

2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

■國中組 □普高組 □技高組 成果報告格式

題目名稱：鋁空氣電池

一、摘要

本作品探討如何做出效果最好的環保電池，過程中有測試了各種變因，例如；金屬種類、電解質溶液、氯化鈉濃度、不同表面積的金屬片、不同種類的澱粉、不同濃度的樹薯粉、不同濃度活性碳和放電時間還有溶液的溫度，最後做出效果最好的金屬電池。

二、探究題目與動機

我們學校自然科學課，一年級上水資源與生活、二年級上能源與生活及三年級上科學探究作，老師在上課常常談到氣候變遷對我們生活環境的影響，而在能源與生活時談到能源轉型相關問題，老師告訴我們如果不改變使用化石燃料的習慣，我們生活的環境可能會因為化石燃料燃燒的產物二氧化碳而造成空前的災害。這幾年在「台灣」我們發現開始有大量的油電混和車及電動汽車，這些車輛的動力來源是電池，比較環保而且車子開過去沒有太大的聲音也沒有排出大量的廢氣。另外老師常說綠色能源有時候和農作物一樣是看天吃飯，真是不可思議。老師還告訴我們，水力發電會因為降雨量或流水量的改變，而產生發電量有差異的問題。太陽能更會因為日照的量，產生有時發電很多有時幾乎不會發電，難怪我們家要在屋頂加裝太陽能板時，廠商說宜蘭日照量不足只能回饋發電量的 5%作為屋頂的租金。真的嗎？另外風力發電會因為風大風小而有發電量的差異，而且當颱風這樣大的強風，可能會因為風力太大而導致風機後損，結果風很大也不能發電，沒風也不能發電，強風也不要發電，這樣的風電也太不穩了。真的嗎？這些問題都是真的，所以我們電網必須加入儲電裝置，而儲電裝置最常見的就是電池，所以我們想要好好的研究電池。

三、探究目的與假設

電池在電動車盛行的時代，是相當重要的一種電能的產生裝置，而電池是利用不同的金屬因為氧化電位間具有的電位差產生電，我們希望利用生活上常見的鋁箔（罐）、鐵罐等金屬研製利用碳棒、電解質水溶液及其他輔助劑所組成的電池，嘗試改變實驗的操作變因，了解金屬電池的反應與內部電解質移動的阻力、並探討電壓和電流的變化進而了解電功率的效果，藉此探討提升金屬電池電功率和運用。

因此我們有以下數點探究目的與假設：

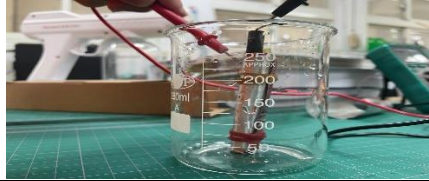
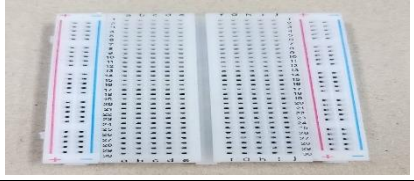
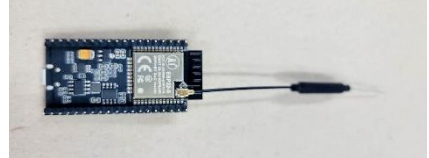
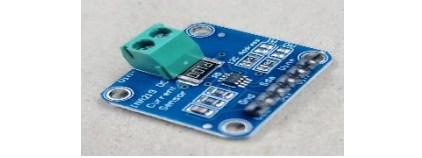
- 一、探討使用不同的金屬種類，會如何金屬電池電壓與電流及電功率的變化。
- 二、探討使用不同種類的電解質溶液，會如何鋁金屬電池電壓與電流及電功率的變化。
- 三、探討使用不同濃度的氯化鈉溶液，會如何鋁金屬電池電壓與電流及電功率的變化。
- 四、探討使用不同表面積的鋁金屬電極，會如何鋁金屬電池電壓與電流及電功率的變化。
- 五、探討金屬電池添加不同種類的澱粉，會如何金屬電池電壓與電流及電功率的變化。
- 六、探討金屬電池添加不同濃度的樹薯粉，會如何金屬電池電壓與電流及電功率的變化。
- 七、探討金屬電池的膠狀電解質添加不同濃度活性碳，會如何金屬電池電壓與電流及電功率的

