

# 2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

## 國中組 成果報告表單

題目名稱：『鋁』爭氣，『鐵』定來電

### 一、摘要

本實驗從回收物或隨手可取得的生活素材，發現也可以信手拈來就是可用的經濟環保的空氣電池，現在很缺電，我們利用家裡的喝完的金屬罐以及報紙、衛生紙、或從樹葉萃取葉綠素溶液做成各式各樣空氣電池，透過改變「多孔碳材」、「金屬罐」、「隔離膜」、「電解液」、「添加物」成功研發各種發電的可能，沒電了，只要把正極拿去洗一洗用又可以重新發電。

### 二、探究題目與動機

有一次看到報導提到特斯拉繼成功申請混動系統專利之後，近日又拿下金屬空氣電池的充電技術專利。人們對金屬空氣電池或許有些陌生，它們並不像鋰離子電池那樣在新能源汽車領域扮演著當紅角色，但金屬空氣電池確實有著巨大潛力，一旦商業化，足以驚艷四座。這引起我們的興趣，我們上網查資料發現目前已經取得研究進展的金屬空氣電池主要有鋁空氣電池、鎂空氣電池、鋅空氣電池、鋰空氣電池等。雖然已有不少研究或科展對空氣電池進行探討，但我們想從回收物或隨手可取得的生活素材來思考，開發經濟環保的空氣電池的更多可能性。

### 三、探究目的與假設

我們假設將空氣電池的各個構造進行材料替換，就有機會找到適合作為空氣電池的材料，於是我們進行一連串的實驗來探討『不同條件』對空氣電池電壓的影響。以下是我們的研究目的。

- 一、探討不同「多孔碳材」對空氣電池電壓的影響。
- 二、探討不同「金屬罐」對空氣電池電壓的影響。
- 三、探討不同「隔離膜」對空氣電池電壓的影響。
- 四、探討不同「電解液」對空氣電池電壓的影響。
- 五、探討不同「添加物」對空氣電池電壓的影響。
- 六、探討不同空氣電池對 LED 燈發光的影響。

### 四、探究方法與驗證步驟

實驗器材：

多孔碳材、金屬罐、pH meter、隔離膜、鹽度計、LED 燈、手機攝錄裝置、三用電錶



多孔碳材



金屬罐



隔離膜



pH meter



咖啡渣



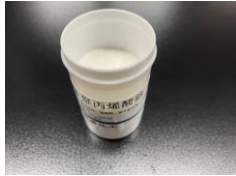
活性炭



暖暖包



茶葉



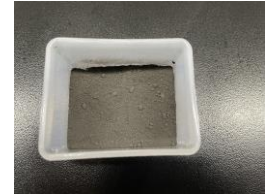
聚丙烯酸鈉



矽藻土



除溼氯化鈣



二氧化錳



小蘇打粉



食鹽



食用醋



菩提葉



鹽度計



LED 燈



手機攝錄裝置



三用電表

### 一、探討不同「多孔碳材」對空氣電池電壓的影響。

1. 使用日常生活中能與空氣接觸的多孔碳材為正極，分別為備長炭(粗)、備長炭(細)、一般木炭、石墨棒(長)、石墨棒(短)、素描炭筆、2mm 筆芯。
2. 用飽和食鹽水將 2 張餐巾紙沾溼後包住「正極」，再用兩條橡皮筋固定
3. 將蘋果西打鋁罐的瓶口用開瓶器切開，再裝 50mL 飽和食鹽水，將步驟 2 之正極放入金屬罐，即製成空氣電池。
4. 取三用電表連接自製空氣電池的正負極，測量電池電壓。
5. 架好手機攝錄裝置，錄影 30 分鐘並使用 Movie Maker，記錄並分析每 5 分鐘的電壓變化。

### 二、探討不同「金屬罐」對空氣電池電壓的影響。

1. 不同金屬罐當作「負極」分別有蘋果西打(中型鋁罐)、黑松沙士(大型鋁罐)、可口可樂(大型鋁罐)、台灣啤酒(超大型鋁罐)、牛奶花生(大型鐵罐)、杏仁茶(細鐵罐)、津津蘆荀汁(細鐵罐)、大茂黑瓜(小型鐵罐)。
2. 用飽和食鹽水將 2 張餐巾紙沾溼後包住正極的石墨棒(長)，再用兩條橡皮筋固定。
3. 將不同金屬罐的瓶口用開瓶器切開，再裝 50mL 飽和食鹽水，將步驟 2 之正極放入金屬罐，即製成空氣電池。

