

# 太陽照過來—太陽能板的妙用

初小組應用科學科第三名

台南市立新興國民小學

作者：鄧允中

指導教師：鄧明聖、王春柳

## 一、研究動機

有一次看到太陽能電算機好神奇，照光就可運作，老師告訴我太陽能板照光可發電。拿出來把玩，發現它居然在太陽光改變角度下，其電流輸出有很大改變。一天當中太陽在天頂的位置都在改變，那是否可從中測出電流大小來知道太陽位置、時間及季節變化等？

當我著手去準備實驗時，發現太陽能板在室內黃色太陽燈管的反應，和室外太陽光不同，即太陽能板對高能輻射，能使光電流略增，且還把多餘能量轉變成爲熱能。那我是否可設計一個小實驗來證明上午10點到下午2點紫外線最強，及找出最危險的陽光入射角度呢？有一次在台北天文台拿到偏振光片，重疊時，角度的不同，可改變光的亮度，當角度成 $90^\circ$ 時太陽變藍紫色，可見偏振光片可擋住低能量的光，而用來應證紫外線等高能輻射的工具。

媽媽的防曬乳液號稱可擋住紫外線，那是否可用太陽能板來作為偵測分析防曬乳液效能的工具呢？越想越興奮趕緊動手作實驗吧！

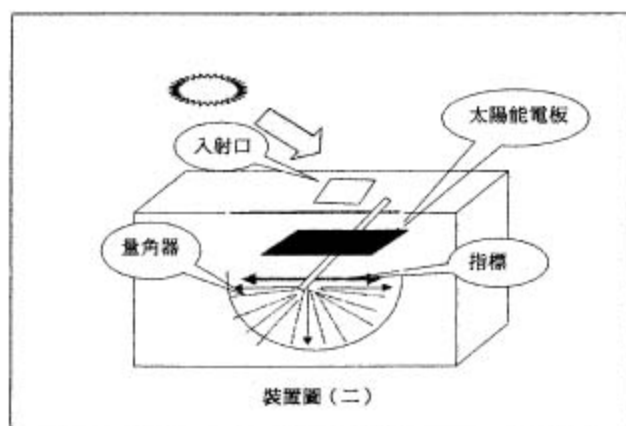
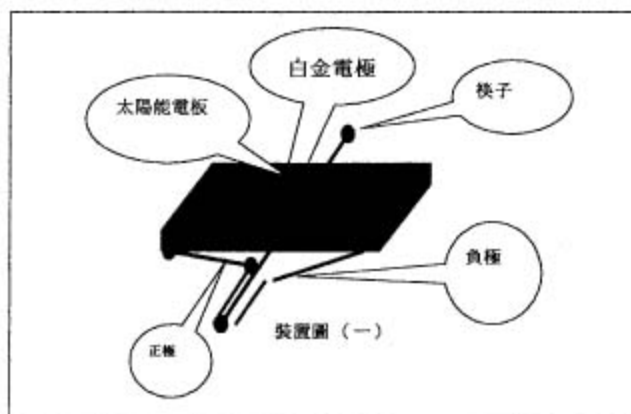
## 二、實驗目的

1. 以黃色太陽燈管照射太陽能板，改變太陽能板的角度的關係。
2. 測量太陽光在一天不同的時間及入射角，太陽能板的光電流及溫度。
3. 以偏振光片測量高能量輻射線時間及入射角和光電流的關係。
4. 不同係數的防曬乳液，對太陽能板光電流的影響。
5. 水楊酸丙酮溶液，對太陽能板光電流的影響。
6. 在各季節皆加以測量比較。

