

2023 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

普高組 成果報告表單

題目名稱：光電效應、角度與太陽能板的三角關係

一、摘要

使用不同色光 (= 頻率 = 單一光子能量) 照射太陽能板並測其發電功率，藉此了解太陽能板接收可見光頻率當中，頻率較高的藍光是否能比其他可見光產生更高電流。

改變太陽能板角度使接收的光子數量不同(轉換為電流)，找出能產生最大電流的角度，進而理解光電效應中的能量轉換。

二、探究題目與動機

探究題目：環境對太陽能板的影響

動機一：物理課探討過光電效應與光的頻率(顏色)有關，在可見光中以藍光頻率較高，利用小範圍的光譜延伸最適合太陽能板的光照環境。

動機二：日常生活中我們發現每個太陽能板都固定傾斜一個角度，而地科課學到太陽能板傾斜角度會隨著緯度改變，促使我們思考「緯度」與「太陽能板的發電效率」之關聯性。

三、探究目的與假設

假設一：因為頻率較高的可見光能更有效的激發光子，所以我們假設藍光比更能使紅光太陽能板的發電效率更佳，並以綠光作為中間值進行比較。

假設二：在赤道的太陽能板能量轉換效率最高，在越高緯度的太陽能板能量轉換效率越低(僅考慮緯度改變的情況，排除氣候和地形等因素)，因此假設太陽能板與光的夾角越接近 0° ，所吸收的能量越大。

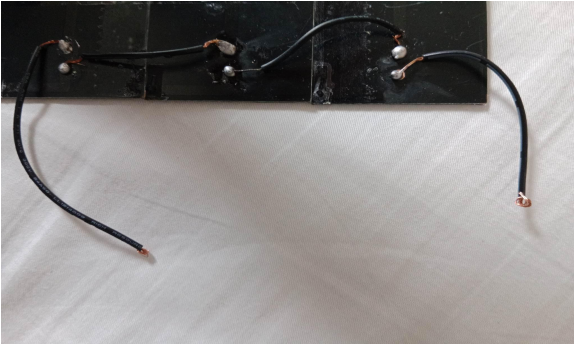
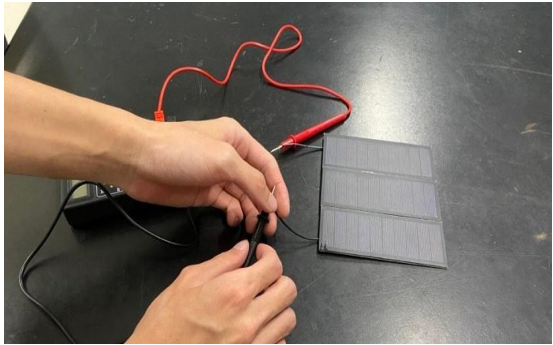
四、探究方法與驗證步驟

1. 太陽能板

市售的太陽能板有很多種，最常見的種類是矽半導體的太陽能板，而矽半導體中有一種類為薄膜(Amorphous silicon)，薄膜型的原子排列整齊度最低，正因為原子排列不需要過多的技術要求，其成本低廉，發電量低，常常用於計算機等耗電量小的電子產品上，本次實驗選用的即是薄膜型的太陽能板。

太陽能板種類	優點	缺點	常用範圍
薄膜型	價格較低 製程簡易 輕量	低效能 使用壽命短	工業用 大範圍安裝 面積

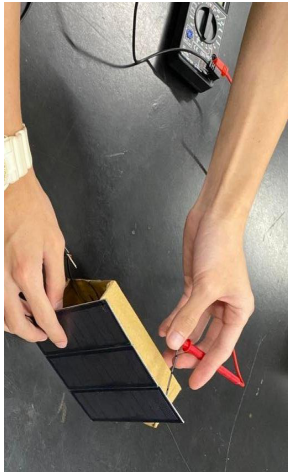
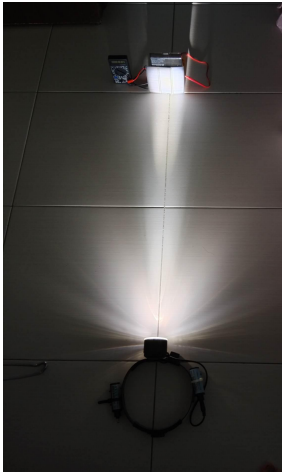
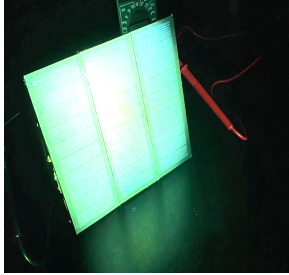
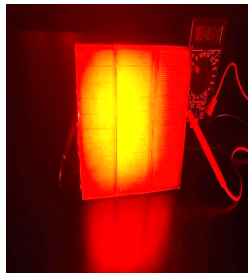
步驟 1-1	用焊接的方式把三塊太陽能板串聯在一起
步驟 1-2	把串聯後的太陽能板接於三用電表

	
步驟 1-1	步驟 1-2

2. 探討色光/角度對太陽能發電量的影響

實驗一：

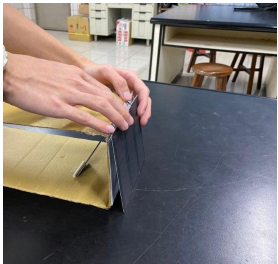
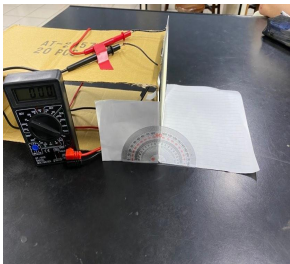
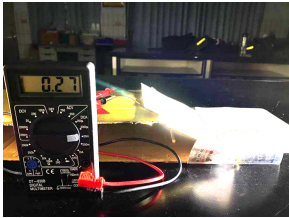
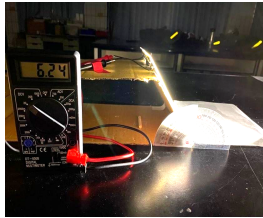
色光