變化。

八、探討最佳化的金屬電池放電過程中，會如何金屬電池電壓與電流及電功率的變化。

九、探討最佳化的金屬電池在不同溫度下放電，會如何金屬電池電壓與電流及電功率的變化。

四、探究方法與驗證步驟

		
鋁電池	不同金屬電極	麵包版
		
ESP32 單晶片控制器	直流電壓電流檢測模組	碳棒
		
電子秤	三用電表	樹薯粉

一、探討使用不同的金屬種類，會如何金屬電池電壓與電流及電功率的變化。

(一)將鋁罐剪成 2cm*5cm 並將其內部及外部利用砂紙將其去除，以利鱷魚夾導電。

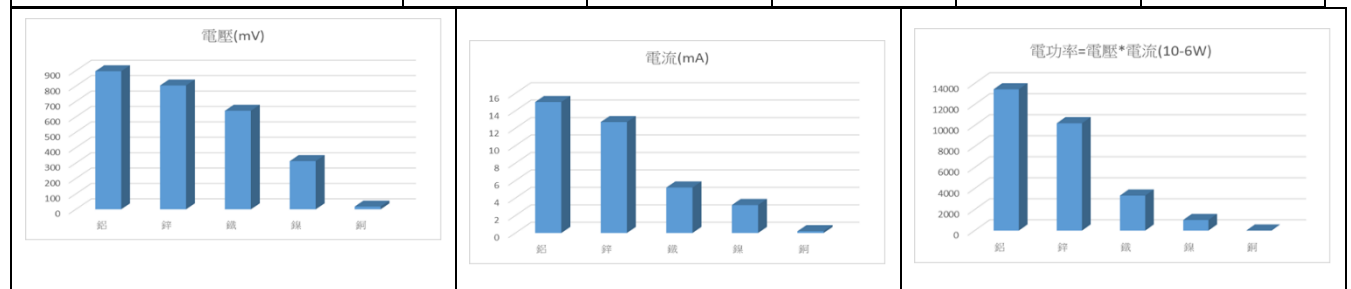
(二)將 200ml 的 0.5M 氯化鈉(200mL 水加入 5.85g)水溶液倒入 250mL 燒杯中。

(三)將碳棒固定於氯化鈉水溶液中當正極，另用鱷魚夾夾住鋁金屬片當負極。再利用三用電表測量記錄下電壓和電流。

(四)重複步驟(一)~(三)只是將鋁片改成、鋅片、鐵片、鎳片、銅片。

實驗結果：

金屬種類	鋁	鋅	鐵	鎳	銅
電壓(mV)	896	804	640	313	18
電流(mA)	15.0	12.7	5.2	3.2	0.2
電功率=電壓*電流(10^{-6} W)	13440.0	10210.8	3328.0	1001.6	3.6

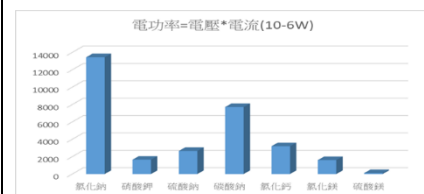
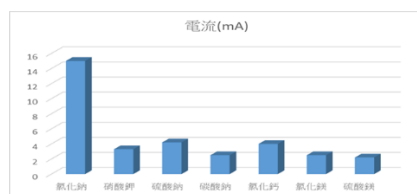
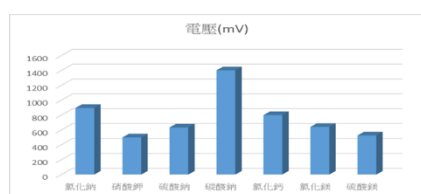


二、探討使用不同種類的電解質溶液，會如何金屬電池電壓與電流及電功率的變化。

將氯化鈉(100mL 水加入 2.92g)、硝酸鉀(100mL 水加入 5.05g)、硫酸鈉(100mL 水加入 7.1g)、碳酸鈉(100mL 水加入 5.36g)、氯化鈣(100mL 水加入 5.55g)、氯化鎂(100mL 水加入 4.75g)、硫酸鎂(100mL 水加入 6.05g)。

