

# 2024 仰望盃全國科學 HomeRun 實作大賽

## 決賽作品說明書

隊伍名稱：從零開始的 Arduino 生活

作品名稱：蝦咪! 你要用那小紙片幫手機充電?

科學概念 1:

將光能轉化成電能-光電效應 ( $E = h\nu$ ) 可說是太陽能板發電的最主要原理，為了達成輕薄便利以及隨時可用的功能，我們透過太陽能板來替紙片形儲能電池充電，希望整體裝置未來能夠普遍運用在各種的低電量的電器用品，所以是以環保無污染的方式運作作為考量，因此隨處可見的光能便成為我們最優先的選擇。

科學概念 2:

將電能轉化成化學能儲存-電解作用，氧化還原電解是電化學電池在接受外加電壓（即充電過程）時會產生的過程，電流通過電解質溶液，而在陰極和陽極上引起氧化還原反應，我們利用此原理 將太陽能板產生的電能轉化成化學能儲存在硫酸鋅水溶液中，在放電時陽極的鋅和陰極的氧再發生氧化還原產生電流，作為供電裝置。

## 1. 發想動機：

我們在做電池實驗時發現，同樣都使用碳片，電解液選鹽水跟硫酸鋅水溶液出來的電壓不一樣，我們懷疑是因為使用硫酸鋅還會包含鋅空氣電池的效果。一開始我們使用三用電錶進行量測，雖然可以得到即時的數值，想獲得整個過程中電壓與電流隨時間的變化關係數據卻很不方便。老師便建議我們學習使用Arduino 自製量測工具，希望能獲得比較完整且準確的數據以便後續的討論與分析，進一步嘗試能不能以這個現象改良出更有效率的電池。

研究目的：

- 一、探討利用太陽能板發電對簡易電池充電的效果。
- 二、探討如何利用 Arduino 測量自製簡易電池的電壓。
- 三、探討氯化鈉和硫酸鋅當電解液對放電的影響。
- 四、探討是否封裝電池對放電的影響
- 五、探討不同硫酸鋅濃度對放電的影響。
- 六、探討不同硫酸鋅滴數對放電的影響。
- 七、探討不同棉片寬度對放電的影響。

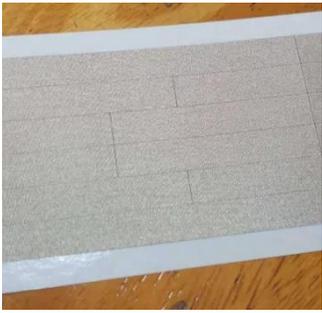
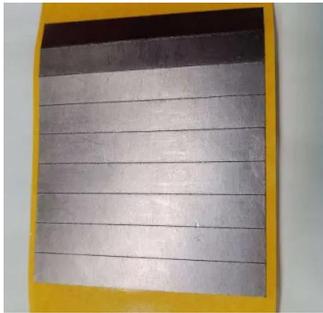
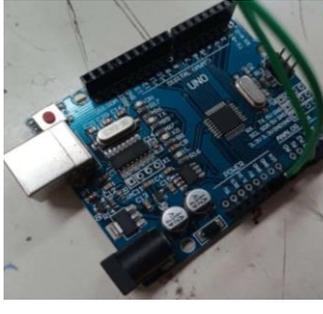
## 2. 作品創意性：

- (1) **紙片型充電電池**：研究中使用自製的紙片型充電電池，這是一種創新的構想，我們把電池的主要結構薄型化，展示了一種新穎的電池設計。
- (2) **探索充放電影響因素**：探討紙片型充電電池的充放電影響因素，包括太陽能板充電效果、不同電解液對放電的影響、封裝電池對放電的影響等等。系統性地研究和實驗不同因素對電池性能的影響，展現創造性和深入的科學思考。
- (3) **Arduino 測量和數據分析**：詳細了解外在環境和變因對電池性能的影響，使用 Arduino 進行連續數據測量，並將結果繪製成連續線圖表。數據收集和分析的方法展現技術應用在科學研究中的創新應用。

## 3. 硬體及電路架構圖

研究設備及使用器材

實驗使用的藥品、工具及器材如下：

			
LED燈板	導電膠帶	碳片	七水硫酸鋅
			
太陽能板	PVC塑膠板	Arduino開發板	三用電表
			
氯化鈉	電壓感測器	電流感測器	功率感測器(INA219)

