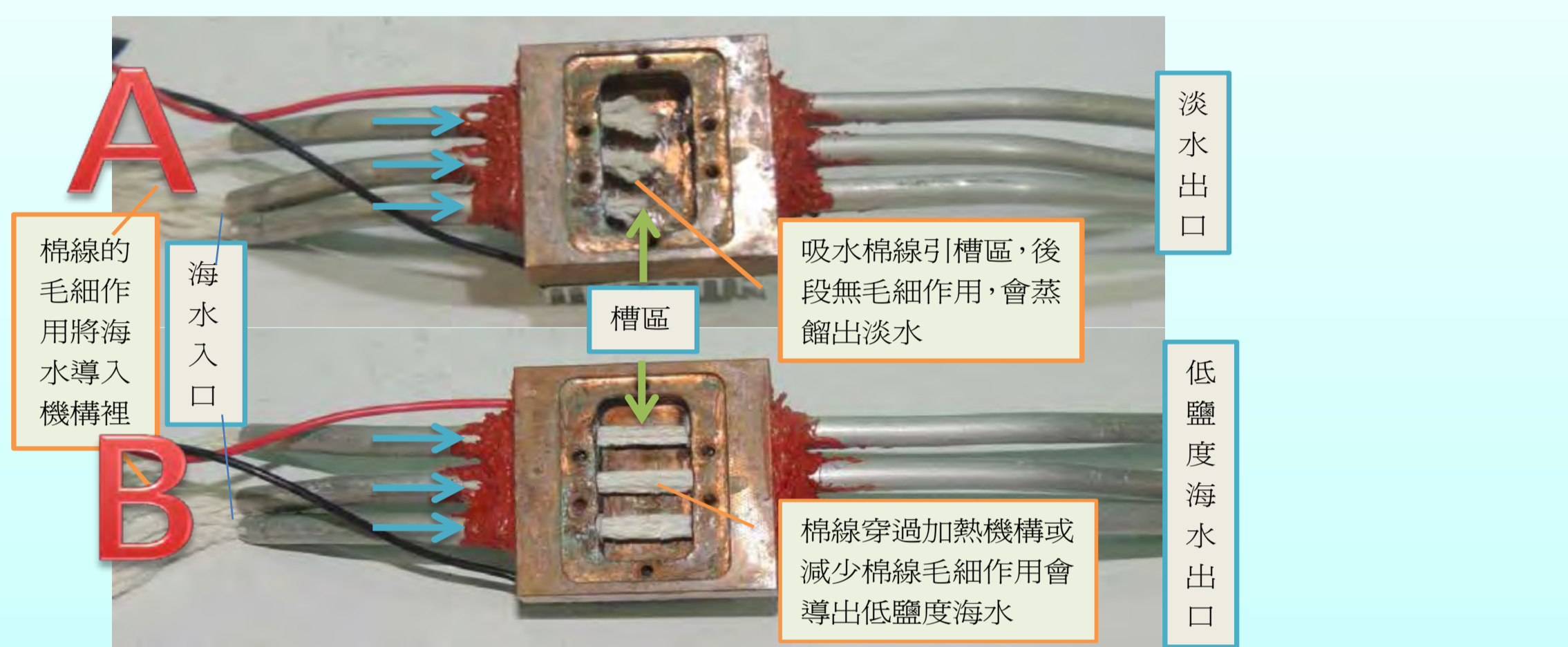
### 九、實驗五：探討在不同溫度下淡水的出水量

(一) 淡水的製造：

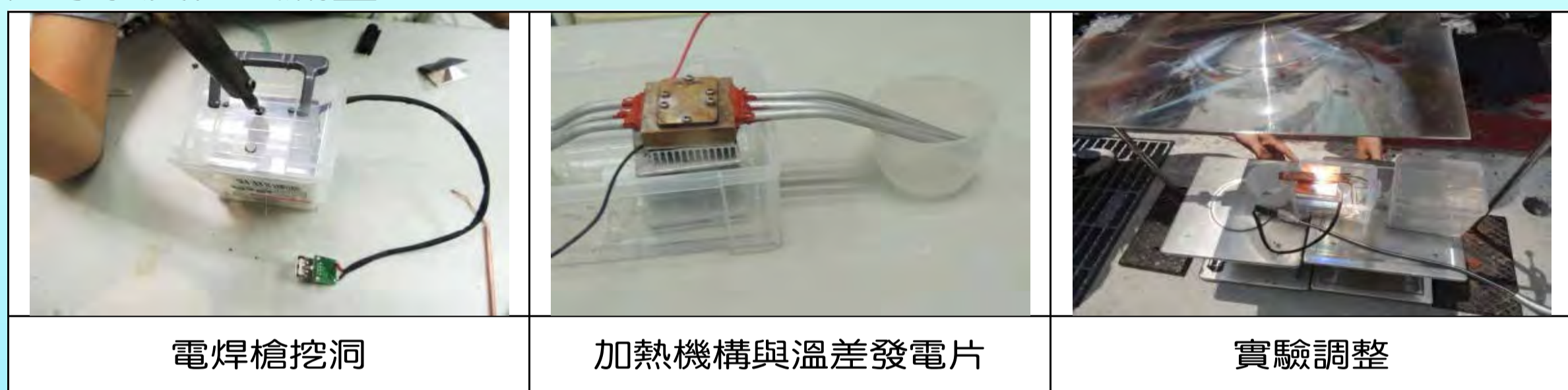
1. 方法：用6.0mm鋁管作為進水導管與出水冷卻管，使在入水口端的棉線毛細作用，將海水引至加熱機構槽區，當太陽熱能充足時，海水在加熱機構裡面被蒸發，經鋁管導出並冷卻成淡水。
2. 加熱機構：大小45×42mm，初期使用鋁製，三次改善後使用銅製。

(二) 低濃度鹽水的製造：

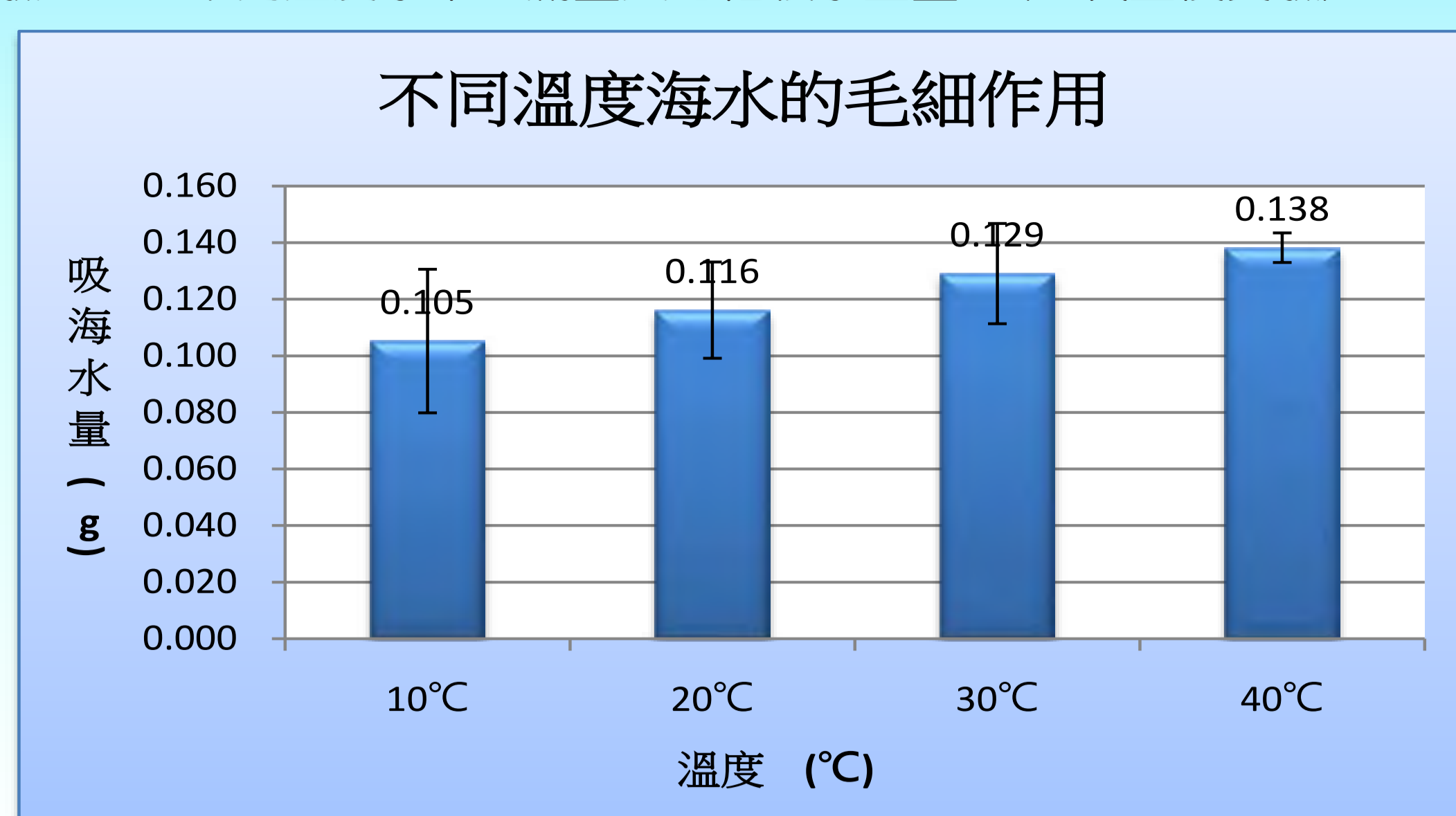
方法：海水被棉線的毛細作用引至加熱機構後，因為海水來不及被蒸發，就被排出，與淡水混合成為低濃度鹽水。當天氣不佳，以致溫度不足時，低濃度的鹽水可做第二次三次的蒸發，將太陽能源做最大利用。