步驟 2-1-1	用支架固定太陽能板		
步驟 2-1-2	用膠帶將燈源固定於地面		
步驟 2-1-3	將三用電表轉到 200mA 並用不同玻璃紙改變色光來測量		
步驟 2-1-4	將三用電表轉到 20V 並用不同玻璃紙改變色光來測量		
		以綠光為例，將三用電表轉至 200mA 測得電流之數據 0.76mA	以紅光為例，將三用電表轉至 20V 測得電壓之數據 10.75V
			
步驟 2-1-1	步驟 2-1-2	步驟 2-1-3	步驟 2-1-4

實驗二:

角度

步驟 2-2-1	製作簡易支架
步驟 2-2-2	裝上量角器測量角度
步驟 2-2-3	將三用電表轉到 200mA 並改變角度來測量
步驟 2-2-4	將三用電表轉到 20V 並改變角度來測量

		以 30° 為例，將三用電表轉至 200mA 測得數據 0.27mA	以 60° 為例，將三用電表轉至 20V 測得數據 6.24V
			
步驟 2-2-1	步驟 2-2-2	步驟 2-2-3	步驟 2-2-4

3.數據整理

為了增加數據的可信度，我們做了多次的實驗，並計算了標準差。(σ :標準差 \bar{x} :平均數 N:實驗次數)

$$\sigma = \sqrt{\sum (x - \bar{x})^2 / N}$$

實驗一:

色光	電壓(V)	電流(mA)	電功率(mW)
紅光	10.67±0.05	0.559±0.005	5.964±0.055
藍光	11.85±0.04	0.825±0.012	9.776±0.052
綠光	11.60±0.05	0.764±0.006	8.862±0.056
白光	14.36±0.04	2.123±0.014	30.486±0.054

電壓(V)實驗數據

次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	\bar{x}	σ
紅光	10.72	10.75	10.73	10.71	10.62	10.69	10.66	10.61	10.61	10.61	10.67	0.05
藍光	11.93	11.90	11.88	11.89	11.84	11.84	11.83	11.79	11.79	11.78	11.85	0.04
綠光	11.71	11.68	11.61	11.61	11.64	11.60	11.61	11.52	11.57	11.54	11.61	0.05
白光	14.44	14.41	14.41	14.39	14.34	14.36	14.35	14.32	14.32	14.32	14.37	0.04

電流(mA)實驗數據

次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	\bar{x}	σ
紅光	0.56	0.57	0.55	0.56	0.56	0.56	0.56	0.55	0.56	0.56	0.56	0.005
藍光	0.85	0.84	0.83	0.83	0.83	0.82	0.82	0.83	0.81	0.80	0.83	0.012
綠光	0.77	0.77	0.76	0.75	0.76	0.77	0.77	0.76	0.76	0.77	0.76	0.006
白光	2.13	2.14	2.12	2.11	2.14	2.14	2.12	2.10	2.12	2.11	2.12	0.014

實驗二:

角度	電壓(V)	電流(mA)	電功率(mW)
0°	0.44±0.16	0.008±0.004	0.0035±0.164
30°	5.01±0.02	0.276±0.005	1.382±0.025
60°	6.25±0.02	0.54±0.01	3.37±0.03
90°	7.23±0.02	1.376±0.005	9.948±0.025

電壓(V)實驗數據

次數	1	2	3	4	5	\bar{x}	σ
0°	0.40	0.17	0.47	0.58	0.58	0.44	0.16
30°	4.97	5.03	5.03	5.01	5.03	5.01	0.02
60°	6.24	6.24	6.24	6.28	6.28	6.26	0.02
90°	7.26	7.22	7.22	7.22	7.22	7.23	0.02

電流(mA)實驗數據

次數	1	2	3	4	5	\bar{x}	σ
0°	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.008	0.004
30°	0.28	0.28	0.27	0.27	0.28	0.276	0.005
60°	0.54	0.53	0.53	0.55	0.55	0.54	0.01
90°	1.38	1.38	1.37	1.37	1.38	1.376	0.005

五、結論與生活應用

色光:

在物理課學到的光電效應，也就是 $K_{\max} = h\nu - \phi$ ， K_{\max} 是被釋放的電子的最大動能， ν 是光線的頻率， h 是比例常數， ϕ 是該物質的功函數，光的頻率是影響電流量的主因，實驗一的設計中頻率:藍光>綠光>紅光，實驗結果也顯示發電效率藍光>綠光>紅光，本實驗確實證明了光頻率越高發電效率越好。

角度:

太陽能板安裝時是以固定傾斜角的方式裝置之原因為，由實驗二可知，角度是影響發電效率的關鍵因素之一。地球上各處裝設太陽能板的角度不盡相同，影響太陽能板發電效率最重要的因素是緯度，每一緯度對太陽光的發電效率都不同，而本實驗說明光在垂直照射太陽能板時發電效率越高，所以在不考慮天氣影響的因素下，愈接近赤道的地區愈有太陽能發電的優勢。

參考資料

資料參考：

<https://www.youtube.com/watch?v=PcKzeUrgwxs>

<https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=1657>

<https://www.stockfeel.com.tw/太陽能電池的原理與種類/>

<https://apac.edpr.com/tw/blog/2022/ZH/sunseap-shares-the-anatomy-of-a-solar-panel.html>