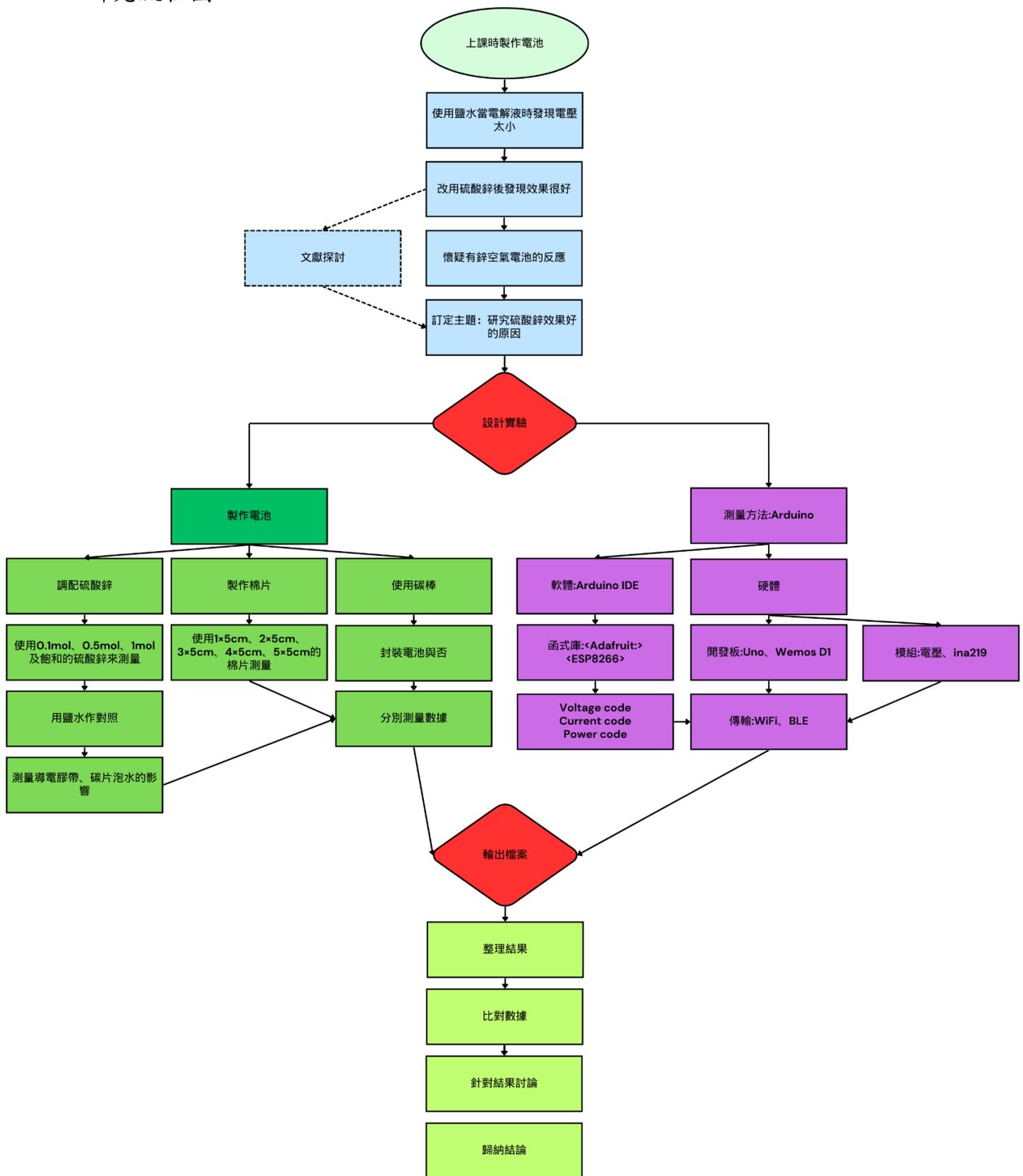
### 軟體:

Arduino IDE(程式編輯)