實驗結果：

鹽種類	氯化鈉	硝酸鉀	硫酸鈉	碳酸鈉	氯化鈣	氯化鎂	硫酸鎂
電壓(mV)	896	500	633	1402	800	641	526
電流(mA)	15.0	3.3	4.2	2.5	4.0	2.5	2.2
電功率=電壓*電流(10 ⁻⁶ W)	13440.0	1650	2658.6	7711	3200	1602.5	105.2

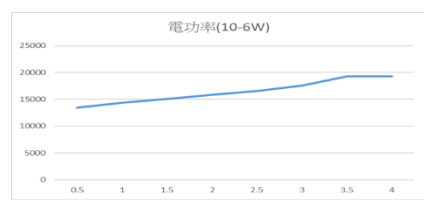
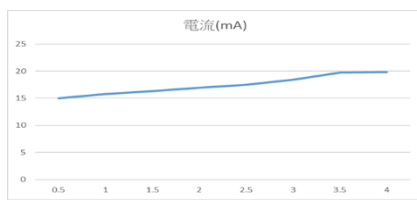
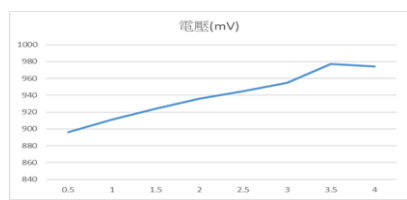


三、探討使用不同濃度的氯化鈉溶液，會如何金屬電池電壓與電流及電功率的變化。

將 0.5M(100mL 水加入 2.92g) 氯化鈉改成、100ml 的 1.0M 氯化鈉(100mL 水加入 5.85g)、100ml 的 1.5M 氯化鈉(100mL 水加入 8.78g)、100ml 的 2.0M 氯化鈉(100mL 水加入 11.7g)、100ml 的 2.5M 氯化鈉(100mL 水加入 14.63g)、100ml 的 3.0M 氫氧化鈉(100mL 水加入 17.55g)、100ml 的 3.5M 氫氧化鈉(100mL 水加入 20.48g)、100ml 的 4.0M 氫氧化鈉(100mL 水加入 23.4g)。

實驗結果：

濃度(M)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
電壓(mV)	896	911	924	936	945	955	977	974
電流(mA)	15.0	15.8	16.3	16.9	17.5	18.4	19.7	19.8
電功率(10 ⁻⁶ W)	13440	14394	15061	15818	16537	17572	19247	19285



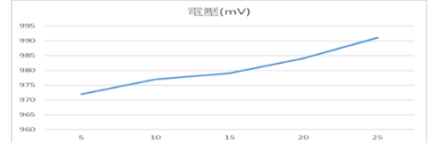
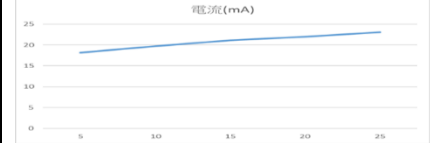
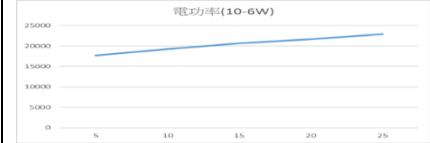
四、探討使用不同表面積的鋁金屬電極，會如何鋁金屬電池電壓與電流及電功率的變化。