(三) 海水淡化與測量：

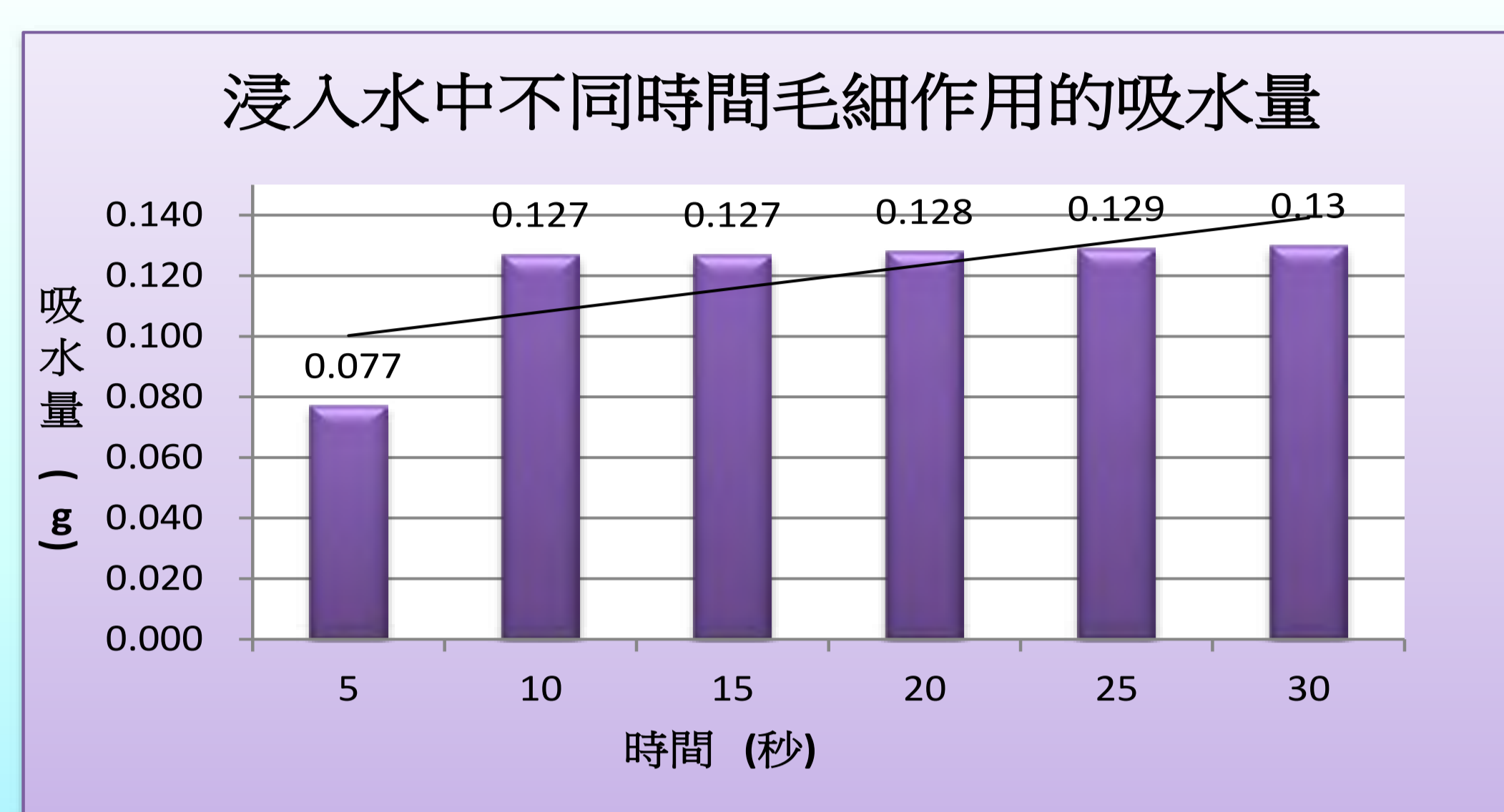


### 2. 實驗二-2：不同溫度水中，測量其毛細吸水重量。(三次重複實驗)



結果：溫度越高毛細現象越明顯，顯示高溫有利本組因受熱蒸發而淡化海水。

### 3. 實驗二-3：不同時間浸入水中，測量其毛細吸水重量。(三次重複實驗)



結果：在鋁管裡加入棉線後，毛細作用之吸水量僅第5秒較少。

### 三、實驗三：簡易追日機構的運作

(二) 室內測試：調整光敏電阻的位置，以使菲涅耳透鏡可以入射光線呈垂直的角度。

1. 在室內以500W鹵素燈測試，首先找出最高溫度的照射距離(測量三次平均值)。

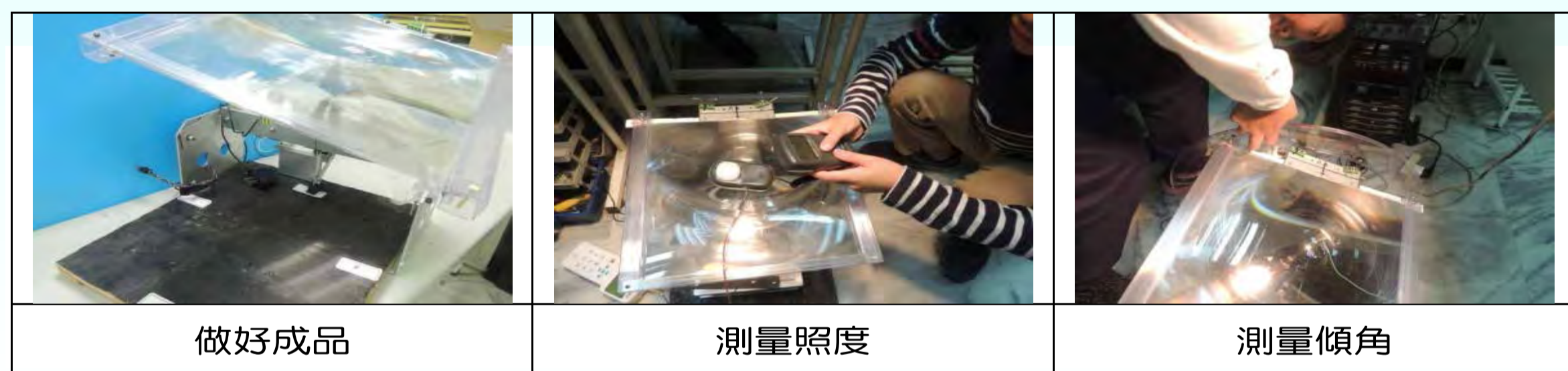
高度 (cm)	70	80	90	100	110	120
溫度 (°C)	51.9	59.0	56.5	53.3	47.4	48.0