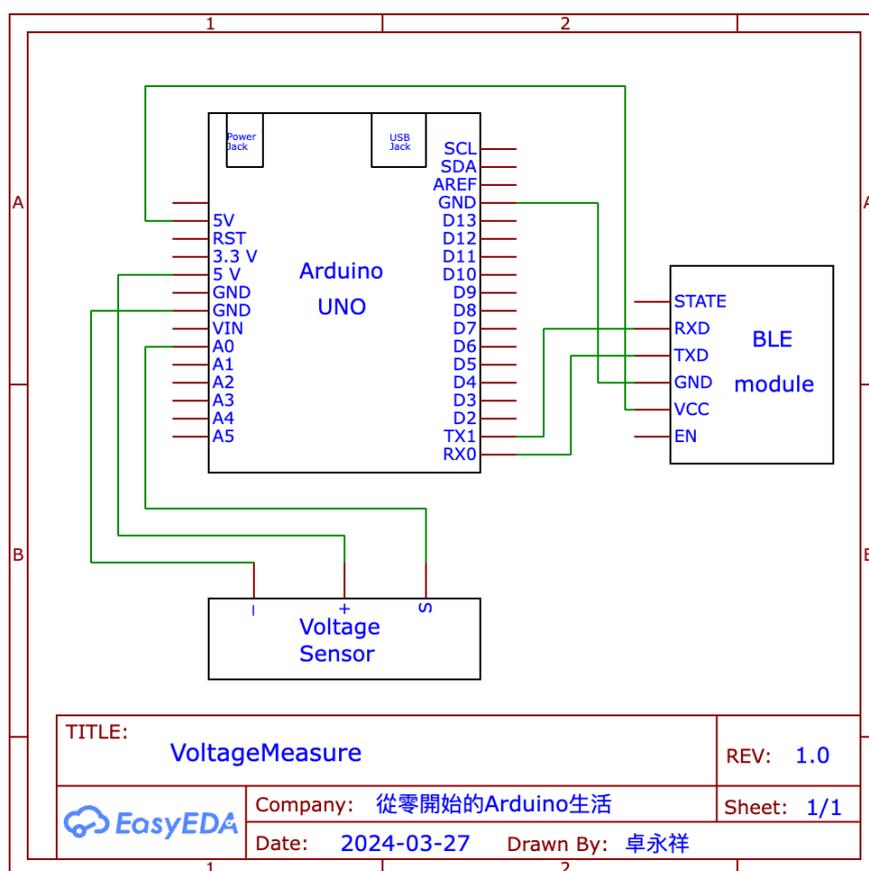
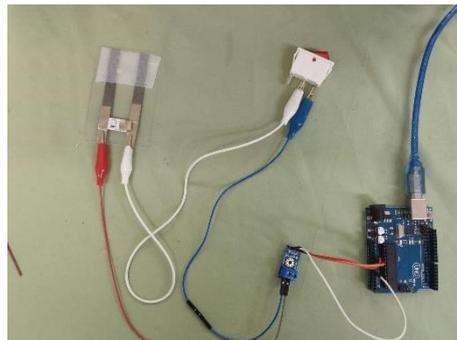
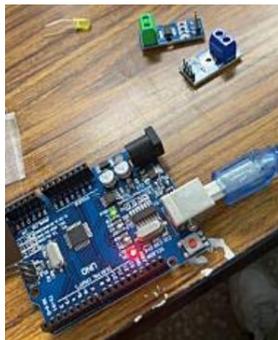
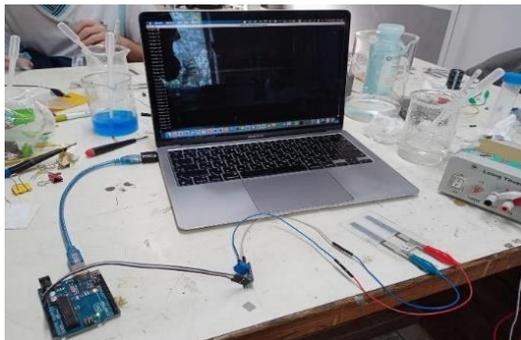
PUTTY(測數據用)