4. 取三用電表連接自製空氣電池的正負極，測量電池電壓。

5. 架好手機攝錄裝置，錄影 30 分鐘並使用 Movie Maker，記錄並分析每 5 分鐘的電壓變化。

### 三、探討不同「隔離膜」對空氣電池電壓的影響。

1. 使用日常生活中隨手可取得的不同種類的「隔離膜」，分別為溼紙巾、餐巾紙、衛生紙、報紙、不織布、抹布、科技泡棉、純棉化妝棉。

2. 分別將上述「隔離膜」用飽和食鹽水沾溼後包住正極的石墨棒(長)。再用兩條橡皮筋綁好。

3. 將蘋果西打鋁罐的瓶口用開瓶器切開，再裝 50mL 飽和食鹽水，將步驟 2 之正極放入金屬罐，即製成空氣電池。

4. 取三用電表連接自製空氣電池的正負極，測量電池電壓。

5. 架好手機攝錄裝置，錄影 30 分鐘並使用 Movie Maker，記錄並分析每 5 分鐘的電壓變化。

### 四、探討不同「電解液」對空氣電池電壓的影響。

1. 使用不同「電解液」，分別為海水(旗津的海水)、飽和食鹽水、葉綠素溶液(用酒精萃取得到菩提葉的葉綠素溶液)、小蘇打水溶液、工研酢。

2. 使用上述不同「電解液」將 2 張餐巾紙沾溼後包住正極的石墨棒(長)，再用兩條橡皮筋固定。

3. 將不同金屬罐的瓶口用開瓶器切開，再裝 50mL 的食鹽水，將步驟 2 之正極放入金屬罐，即製成空氣電池。

4. 取三用電表連接自製空氣電池的正負極，測量電池電壓。

5. 使用 pH meter 測量電解液的 pH 值。使用鹽度計測旗津海水的鹽度。

6. 架好手機攝錄裝置，錄影 30 分鐘並使用 Movie Maker，記錄並分析每 5 分鐘電壓的變化。

### 五、探討不同「添加物」對空氣電池電壓的影響。

1. 使用 2 張餐巾紙當隔離膜，平鋪桌上後分別加上不同「添加物」，分別為活性炭、茶包茶葉、咖啡渣、暖暖包材料、氯化鈣、二氧化錳、聚丙烯酸鈉、矽藻土。

2. 使用飽和食鹽水將步驟 1 之餐巾紙沾溼後包住正極的石墨棒(長)，再用兩條橡皮筋綁好。

3. 將蘋果西打鋁罐的瓶口用開瓶器切開，再裝 50mL 飽和食鹽水，將步驟 2 之正極放入金屬罐，即製成空氣電池。

4. 取三用電表連接自製空氣電池的正負極，測量電池電壓。

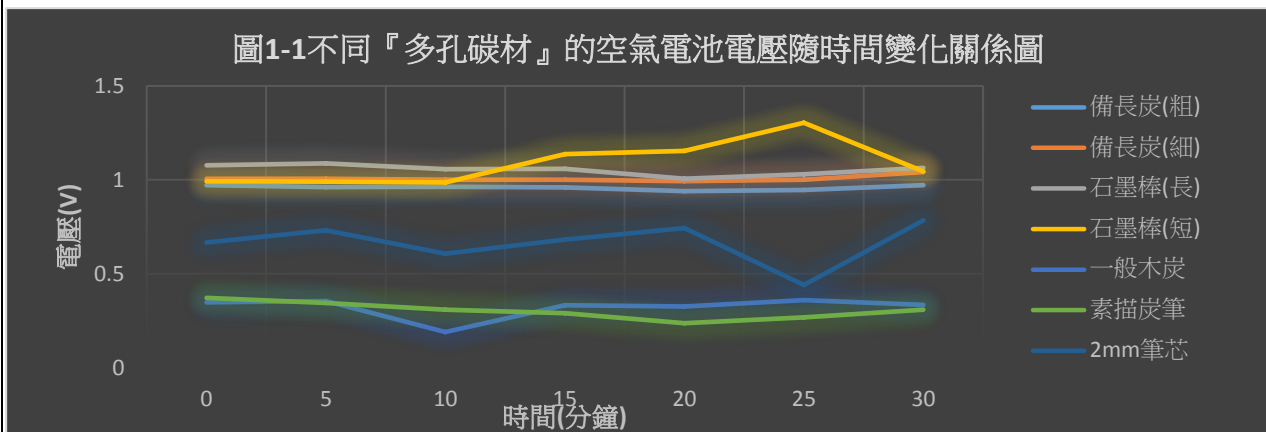
5. 架好手機攝錄裝置，錄影 30 分鐘並使用 Movie Maker，記錄並分析每 5 分鐘電壓的變化。