2. 測試夏天的早晨約10:00，傾角是依據太陽位置而訂。

高度 (cm)	照度 (lux)	溫度 (°C)	傾角 (°)
80	568	54.5	67

3. 測試冬天的中午約12:00。

高度 (cm)	照度 (lux)	溫度 (°C)	傾角 (°)
80	487	55.8	39

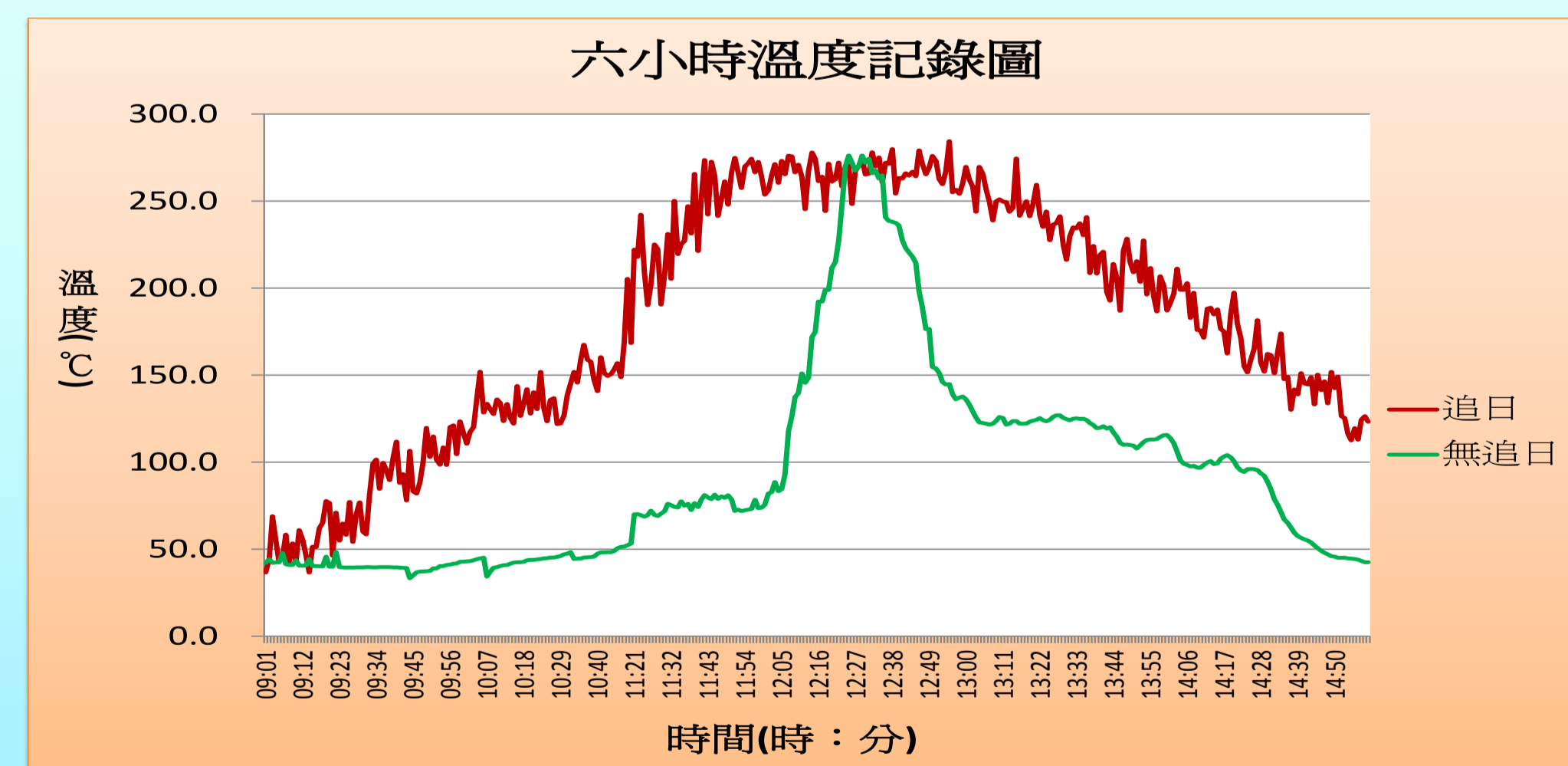


(三) 室外測試：記錄時間 0900-1500，每分鐘記錄一次。



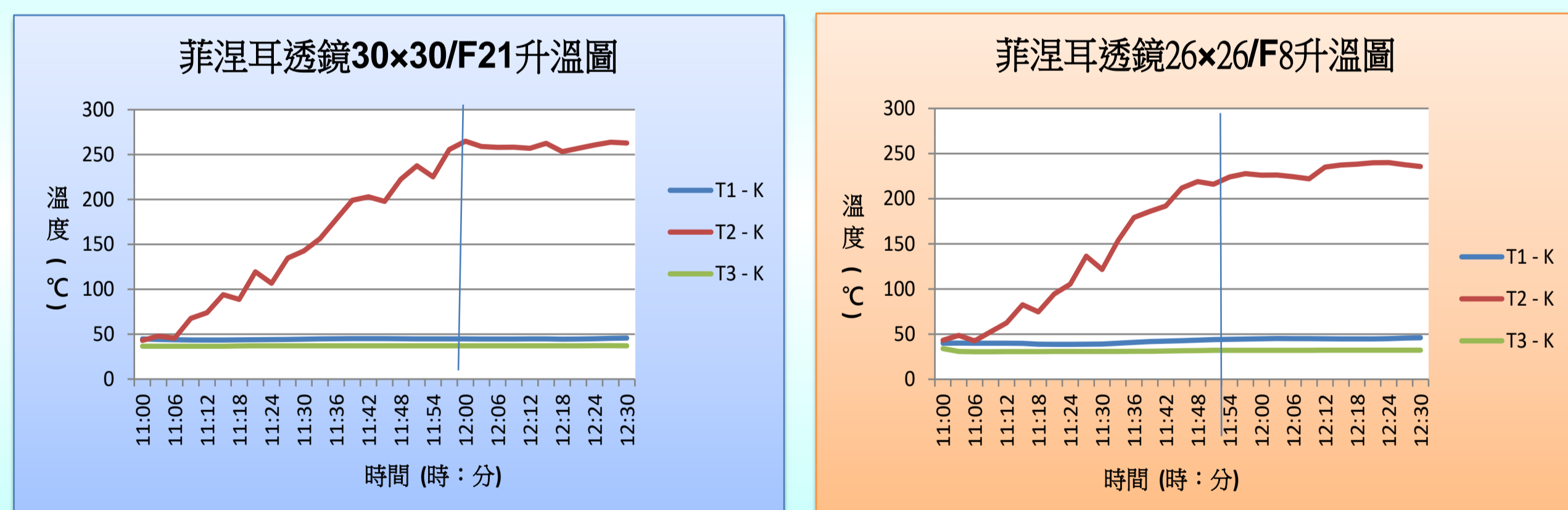
日期	日出	日落
月 日	時間 方位	時間 方位
4 30	05:20 73	18:23 287