## 4. 作品成果報告：

研究流程圖：



## 6. 硬體及電路架構圖



我們用電壓感測器測量電壓數值，DX-BT24W 藍牙BLE5.1 模組收發訊息。

這是我們的程式碼：

1. `#include <SoftwareSerial.h>`
- 2.
3. `const int voltagePin = A0; // 電壓感測器的輸入引腳`
4. `float voltageConversionFactor = 5.09 / 1023.0; // Uno 的 ADC 精度是 1023，5.09是用三用電錶校正的結果`
5. `float voltageSensorSum = 0; // 儲存電壓感測器量到的電壓總和`
6. `float avgVoltageSensor[10]; // 儲存 10 組平均電壓值`
7. `int index = 0; // 計數器`
9. `SoftwareSerial bluetooth(2, 3); // 使用引腳 2 和 3 來連接藍牙模組`

```

11. void setup() {
12. bluetooth.begin(9600);
13. Serial.begin(9600);
14. }
15. void loop() {
16. // 讀取電壓感測器的值
17. int voltageValue = analogRead(voltagePin);

18. float voltageSensor = voltageValue * 5 * voltageConversionFactor; // 將 ADC 值轉換為電壓值
19.
20. // 將新的數據加到總和中
21. voltageSensorSum += voltageSensor;
22.
23. index++; // 更新計數器
24.
25. // 每 1 秒計算過去 1 秒的平均值
26. if (index % 10 == 0) {
27.
28. avgVoltageSensor[index / 10 - 1] = voltageSensorSum / 10;
29. // 發送數據到藍牙模組
30. bluetooth.print("Voltage ");
31. bluetooth.println(avgVoltageSensor[index / 10 - 1], 2);
32. // 發送數據到序列埠
33. Serial.print("Voltage ");
34. Serial.println(avgVoltageSensor[index / 10 - 1], 2);
35. // 重置 1 秒的總和
36. voltageSensorSum = 0;
37. index = 0;
38. }
39. delay(100); // 延遲 0.1 秒再進行下一次讀取
40. }

```

成果說明：

(1) 電池成果:

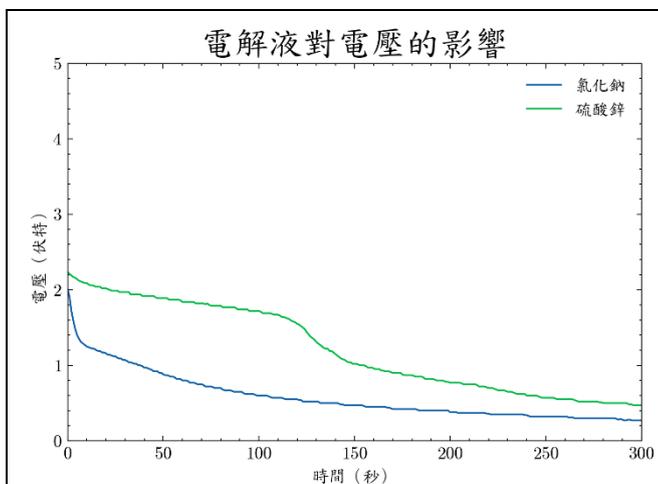


這是我們做出來的紙片電池，具體方式是在塑膠板上貼兩片碳片，中下方放個LED燈以方便測量其是否有電極放電，並且以導電膠袋連接，再以導電膠帶做一個觸碰式開關，最後放上棉布。

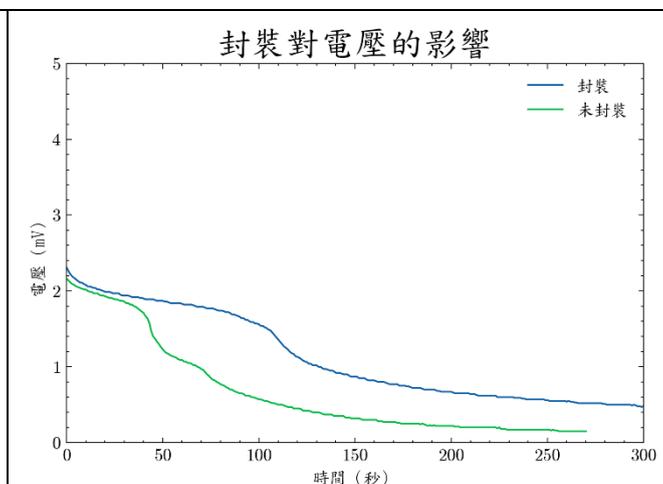


這則是我們將電池進一步密封後，再將電極接出並連接太陽能板以方便充電觀察的密封電池。膠帶要盡可能地把縫隙都封上，也要注意不能使電解液外漏至導電膠帶，會增加其電阻進而影響效能。