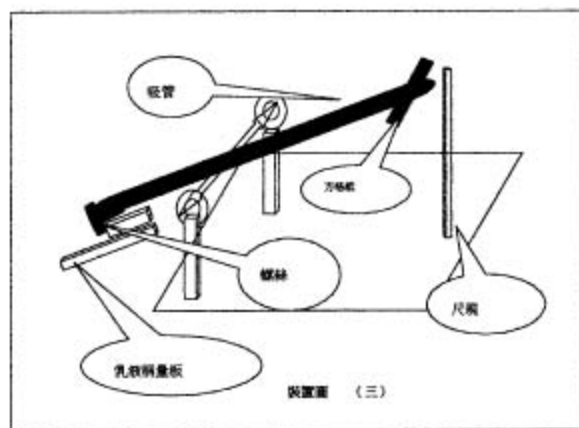
## 三、研究設備及器材

1.三用電表及熱電偶溫度計。

2.2.5V太陽能電板及自製可改變角度量測黑箱（見裝置圖一、二）。



3.自製微量天平（見裝置圖三）。



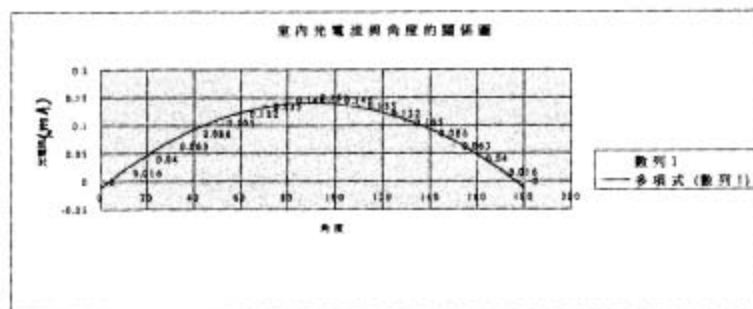
4. 偏振光片（高分子材質）。

#### 四、研究過程及結果

（一）以黃色太陽燈管照射在黑箱中的太陽能板，改變太陽能板的角度，測量輸出光電流和角度的關係。

1. 在室內用40燭光，距離3公尺的黃色太陽燈管，照射黑箱。【見裝置圖（三）】。
2. 改變太陽能電板的角度（可由量角器讀出角度 $0-180^{\circ}$ ）。
3. 記錄光電流（ $\mu A$ ）。
4. 結果：

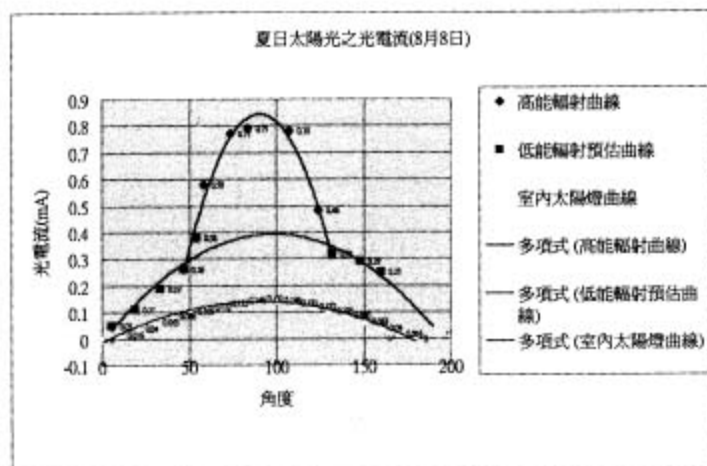
角度	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
光電流 (mA)	0	0.016	0.04	0.063	0.086	0.105	0.122	0.135	0.146	0.151	0.146	0.135	0.122	0.105	0.086	0.063	0.04	0.016	0



（二）測量太陽光在一天不同的時間入射角，測量輸出光電流和角度的關係。

1. 選擇無雲的日子，在頂樓陽台，用自製的日晷測量出陽光的入射角度。
2. 在早上六至八點及下午四到六點改變黑箱角度，傾斜 $20^{\circ}$ ，並調整太陽能電板，使保持水平（可由量角器指針看出）。測量太陽光所生光電流，及太陽能電板溫度。
3. 在早上九到下午三點黑箱及太陽能電板保持水平。測量太陽光使太陽能板產生光電流。
4. 結果：

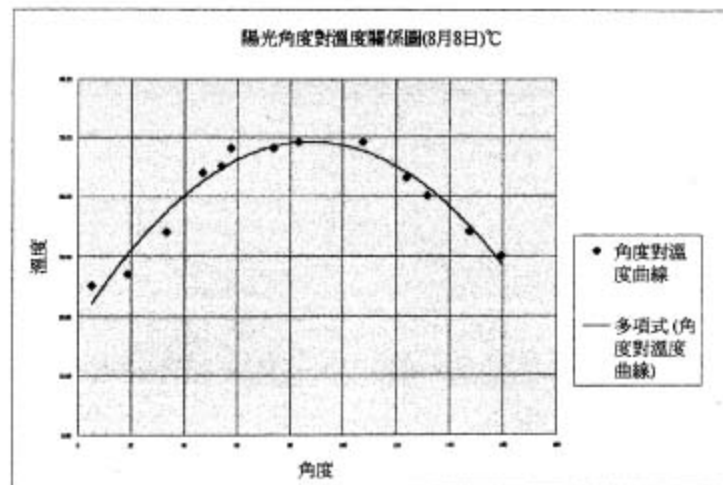
角度	5	18.6	33.2	46.7	54	57.9	73.6	83.3	107.4	123.7	131.4	147.5	159.4
光電流 (mA)	0.05	0.11	0.19	0.26	0.38	0.58	0.77	0.79	0.78	0.48	0.32	0.29	0.25