資料來源：交通部中央氣象局網站



## 伍、研究結果

### 一、實驗一：探討菲涅耳透鏡不同面積，對加熱效果之影響。



1. 菲涅耳透鏡面積越大，上升溫度越高，降溫也較慢。
2. 溫度上升至一程度，即不再上升，溫度保持一範圍達平衡。

### 二、實驗二：探討鋁管內棉線的毛細作用。

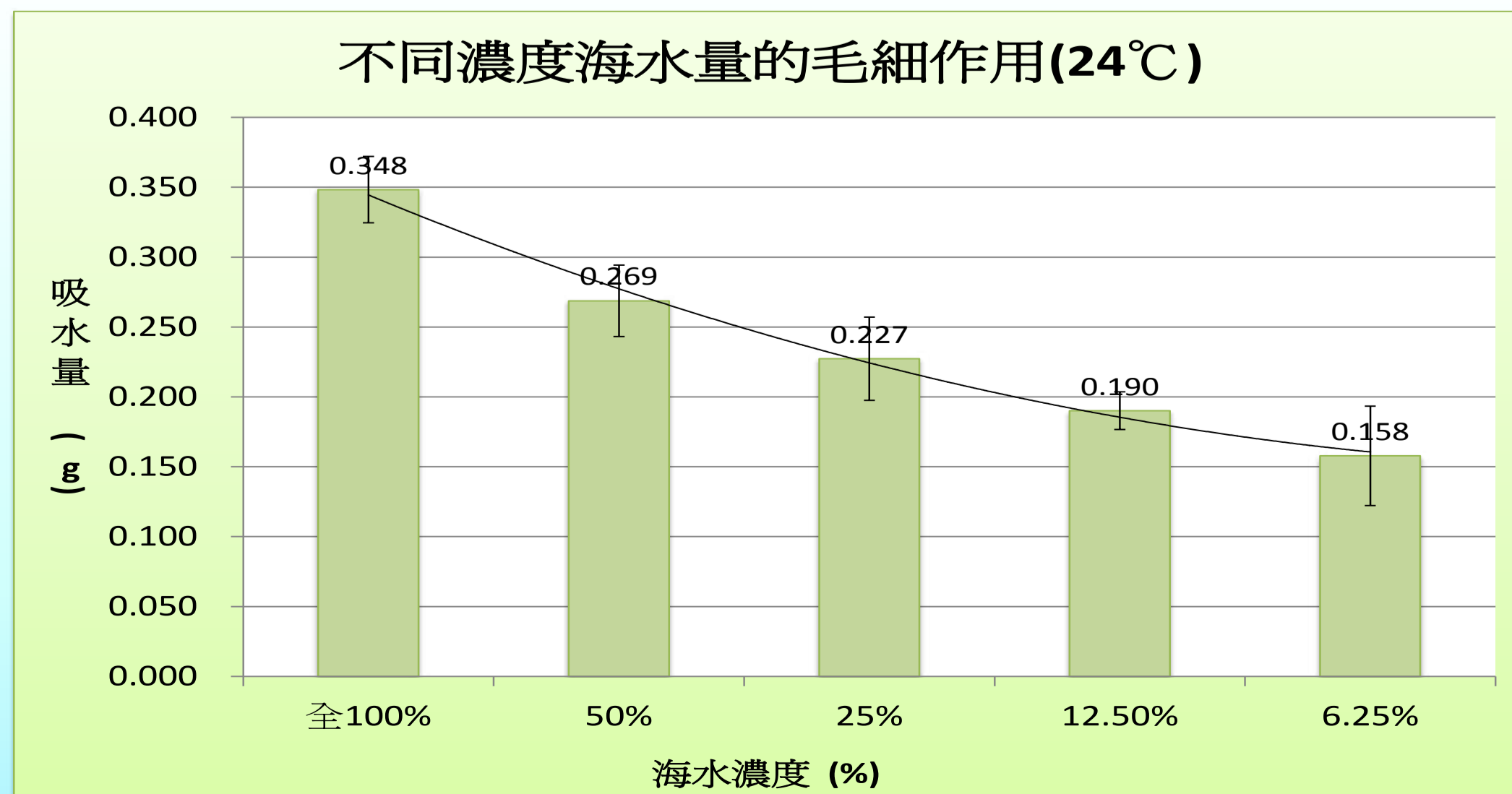
(一) 找出最佳的鋁管：

四種鋁管內外徑比較				
編號	外徑 (mm)	內徑 (mm)	外徑截面積	內徑截面積
1	4.0	3.4	12.57	9.08
2	5.0	4.2	19.63	13.85
3	6.0	5.0	28.27	19.63
4	7.0	5.0	38.48	19.63

結果：鋁管內徑截面積，編號3號=4號>2號>1號。以編號3外徑截面積較編號4小，可以減少吸取熱量，故選擇3號鋁管。

(二) 鋁管加入棉線的吸水量：

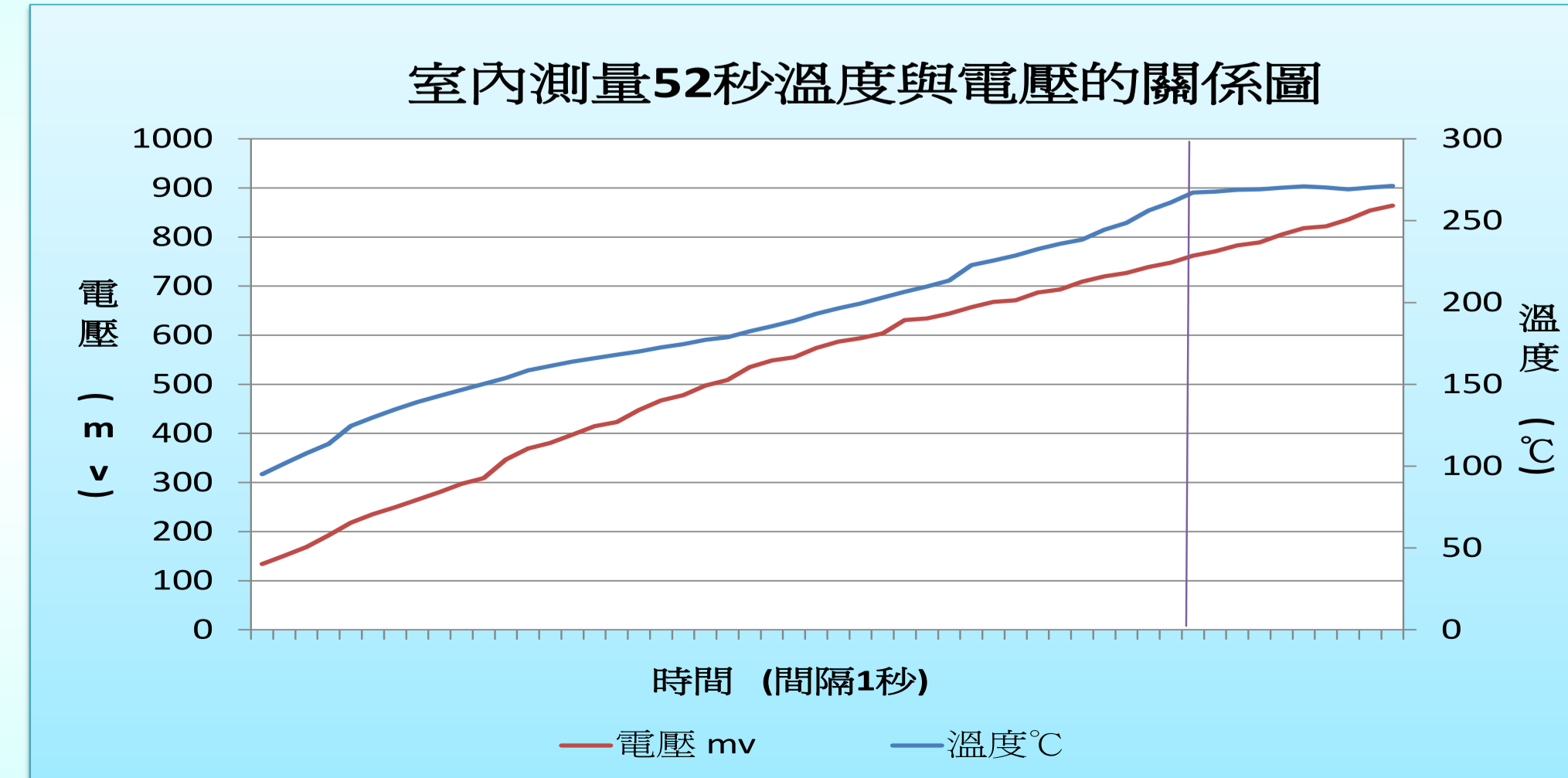
1. 實驗二-1：不同濃度海水的毛細吸水重量。(三次重複實驗)