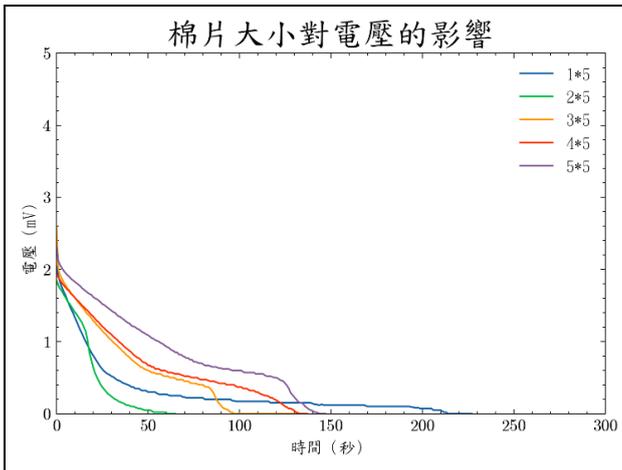
## (2) 數據成果:



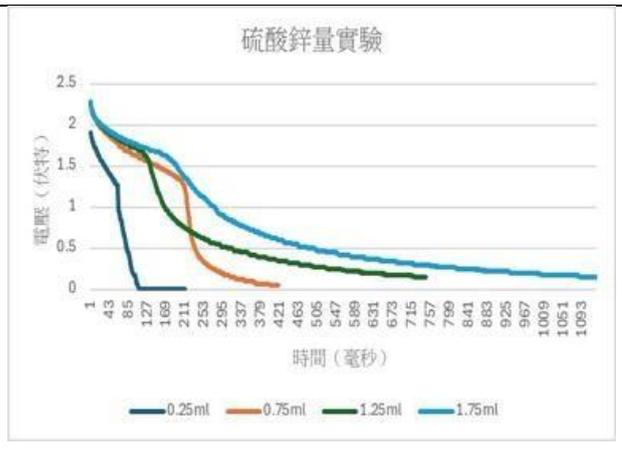
我們發現用硫酸鋅當電解液時與氯化鈉有明顯的不同，推測有鋅氧電池的反應，同時我們有觀察到析出的鋅。



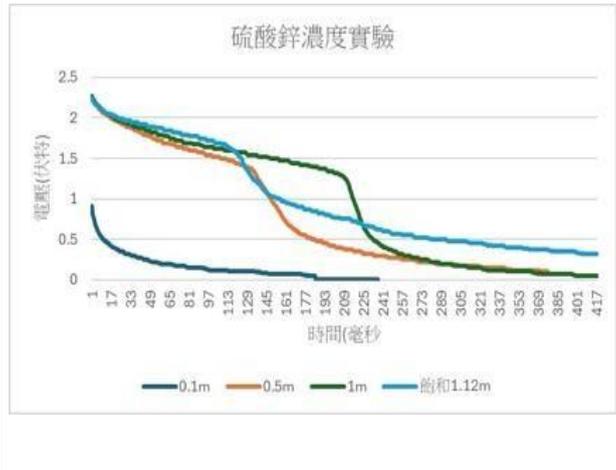
我們發現在密封狀態下，效果明顯較佳，我們推測是因為一開始充電時水解離出的氧氣被儲存，就可以增加氧氣濃度，增加鋅氧電池的反應。



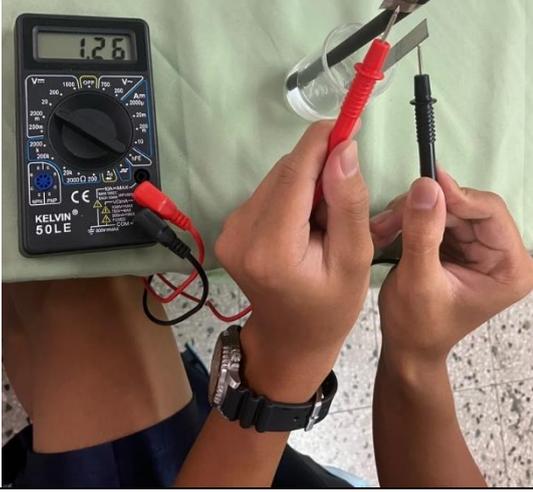
我們發現棉片寬度在三乘五（公分）的狀況下是最好的，我們推測是因為要可以剛好讓整片棉片濕同時也要夠大在滴上硫酸  
 鋅不會溢出。