(三) 測量太陽光在一天不同的時間入射角，測量太陽能板溫度上升和角度的關係。

1. 在一天不同的時間，室外陰影處量測氣溫（熱電偶溫度計需等待2分鐘，再記錄溫度）。
2. 陽光下電表在測電流模式下，照陽光5分鐘，再記錄太陽能板溫度。
3. 比較氣溫和太陽能板溫度的差值和太陽光角度的關係。
4. 結果：

角度	5	18.6	33.2	46.7	54	57.9	73.6	83.3	107.4	123.7	131.4	147.5	159.4
溫度℃	25	27	34	44	45	48	48	49	49	43	40	34	30



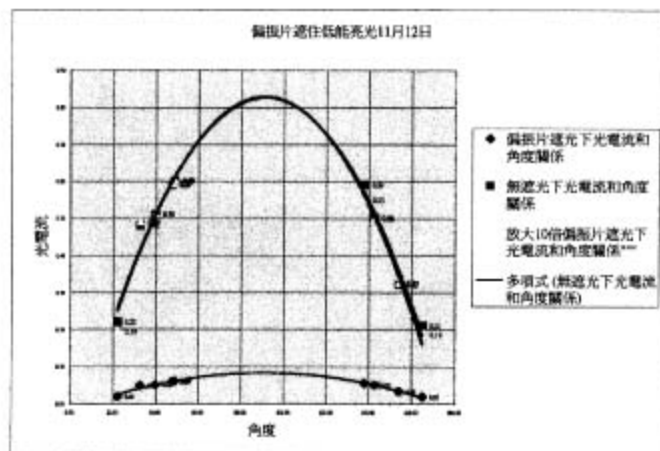
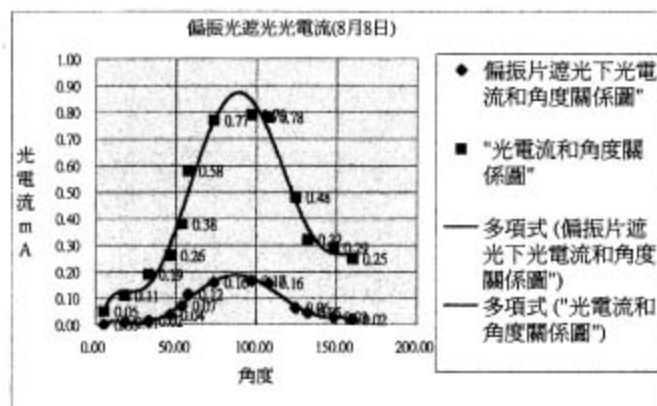
(四) 測量太陽光在兩互成90度的偏振光遮蔽下，一天不同的時間入射角，測量太陽板光電流和角度的關係。

1. 八月八日測量結果：

時間	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
角度	4.93	17.77	32.66	46.17	53.50	57.38	73.30	96.84	107.75	124.22	131.99	147.99	159.8
偏振片下光電流(mA)	0.002	0.01	0.015	0.036	0.07	0.116	0.16	0.165	0.156	0.064	0.045	0.029	0.02
光電流(mA)	0.05	0.11	0.19	0.26	0.38	0.58	0.77	0.79	0.78	0.48	0.32	0.29	0.25

2. 十一月十二日測量結果：

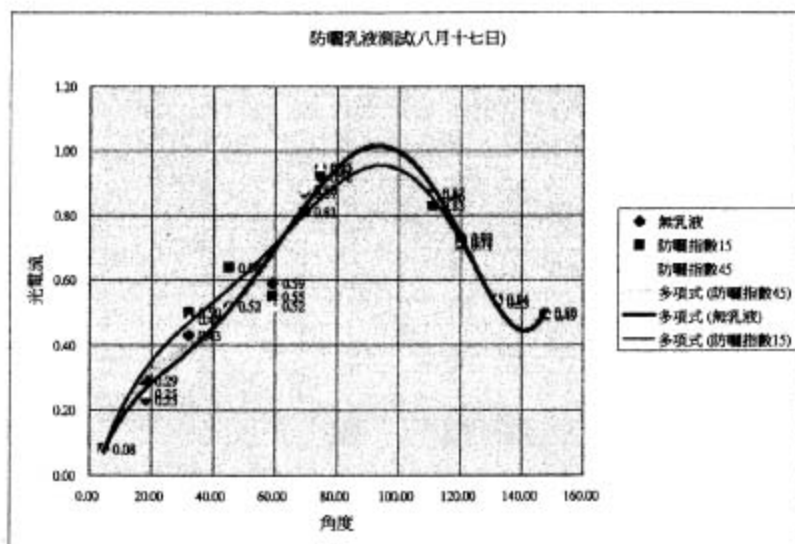
時間	8	9	10	11	12	13	14	15	16
角度	22.12	32.66	39.80	47.39	48.65	137.73	142.43	153.89	164.88
光電流(偏振)	0.0194	0.049	0.0511	0.0594	0.0602	0.055	0.0501	0.0326	0.0186
光電流(mA)	0.22	0.48	0.51	0.59	0.60	0.59	0.50	0.32	0.21



