

2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

☐國中組 ☒普高組 ☐技高組

題目名稱：「曬」出能量：自製光敏電池
一、摘要
本研究探討自製太陽能電池的製備及發電效率變化，以理解其衰老程度及環境照度影響。實驗使用吡啶並喹噁啉 (Indenoquinoxaline) 作為光敏材料，透過三用電表測量電壓與電流，並使用光照度檢測軟體測量環境照度進行對比。得出光敏材料吡啶並喹噁啉的製備比例為茛三酮：二溴鄰二甲苯 = 11：9 (g)，最適溶劑為乙醇，可在最短時間內產生最多光敏材料。實驗結果顯示，太陽能電池的輸出電壓隨時間衰減，初期因電荷需平衡而衰減較快，後期則因光敏材料結構改變導致電荷移動效率降低。而發電的最佳環境照度為 2000~8000lux，而 8000lux 效果最佳，超過此範圍則效能下降，推測因過高溫度影響或光敏材料結構受損，導致輸出電壓下降。
二、探究題目與動機
根據台灣電力公司提供之資訊，在 2024 年台電系統發電量的 2,514.4 億度中，火力發電占比高達 79.7% (包括燃煤 31.1%、燃油 1.4%、燃氣 47.2%、汽電共生 2.4%等)，再生能源占比為 11.9% (含水力、太陽能及汽電共生中之垃圾及沼氣)。隨著現代環保意識興起，太陽能發電逐漸發達，但因其成本及效率無法完全符合經濟效益，而沒被廣泛使用，因此引發本研究探討太陽能電池之動機。
三、探究目的與假設
而本研究旨在探討自製太陽能電池之發電效率及最合適發電的環境。提出以下問題： 一、如何自製太陽能電池 二、探討隨著時間改變對太陽能電池發電效率之影響 三、探討不同強度光照對太陽能電池發電效率的影響
四、探究方法與驗證步驟
(一、) 太陽能電池製作 1、本實驗使用之光敏材料為吡啶並喹噁啉 (Indenoquinoxaline)，是使用茛三酮 (Ninhydrin) 及二溴鄰二甲苯 (4,5-dibromo 1,2-phenylenediamine) 所化合成的黃褐色物質。

2、因為此光敏材料之原料化合效率極差，需要使用溶劑將兩種反應物溶解成溶液並以研鉢磨來加快反應進行，經過了約兩週的製備探討，嘗試使用各種常見液體作為溶劑，最後得出了最佳的反應物質質量比例為茚三酮：二噁鄰二甲苯 = 11：9，而最佳溶劑為乙醇。

3、在製備完光敏材料後，還需要將光敏材料乾燥，避免光敏材料流動或溢出，我們一開始製作太陽能電池時，因光敏材料未確實乾燥，導致光敏材料溢出並使電池短路，後來製作新的一顆太陽能電池在經過確實乾燥後才確定電池能夠運作。

4、在之後我們又發現單一顆太陽能電池發電效率極小，使用三用電表幾乎無法測得數據，因此我們將多顆太陽能電池串聯，以增加輸出電壓，方便記錄數據。最後經過約三個月的嘗試，終於能大量製作能正常工作的電池，並統計其數據。

(二、) 實驗一：光照強度對太陽能電池發電效率的影響

探討不同光照度對於太陽能電池輸出的電壓會有何影響

控制變因：串連之電池組數量

操作變因：光照強度(lux)

應變變因：三用電表測得之電壓 (伏特)

(三、) 實驗二：運作時間對太陽能電池的發電效率之影響

探討運作時間對於太陽能電池發電是否會有衰減的情形

控制變因：串聯之電池組數量

操作變因：電池運作時間 (分鐘)

應變變因：三用電表測得之電壓 (伏特)

(四、) 附註：

本實驗使用茚三酮及二噁鄰光敏材料二甲苯化合物吡啶並喹噁啉，過程中使用乙醇作為溶劑將兩種化學藥品溶解以便製成光敏塗料，並以此製成太陽能電池。為了方便觀察數據，將太陽能電池串聯以得到更大的電壓及電流。而光照度分析所使用光照強度檢測軟體為 Light Meter，測量當下環境光照強度及測量運作時間對太陽能電池發電效率的影響。資料收集完畢後將數據整理成圖表。

五、結論與生活應用

(一、) 太陽能電池製作：

雖然我們自製的太陽能電池能夠正常運作並發電，但其效能不佳，若要達到能與現今太陽能電池之效能，需要超過百倍的電池組，故本實驗自製之太陽能電池目前在效能及成本上都無法取代市面上之專業太陽能電池。

(二、) 光照度實驗：

光照度越高太陽能電池輸出電壓也會愈高，代表當天環境光越強，太陽能電池的發電效能會越強，但當光照過強時，會導致裝置溫度過高並損害太陽能電池內的光敏材料，導致其受損無法正常運作，而最適合發電的環境為陰天或有些微遮蔽的晴天，此環境下太陽能電池夠正常運作並不會因環境溫度而受損。

(三、) 時間因素實驗：

經過一定的時間，電池的衰老程度會逐漸加劇，並且這種衰老現象對其發電效率產生了明顯的影響。具體而言，隨著時間的流逝，電池的性能會逐漸下降，導致其輸出的電壓逐漸減少。最終，我們得出的結論是，平均每經歷一個小時，電池輸出的電壓將會減半，顯示出時間對電池性能的持續影響。之後會對持久度進行改良，希望能增加電池的壽命，以延長使用時間。

(四、) 生活應用：

未來若成功製作出壽命較長的太陽能電池，能夠將其應用在日照較多且較無法負擔

參考資料

歷年發購電量占比. (2025, February 11). 台灣電力公司電源開發計劃.

<https://www.taipower.com.tw/2289/2363/2367/2372/10312/normalPost#:~:text=2024%E5%B9%B4%E5%8F%B0%E9%9B%BB%E7%B3%BB%E7%B5%B1%E7%99%BC%E9%9B%BB,%25%EF%BC%8C%E6%A0%B8%E8%83%BD%E7%82%BA4.7%25%E3%80%82>

林中冠, 李君婷, & 賴敏良. (2018, August 6). 新世代鈣鈦礦材料：合成、光電特性及應用. 物理雙月刊.

<https://pb.ps-taiwan.org/modules/news/article.php?storyid=28>

郭雅欣. (2020, July 21). 新好材料鈣鈦礦，改造太陽能電池. 科技大觀園.

https://pansci.asia/archives/323726#google_vignette

呂宥蓉. (2023, February 23). 【專欄】如何設計高效率鈣鈦礦太陽能電池？超快雷射光譜技術神助攻！. 中央研究院. https://www.sinica.edu.tw/tw/News_Content/557/2392