我們發現硫酸鋅滴越多效果越好，我們推測是因為要有足夠的電解質在一開始儲存電能以及後續產生鋅發生鋅氧電池的反應。



我們發現硫酸鋅濃度在飽和狀況是最好的，我們推測是因為可以儲存足夠的電能在電解液，並且析出的鋅也夠多，可以產生最多的鋅氧電池反應。



我們利用氯化鋇發現電解液中含有硫酸根並用廣用試劑推測電解液中含有氫離子，因此我們利用燒杯中裝入鋅片和碳棒模擬在電解液為硫酸時是否能發電，利用三用電錶確認確實可自行發電。

### 討論

利用此簡易電池我們將可討論接下來不同條件下產生的電壓，並研究推廣出怎麼樣的配置可以做出儲電量高、輸出高的電池。

#### 1. 自製Arduino裝置測量所需數據

我們深入研究了Arduino的量測原理，也嘗試了許多方法和不同晶片，最後總算使用電壓感測模組以及確認相關的設定與程式碼，做出一套實用且準確的量測工具。

#### 2. 簡易電池的製作

- a. 我們認為此電池容易製作也可作為教具使用，更有多種結合的可能性。
- b. 發現利用三用電錶測量較難觀察出電壓的變化趨勢，所以我們使用Arduino模組進行連續數據測量。

### 3. 太陽能板結合電池

我們發現使用並聯的太陽能板較串聯好，因為其電流太低會測不到，一片太陽能板才0.28mA，給一般小電器用也不夠。

### 4. 硫酸鋅濃度使用

根據我們的研究結論，我們發現0.1M硫酸鋅溶液的效果最差。這可能是因為濃度過低，導致電解質過少，從而導致儲存後放電壓低，並且生成的鋅很少，從而幾乎沒有鋅氧電池的反應發生。此外，我們觀察到0.5M硫酸鋅溶液，儘管一開始的電壓下降趨勢與其他溶液相差不大，但到後來仍然生成的鋅量少於1M硫酸鋅溶液和飽和的硫酸鋅溶液。因此，透過鋅氧電池反應所產生的電能顯著較低。在我們的研究中，我們還觀察到一開始1M硫酸鋅溶液和飽和的硫酸鋅溶液的電能表現相近，這可能是因為它們是我們所充電的電解液中最大的電能儲存量。我們發現飽和硫酸鋅的電壓下降速度明顯慢於其他三者。我們推斷這是由於生成的鋅最多，導致鋅氧電池反應產生的電能也最高。

### 5. 硫酸鋅量的使用

我們發現在添加0.25ml硫酸鋅時，效果最差。我們認為這可能是因為添加量太少，導致能夠儲存的電能減少，並且鋅的析出量也較少，難以觸發反應。此外，我們觀察到在添加0.75ml、1.25ml和1.75ml硫酸鋅時，初始電壓下降速度相似。我們推斷這已經達到了所充進去後能釋放的電能的極限。進一步觀察，我們發現在添加1.75ml後，電壓下降速度優於添加1.25ml，添加1.25ml又優於添加0.75ml，而添加0.75ml又優於添加0.25ml。我們認為這是因為硫酸鋅的析出量最多，導致鋅氧電池反應產生的電能最高。

### 6. 推測硫酸鋅含有鋅空氣電池反應

相較於鹽水電池，硫酸鋅的數據前面都會發出較高的電壓，我們因此推測其含有鋅空氣電池的反應，在之後反應完放電才是跟鹽水電池的效果一樣。

### 7. 棉片的寬度影響

我們發現寬度為3公分的棉片具有最佳效果。我們推測這可能是因為3公分的寬度剛好可以完全覆蓋整張棉片，使得液體能夠均勻滲透。相較之下，寬度為2公分的棉片與碳片接觸面積較小，導致電能傳遞效率較差。而寬度為4公分和5公分的棉片無法完全覆蓋，導致液體無法充分滲透，進而影響了電能的傳遞效率。