結果：海水濃度降低，鋁管(含棉線)內的毛細作用減少。

### 四、實驗四：探討不同溫度下發電片的發電電壓。(實驗數據請參實驗日誌)

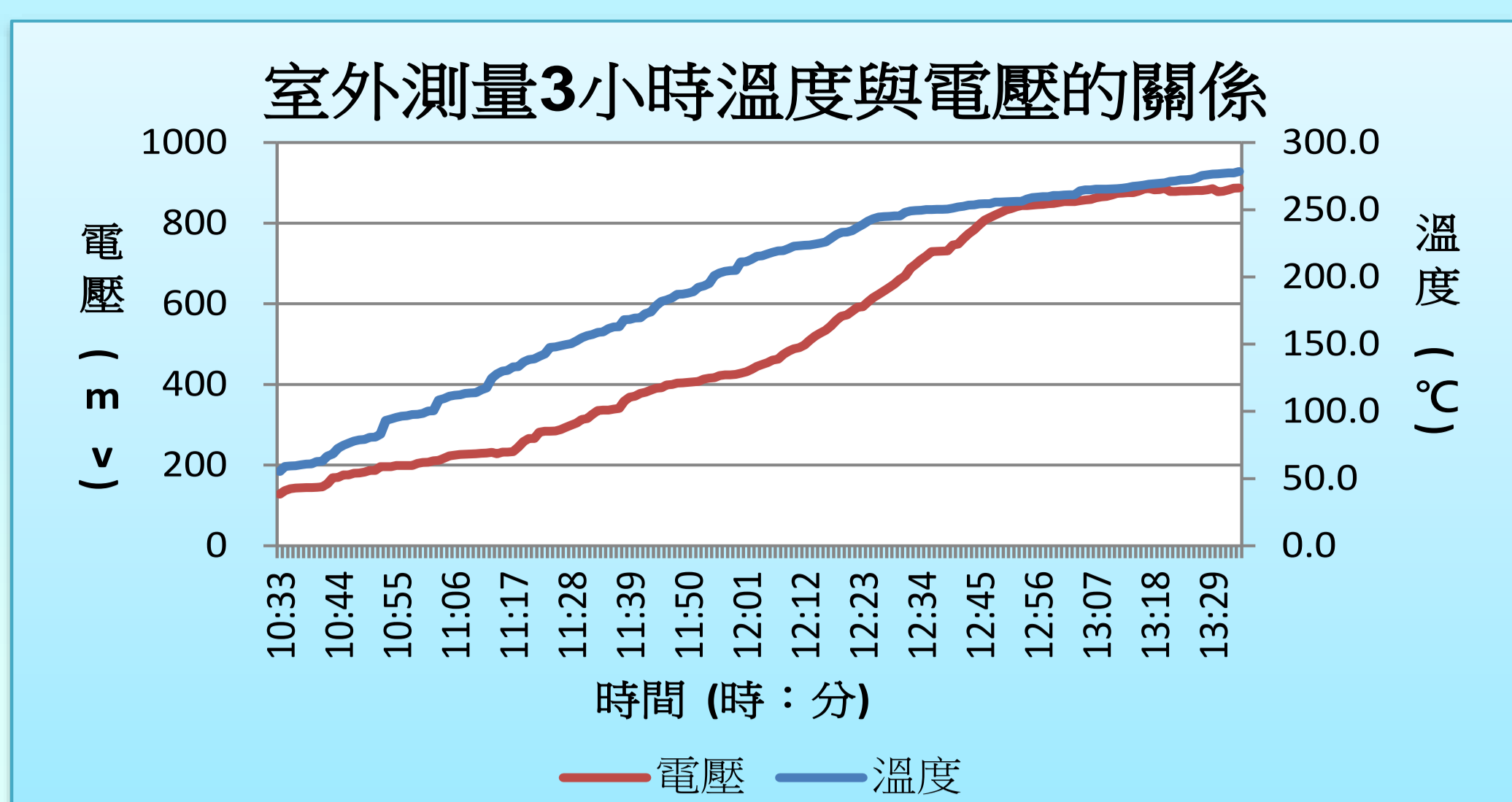
(一) 電壓與溫度室內測量結果(測量52秒)