(五) 用不同係數防曬乳液，在一天不同的時間測量太陽能板的光電流及溫度。

1. 用雙層方框珍珠板拉緊保鮮膜，製成可塗抹乳液的透光罩。
2. 用自製微量天秤，稱取平衡100小格方格紙的防曬乳液重，均勻塗抹在保鮮膜上。
3. 測量太陽光透過保鮮膜使太陽能板產生光電流。
4. 結果：

時間	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
長度	65.3	15.4	8.0	5.0	3.0	1.9	1.4	1.9	2.9	4.5	7.8
角度	4.38	17.99	32.01	45.00	59.04	69.19	74.36	110.81	120.11	131.99	147.34
無乳液光電流(mA)	0.08	0.23	0.43	0.52	0.59	0.87	0.92	0.87	0.73	0.53	0.50
指數15光電流(mA)	0.08	0.29	0.50	0.64	0.55	0.81	0.94	0.83	0.71	0.54	0.49
指數45光電流(mA)	0.08	0.25	0.48	0.52	0.52	0.88	0.95	0.86	0.72	0.54	0.50

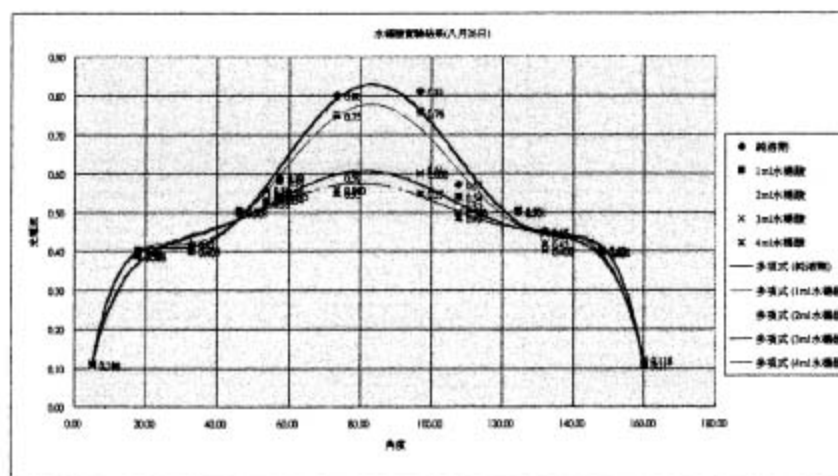


(六) 用不同濃度的水楊酸丙酮溶液，在一天不同的時間測量太陽能板的光電流

1. 在量瓶中配置飽和水楊酸丙酮溶液。
2. 在100ml小燒杯中裝5ml水楊酸丙酮溶液至於觀測窗口上。
3. 第一次用純丙酮溶劑；第二次用4ml丙酮溶劑加1ml飽和水楊酸丙酮溶液；第三次用3ml丙酮溶劑加2ml飽和水楊酸丙酮溶液；第四次用2ml丙酮溶劑加3ml飽和水楊酸丙酮溶液；第五次用1ml丙酮溶劑加4ml飽和水楊酸丙酮溶液。測量方法同實驗二。

#### 4. 結果：

時間	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
角度	4.93	17.77	32.66	46.17	53.50	57.38	73.30	96.84	107.75	124.22	131.99	147.99	159.80
光電流(mA)	0.107	0.188	0.420	0.503	0.560	0.590	0.800	0.810	0.570	0.500	0.450	0.398	0.107
加1ml水稀酸光電流(mA)	0.107	0.403	0.416	0.503	0.550	0.580	0.750	0.758	0.540	0.503	0.440	0.403	0.107
加2ml水稀酸光電流(mA)	0.107	0.390	0.403	0.501	0.545	0.555	0.590	0.610	0.515	0.503	0.440	0.398	0.110
加3ml水稀酸光電流(mA)	0.108	0.388	0.400	0.501	0.535	0.545	0.560	0.600	0.500	0.501	0.400	0.398	0.118
加4ml水稀酸光電流(mA)	0.109	0.395	0.398	0.499	0.525	0.535	0.550	0.550	0.485	0.501	0.418	0.395	0.109