### 8. 封裝與否對電池的影響

我們發現封裝的話電池的耐用性大大高於沒封裝的，我們又觀察到沒封裝的電池電解液蒸發得很快，所以封裝要封裝得很緊密，電解液不會蒸發的情況下電池才能更耐用。

### 9. 碳片與導電膠帶浸泡硫酸鋅與否的影響

我們發現只浸泡八個小時導電膠帶的電阻就略微上升，因此我們認為電解液外漏到導電膠帶上也是一個影響的微小因素。而碳片則相對沒有影響。

## 結論

本研究探討了硫酸鋅電池的充放電影響因素，並試圖找出最佳的電池調配比例，以製作性能最佳的電池。透過多項實驗及數據分析，我們得出了以下結論：

1. 使用**碳片和硫酸鋅電解液**作為主要材料，結合太陽能板充電，可製作出具儲能能力的簡易電池，但放電速度存在問題。
2. 實驗觀察到**不同濃度和量的硫酸鋅溶液**對電壓有影響。1M濃度的硫酸鋅溶液及1.75ml的硫酸鋅量獲得最佳效果，電壓較高且放電速度較慢。
3. 鹽橋基礎的**棉片尺寸**和飽和硫酸鋅溶液的選擇對電池性能有顯著影響。

4. **封裝電池**可防止氧氣流失，顯著提高電池的放電持久性，可能因為增加了鋅空氣電池的反應效率。
5. 硫酸鋅溶液對**導電膠帶**的電阻有一定影響，但對碳片的影響較小，這可能與材料性質有關。
6. 製作**性能最佳的硫酸鋅電池**需考慮材料選擇、濃度、量、棉片尺寸等多個因素。
7. 自製 **Arduino 量測工具**用於連續監測電壓，提供了精確且實時的數據收集，有助於更深入地了解電池充放電行為。
8. 通過 **Arduino 與相關感測器**的結合，實現了對電壓、電流等關鍵參數的精準監測，促進了實驗數據的分析和解釋。
9. 未來研究可以探討**材料的改良和更精確的因素**調節，以提升電池性能和穩定性。
10. 可考慮應用**其他新型材料和技術**，開發更高效、環保的電池技術，滿足不同需求。簡易電池

## 未來展望

我們認為紙片電池本身的價值是在於它簡易製造，而且富有商品化或成為教育產品的價值，我們也有想到利用離心管並且改用碳棒來製造不同型態的電池，可那就和市面上的電池比較接近了，而紙片電池也便於改變其電極或電解液材質來延伸並觀察到不同的化學反應。

未來的研究方向則可以進一步探討材料的改良，以及更精確地調節各項因素，以提高電池的性能和穩定性。此外，也可以考慮其他新型材料和技術的應用，以開發更高效、環保的電池技術，滿足不同應用場景的需求。至於鋅空氣電池的部分也是可以繼續深造的地方，其還有更深層的細節我們沒有發現，未來或許能提高它的生電效率之類如此。

## 5. 參考文獻

1. 張雲朋. (2003). 由空氣產生電能的新能源—鋅空氣燃料電池. 科學發展.
2. 黃識軒, 黃茂嘉, 王俊堯, 林景崎, 吳錦貞, 張文昇, & 侯佐柄. (2016). 鋅空氣電池用電解質添加劑分析與測試. *Journal of Chinese Corrosion Engineering*, 30(1), 17-23.
3. 蔡佳玲. (2019). 簡述鋅液流式空氣燃料電池的研究進展. 科學月刊
4. 江丞浩, 方克僑, & 陳圉辰. (2023). 分道「陽颯」-太陽能最佳發電探討. 中華民國第 63 屆中小學科學展覽會, 全國中小學科展.
5. 江品宸, 廖子嫻, & 何語宸. (2020). 面面俱到-雙面太陽能電池. 中華民國第 60 屆中小學科學展覽會, 全國中小學科展.
6. 學生: Nguyen Minh Khoa 郭重漁 方承郁 金聖智, 指導老師: 黃國修, 【儲能主題】鋅空氣金屬燃料電池, 國立臺北科技大學
7. A rechargeable zinc-air battery based on zinc peroxide chemistry. *SCIENCE*, 1 Jan 2021, Vol 371, Issue 6524, pp. 46-51 <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abb9554>
8. <https://zhuanlan.zhihu.com/p/605439318>(PUTTY安裝)
9. 淺談燃料電池:環境資源中心 林坤讓 美商優力安全認證有限公司 王奕仁