將 2cm*5cm 鋁片改成、1cm*5cm、3cm*5cm、4cm*5cm、5cm*5cm。

實驗結果：

面積 cm*cm	1*5	2*5	3*5	4*5	5*5
電壓(mV)	972	977	979	984	991

電流(mA)	18.2	19.7	21.1	22.0	23.1
電功率(10^{-6} W)	17690	19246	20656	21648	22892

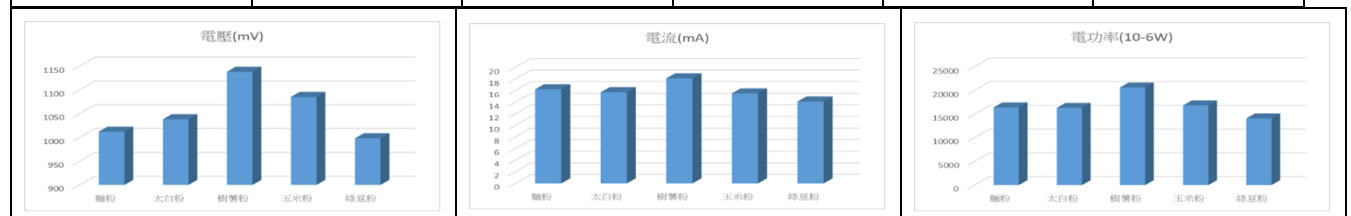
五、探討金屬電池添加不同種類的澱粉，會如何金屬電池電壓與電流及電功率的變化。

(一)將鋁罐剪成 4cm*5cm 並將其內部及外部利用砂紙將其去除，以利鱷魚夾導電。

(四)重複步驟(一)~(三)只是將麵粉改成、太白粉、樹薯粉、玉米粉、綠豆粉。

實驗結果：

澱粉種類	麵粉	太白粉	樹薯粉	玉米粉	綠豆粉
電壓(mV)	1012	1038	1138	1085	998
電流(mA)	16.2	15.7	18.1	15.5	14.1
電功率(10^{-6} W)	16394	16296	20597	16817	14071

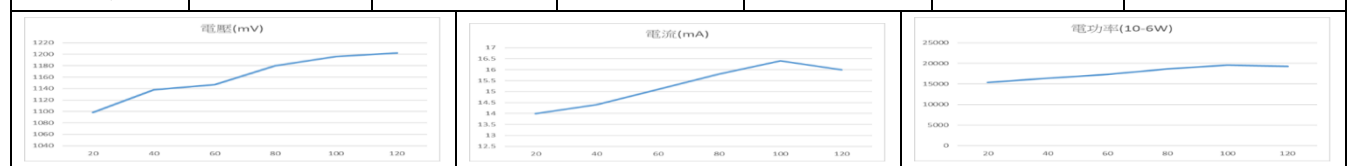


六、探討金屬電池添加不同濃度的樹薯粉，會如何金屬電池電壓與電流及電功率的變化。

將加入 20g 樹薯粉改成 40g、60g、80g、100g 及 120g。

實驗結果：

樹薯粉數量 g	20	40	60	80	100	120
電壓(mV)	1098	1138	1147	1180	1196	1202
電流(mA)	14.0	14.4	15.1	15.8	16.4	16.0
電功率(10^{-6} W)	15372	16387	17319	18644	19614	19232

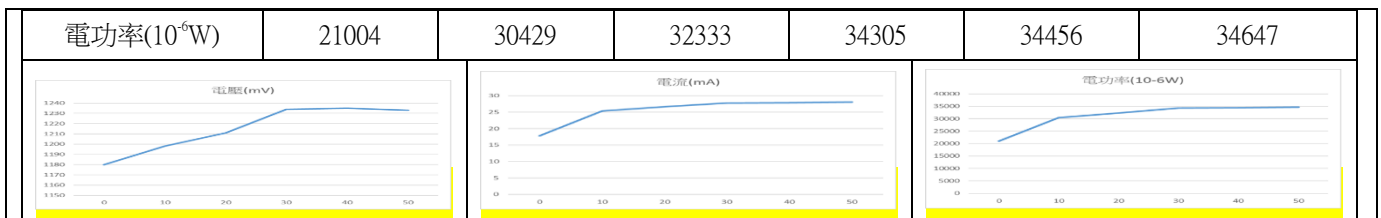


七、探討金屬電池的膠態電解質添加不同濃度活性碳，會如何金屬電池電壓與電流及電功率的變化。

將加入 0g 活性碳改成 10g、20g、30g、40g 及 50g。

實驗結果：

活性碳數量 g	0	10	20	30	40	50
電壓(mV)	1180	1198	1211	1234	1235	1233
電流(mA)	17.8	25.4	26.7	27.8	27.9	28.1

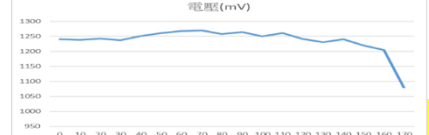
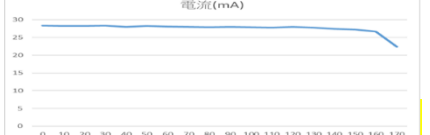
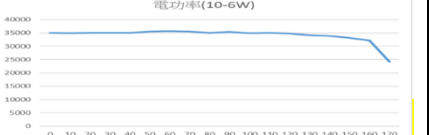