1. 溫度上升電壓亦隨之上升，
2. 溫度達267°C以上時，溫度上升變慢，但電壓仍續上升，研判熱能保存在散熱片裡。



## (二) 戶外實測



- 結果：1. 電壓隨溫度上升而上升。  
2. 溫度在265°C上升慢，電壓在820mv以上上升緩慢。

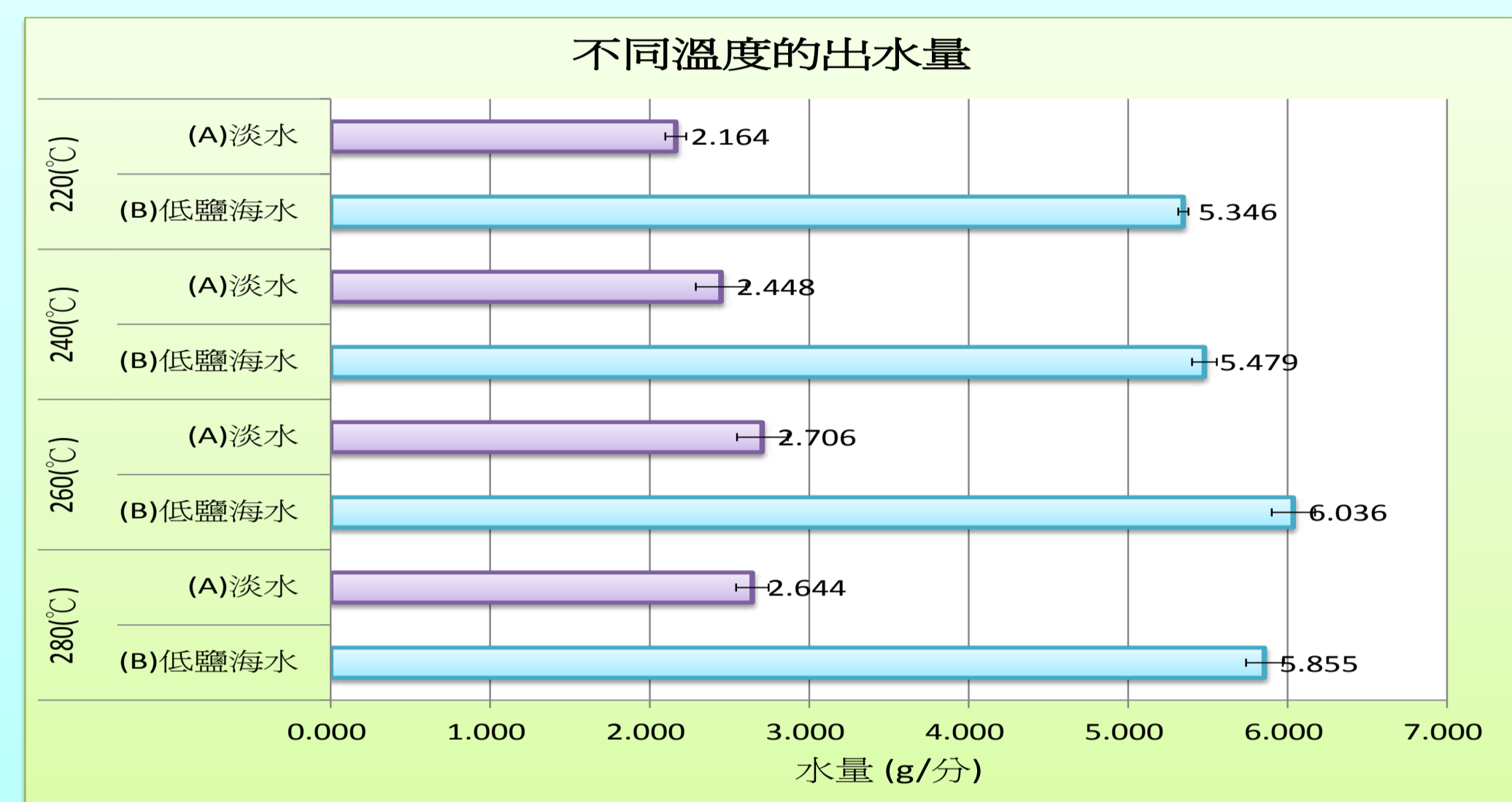
## 五、實驗五：探討在不同溫度下淡水的出水量

### (一) 純水的製造：

- 棉線由海水端引至加熱機構槽區裡，海水在此蒸發，鹽分結晶留在機構槽區裡。
- 海水蒸發後氣體進入另一端在管壁中凝結成純水，即可使用。

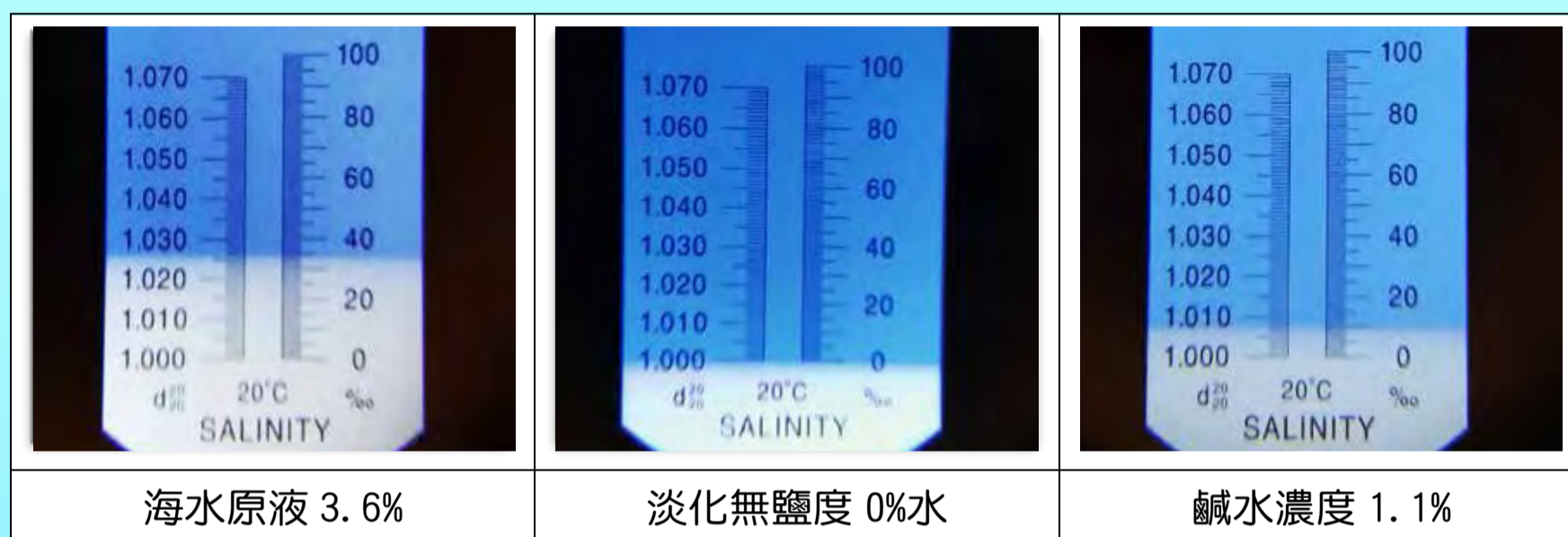
### (二) 低鹽量海水的製造：

- 毛細棉線由海水端引至加熱機構再貫穿至鋁管出水口，同時蒸發純水與毛細作用的海水混合，為低鹽量海水，測量濃度分布在1.0%~1.2%。
- 配合太陽溫度的變化實測加熱機構溫度與淡水製造量：(三管進出水量)