## 五、討論及應用

1. 比較室內及室外光電流和角度的關係圖，發現冬天的室外光電流（十一月十二日）和室內一致，即相對角度光電流存在倍數關係，且曲線平滑；對照夏天室外光電流曲線（八月八日）早上九點以前（角度 $44^\circ$ ）曲線平滑，和室內一致，但九點以後到下午二點間卻有一明顯的高峰曲線。爲了瞭解這奇特的現象，我提出兩種可能(1)夏天室外在該時間有強度超出角度變化的輻射(2)存在一種輻射在太陽角度仰角較大時有較大強度。我從書上發現人對黃綠光敏感度最高，實際觀察夏天室外九到十點亮度卻差不多，可見第二點較有可能，爲了證實這一點我從偏振片及溫度實驗得到強力證據。

2. 對照實驗（三），溫度—角度曲線和室內曲線非常吻合，且都是平滑曲線。因爲溫度大都由波長較長之光如紅光、紅外線等決定，可見太陽並非在高仰角

突然變亮，而是有另外的輻射加入，此點由實驗（四）可說明。

3.在實驗（四）中所用的偏振片，是偶然間把它彼此垂直，看太陽呈紫色。查書才發現彼此垂直的高分子偏振片，仍可透過波長比紫光短的輻射。如此剛好變成我探討夏天室外光電流曲線（八月八日）奇異峰值的利器。

4.在實驗（四）中可看出冬季（十一月十二日）通過互相垂直的偏振片的高能輻射所生光電流和角度關係為一平滑曲線，把光電流放大10倍，竟和無遮蔽下曲線完全一致，也和室內曲線相符。可見在冬季太陽最大仰角約 $44^{\circ}$ 時太陽光的照度完全依角度變化，且高能輻射在陽光中的比例也是固定的。

5.實驗（四）夏季（八月八日）的結果發現 $45^{\circ}$ 以上高能輻射量增加且和太陽光所聲光電流突起峰值一致，對照溫度曲線（長波長輻射造成）證實在高仰角下高能輻射有突然增加趨勢，只是用肉眼觀察時，因人的眼睛對高能輻射敏感度較低，而未能發現亮度明顯的變化。至於為何增加？可由大氣對高能輻射折射率較高，使低仰角下到達地面高能輻射較少來解釋。

6.由此研究結果，發現只要仰角在 $45^{\circ}$ 以上高能輻射都會突然增加許多，證實夏天10~14點紫外線旺盛特別危險，但也不能輕忽春秋兩季的正午。

7.在防曬乳液的實驗中，發現塗和不塗防曬乳液其曲線幾乎相同，推測有下列三個可能：(1)可能保鮮膜本身即可吸收高能輻射（塑膠製品可吸收紫外線）。(2)保鮮膜本身吸收遠比防曬乳液吸收的多。(3)防曬乳液係數不代表吸收的多寡，而代表保護的時間（當然也可能媽媽被化妝品商人騙了）。

8.水楊酸的實驗中確實可見到峰值隨水楊酸濃度增加而下降，可見水楊酸除了可治香港腳（爸爸說的）可美白（電視廣告）還可防紫外線。

9.在溫度的曲線方面，除了隨角度上升而增加外，普遍下午都比上午偏高，此點可能由於環境散熱速率較吸收慢所致（參考牛頓科學研習百科）。

10.實驗當中碰到的最大問題是等候【萬里無雲】的日子，還好南部的好天氣較多。但我認為空氣品質也會影響結果，如下完雨剛換晴光電流較大，冬天光電流較小可能和空氣品質普遍較差有關。

## 六、參考資料

- 1.牛頓科學研習百科（宇宙篇），牛頓出版社，P.42、P.43。
- 2.陳瑞和、感測器，全華科技圖書股份有限公司P.125~P.128。
- 3.科學博物館（光），英文漢聲出版有限公司。



## 評語

本作品以太陽能板吸收光線轉換為電能的特性出發，做了一連串的實驗，以了解(1)太陽光入射角(2)燈管入射角(3)偏振光片過濾(4)防曬乳液(5)水楊酸丙酮，以上五項實驗分別對太陽能板的影響。

實驗過程符合科學分析精神，且有新的發現，資料完整，操作熟練，故推薦之。