八、探討最佳化的金屬電池放電過程中，會如何金屬電池電壓與電流及電功率的變化。

(一)自製電流電壓測試模組，再並聯一個 led 燈觀察最佳電池放電時電壓與電流及電功率的相對於時間的變化。

實驗結果；

時間(分)	0	10	20	30	40	50
電壓(mV)	1240	1238	1242	1237	1251	1261
電流(mA)	28.3	28.2	28.2	28.3	28.0	28.2
電功率(10^{-6} W)	35092	34911	35024	35007	35028	35560
時間(分)	60	70	80	90	100	110
電壓(mV)	1268	1270	1258	1264	1250	1261
電流(mA)	28.1	28.0	27.9	28.0	27.9	27.8
電功率(10^{-6} W)	35630	35560	35098	35392	34875	35055
時間(分)	120	130	140	150	160	170
電壓(mV)	1241	1231	1240	1220	1204	1080
電流(mA)	28.0	27.8	27.4	27.2	26.7	22.4
電功率(10^{-6} W)	34748	34222	33976	33184	32146	24192

電壓(mV)		電流(mA)		電功率(10^{-6} W)	
--------	---	--------	--	-------------------	---

九、探討最佳化的金屬電池在不同溫度下放電，會如何金屬電池電壓與電流及電功率的變化。

將溫度改成 $20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、 $30^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、 $40^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、 $50^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

實驗結果；

時間(分)	0	10	20	30	40	平均
電壓(mV)	643	650	653	652	652	650
電流(mA)	22.3	22.2	22.2	22.3	22.0	22.2
電功率(10^{-6} W)	14339	14430	14497	14540	14344	14430

$20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$

時間(分)	0	10	20	30	40	平均
電壓(mV)	1240	1238	1242	1237	1251	1241
電流(mA)	28.3	28.2	28.2	28.3	28.0	28.2
電功率(10^{-6} W)	35092	34911	35024	35007	35028	34996

$30^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$

時間(分)	0	10	20	30	40	平均
-------	---	----	----	----	----	----

電壓(mV)	1248	1244	1245	1247	1251	1247
電流(mA)	28.5	28.6	28.5	28.6	28.5	28.5
電功率(10^{-6} W)	35568	35578	35482	35564	35653	35539
40°C±2°C						
時間(分)	0	10	20	30	40	平均
電壓(mV)	1256	1258	1262	1265	1271	1262
電流(mA)	29.3	29.1	29.2	29.0	29.1	29.1
電功率(10^{-6} W)	36801	36608	36850	36685	36986	36724
50°C±2°C						
時間(分)	0	10	20	30	40	平均
電壓(mV)	1288	1288	1292	1296	1292	1291
電流(mA)	30.0	30.2	30.1	30.2	30.5	30.2
電功率(10^{-6} W)	38640	38898	38889	39139	39406	38988
平均電壓(mV) 平均電流(mA) 平均電功率(10^{-6}W)						

五、結論與生活應用

一.鋁空氣電池使用食鹽與鋁金屬罐製作，不論輸出電流或輸出電壓都有最佳的效果。

二、鋁在生活中是相當常見的金屬，因為氧化電位相當高，雖然氧化鋁緻密，但是利用食鹽 20 可以讓它表面的氧化物為氯化物，電壓與電流及電功率的都是最佳的效果，因此鋁最適合用來做金屬電池。

三、由實驗四我們發現鋁片的面積越大效果最佳，這主要的原因面積越大反應速率越快，這也是為何乾電池或鹼性電池金屬都包裹在最外圍，因為這樣可以讓金屬與電解質產生最大的接觸面積。

四、乾電池中加入澱粉與碳粉確實能夠有效的提高電池的穩定度，由於鋁空氣電池使用的氯化物與鋁不會產生氣體導致極化現象，因此應該不需要去極劑的添加。

五、鋁空氣電池在低溫下容易導致電功率效果不佳，所以電動車或油電混和車在設計上若溫度低於過低宜有保溫系統之設計，以維持電池的正常運作

二.在可以將其運用在需要長時間用電的場所，例如工廠或車輛等等。

六、參考資料

1、未來的電池特輯：

(二) 鋁-空氣電池 <https://iknow.stpi.narl.org.tw/Post/Read.aspx?PostID=11594>

2、鋁電池大突破，再生能源儲能免煩惱 工研院楊昌中專訪

<https://www.scimonth.com.tw/archives/3683>