結果：出水量隨溫度上升而增加，但高溫280°C，水量會減少。

### 3. 淡水確認



結果：滴下無鹽分水或是濃度1.1%鹽水，均是以鹽度折光儀分析，確認鹽分。

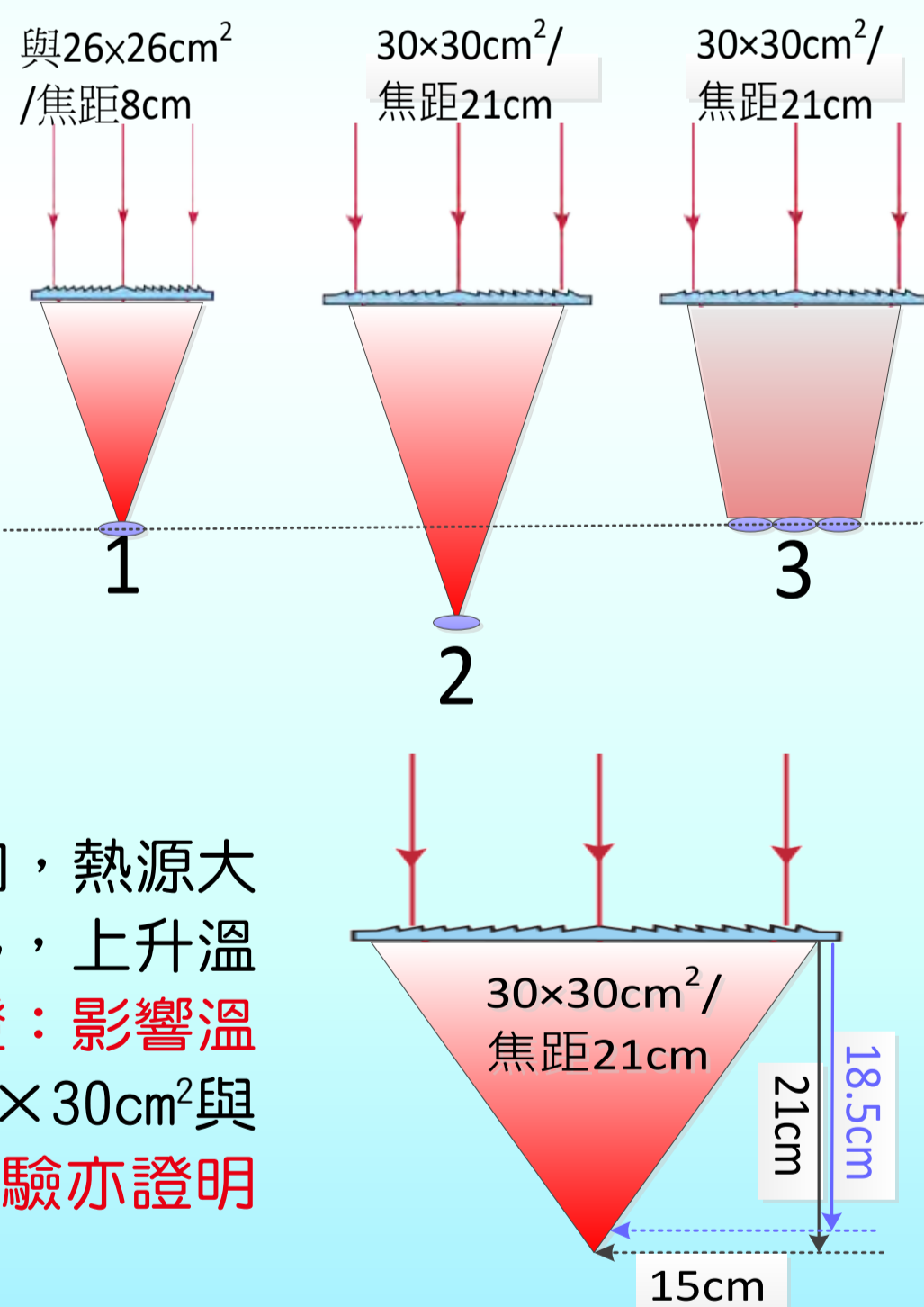
## 陸、討論

### 一、實驗一：探討菲涅耳透鏡不同面積，對加熱效果之影響。

(一) 本實驗菲涅耳透鏡裝置以輻射熱為其主要熱傳遞方式，其後在加熱機構以傳導方式傳熱，再於水中則是以對流方式傳熱。

(二) 在一樣的太陽熱源下我們測試使用 $30 \times 30 \text{cm}^2$ /焦距21cm與 $26 \times 26 \text{cm}^2$ /焦距8cm的菲涅耳透鏡的加熱速度；因凸透鏡可將大範圍的光線聚集至小範圍或點上聚集的面積與其焦距有關，若使用焦距21公分之透鏡，放置於加熱機構上方21公分處其聚集為一個點，若置於上方18公分處，則會是一個圓面，仍有聚光效果，但入射光強度一致，因接收面積變大，因此單位面積接收光大小則會較放置21公分處低，對一點而言，其因照度較低熱量亦會減少，但對整個面而言，太陽給予的熱量是一致的。若是以聚焦方式集中某處，則有高溫集中，因鋁製的加熱機構，升溫散熱稍慢，所以改善加熱機構材質，測試銅質與鋁質材料，銅質升溫時間較快7分鐘。

(三) 透鏡可將更大範圍的光匯聚於原先受熱面，由熱傳導性質我們可得知，熱源大小與溫度差成正比，當熱源進入越多，上升溫度也會有所提升，由此實驗也可驗證：影響溫度上升為透鏡面積，本組實驗使用 $30 \times 30 \text{cm}^2$ 與 $26 \times 26 \text{cm}^2$ ，其面積以前者較大，實驗亦證明溫度上升較快。

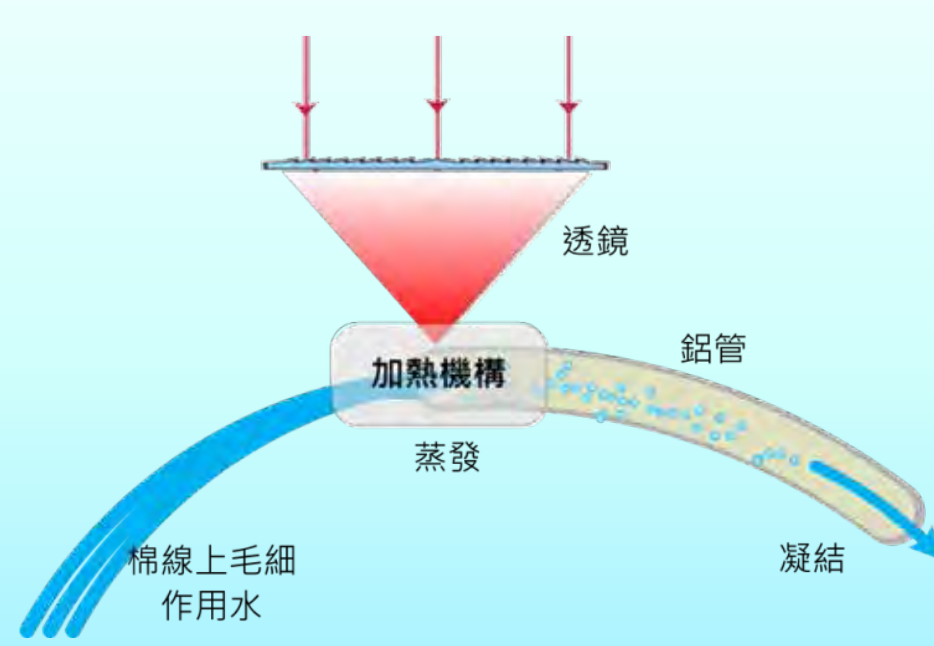


### 二、實驗二：探討鋁管內棉線的毛細作用。

(一) 本組以毛細作用將海水上引後經透鏡加熱後蒸發製成淡水，首先以不同粗細透明塑膠管測試，結果毛細作用並不明顯，無法使用，最後再以鋁管測試，效果亦不彰，想到課本裡說到毛細作用是因為水的縫隙的引導，想到使用棉線於是購入各種粗細棉線測試改善，效果以包粽子的棉線穿入鋁管裡，達最佳效果。

(二) 加熱機構的動機由來：實驗若將棉線整條穿過鋁管的頭尾，在測試時尾端出水仍為鹹水，改善方式思考：將棉線末端僅延長至鋁管被透鏡聚焦照射的處，或是減少棉線的條數，以減少海水的毛細作用；另外實驗中發現出水變少，經查明是管子被鹽份堵塞，於是想到將鹽份收集，就有了加熱機構的構想：將海水引導至槽區裡，因為熱能將水蒸發，而留下鹽分在槽裡。

(三) 因為海水被毛細作用引導至高溫處而蒸發，加熱機構的鋁管無棉線的一端為排水端，空管無阻礙，原構想蒸發的水蒸氣會由此行進，但因鋁管較短，必需將鋁管折更大的折彎角度，若不折彎，唯有將鋁管延長，使鋁管裡的蒸氣能自然冷凝。另在加熱機構出口端鋁管裡維持裝置棉線，則會引導海水，使出水生成低鹽度海水，可再次蒸發，將太陽能充分利用。也可在無陽光的晚上，將海水引入加熱機構裡，將結晶鹽溶解沖洗出。

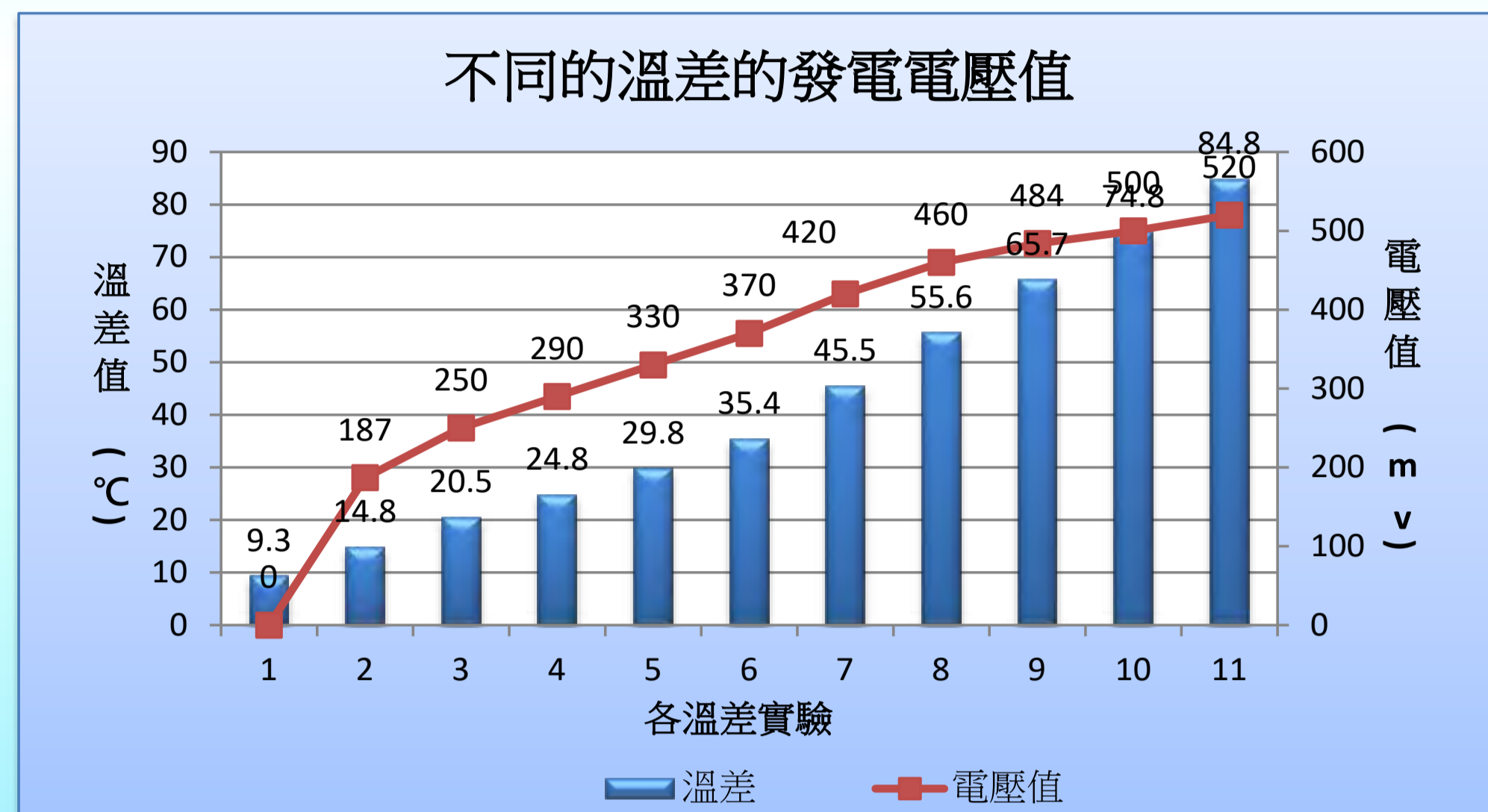


## 三、實驗三：探討簡易追日機構的運作

穩定追日裝置的機械結構的動作：一開始，我們每個軸是用兩個光敏電阻，但是因為光敏電阻測量的數據，因其他干擾，會呈現不穩定的抖動狀況，後來我們各增加了一個光敏電阻，共增加了四個，因為增加光敏電阻可以將兩個不同方向的電子數量平均，來減少電子數量的差異，例如：假設一邊的電子數量是10跟8，另一邊是10跟9， $10+8/2=9$ ， $10+9/2=9.5$ ，兩邊僅相差0.5而已，但如果只有兩個光敏電阻，假設一邊為10，一邊為9，10和9就相差1，證明用四個光敏電阻比用兩個差異還小。

## 四、實驗四：探討不同溫度下發電片的發電電壓

溫差發電片原理與致冷晶片相同，兩者作用相反，溫差發電片因為在晶片的兩端溫度差而產生電流，廠商認為20°C即有發電能力，但其效果不佳，若以網路資料溫差以60°C以上有最好效果。實驗初期升溫與發電較為一致，但一旦無陽光照射時，仍有發電的能力，研判發電熱源來自散熱鍍片與加熱機構。因為菲涅耳透鏡聚焦使加熱機構的溫度上升非常快，在達270°C後溫度上升即不明顯，研判此時經過一段時間已將熱能散於塑膠盒裡的水中，當陽光不足時，熱能供應會不足，上方的加熱機構仍有高達270°C的溫度足以提供發電片作用溫度，本組實測溫差與發電量如圖。



## 五、實驗五：探討不同溫度下淡水的出水量

(一) 評估應用裝設海水淡化與發電之可行性進行科展實驗時，本組除了基礎的熱傳導實驗，更不斷的改良裝置並模擬應用於海水淡化時所會出現的現象，目的將此裝置確實可應用。價格與效益分析：此分析基於忽略水過程中能量轉換消耗，菲涅耳透鏡加熱全年皆可使用。

(二) 此實驗中，儘管太陽能並非全年恆定且裝設位置需日照，但在加熱的過程並非能量完全轉換，其中有許多的能量損失，若進一步效率更加提升，降低溫差發電片溫度差，以不同放置雙透鏡角度來增加熱能，可獲大家廣泛使用。

## 六、本實驗過程改善項目：

項次	發生現象	改善內容	結果
1	聚焦點偏移	研製簡易追日機構	提高使用效能
2	鋁管管壁鹽分累積	增設加熱機構槽區	鹽分儲於槽區
3	毛細管長度不足以降溫凝結蒸氣	10cm改成15cm	末端溫度最高372°C
4	鋁管出水量小	鋁管加粗，管裡裝入棉線	毛細作用明顯
5	熱能易流失	研製加熱機構	使熱集中
6	海水在主槽裡因為流通與外交換海水升溫慢	增加止水閥	升溫速度快
7	發電片輸出電壓不到1V	增加升壓模組	提升到5V可用

## 柒、結論

本實驗將菲涅耳透鏡和溫差發電組結合做了測試與應用，並不斷改良設備將海水淡化付諸實現，最後得出溫差發電組加上菲涅耳透鏡所組合之裝置，確實可以將海水淡化並能發電，此有相當前景的未來發展，本研究也整理出以下重要結論，如下說明：

- 菲涅耳透鏡的面積越大，加熱效果越好。
- 海水濃度越濃、溫度越高，毛細作用越佳。
- 簡易型追日機構，能提高透鏡的使用效能。
- 以銅製作槽狀加熱機構不僅提高效率，且可將鹽分儲存於機構內槽裡。
- 利用延長的鋁管自然散熱冷凝。
- 裝置中的溫差發電組，隨溫度升高溫差加大生成電壓明顯。從台灣的水資源條件，以及全球環境變遷、極端氣候著眼，使用太陽能發電與海水淡化，不僅友善環境節能減碳，且使用操作簡便。在環保聲浪中，年年電費高漲，先進國家如德國電費甚至每度12元為台灣三倍之多，使用太陽能發電與海水淡化，不僅友善環境節能減碳，且有相當商業利益。

## 未來展望

本裝置確實可以將海水淡化且經升壓模組後可供5V充電器充電，目前當務之急是要將本實驗模組縮小，例如菲涅耳透鏡縮小直徑以雙透鏡方式或組合6片以提高熱能，做成可裝入盒中的裝置，方便於攜帶。

目前追日系統雖可提高效能，但需用電力，未來研究：期待能以重力方式做出高效率的追日機構，使本設備電力能達到太陽能的最大效率。

## 捌、參考資料

(請參考科展說明書)

- 李學暉(2015)。溫差發電成因之探討。台北市立陽明高級中學全國小論文作品。
- 簡單蒸餾 - 台大化學系 查詢日期 20180712 取自：[https://www.ch.ntu.edu.tw/~genchem99/doc/tech-organic/simple\\_distillation.pdf](https://www.ch.ntu.edu.tw/~genchem99/doc/tech-organic/simple_distillation.pdf)
- 交通部中央氣象局(無日期)。台灣四季仰角與方位角 20181012 取自：<https://www.cwb.gov.tw/V7/knowledge/astronomy/cdata/season.htm>
- 張淵斯、曹知行(2009年6月)。海水淡化的發展。科學發展438，20180812 取自：[http://ejournal.stpi.narl.org.tw/NSC\\_INDEX/Journal/EJ0001/9806/9806-05.pdf](http://ejournal.stpi.narl.org.tw/NSC_INDEX/Journal/EJ0001/9806/9806-05.pdf)