### 六、探討不同空氣電池對 LED 燈發光的影響。

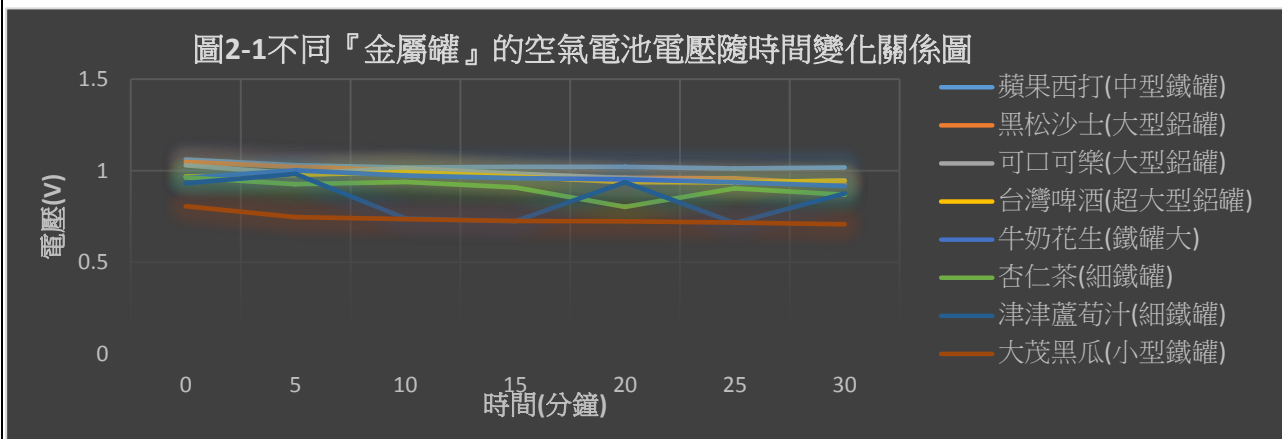
1. 自製各式空氣電池。

2. 探討自製空氣電池讓 LED 燈發光的情形。

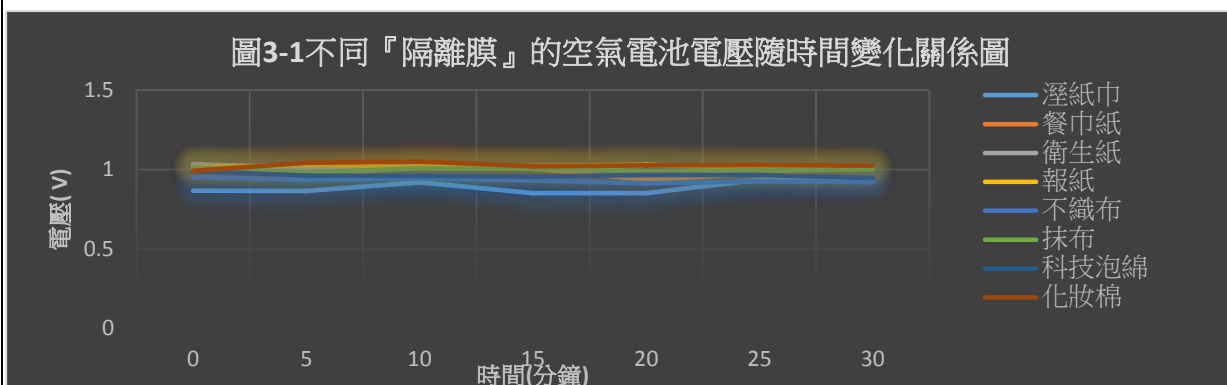
## 結果討論:



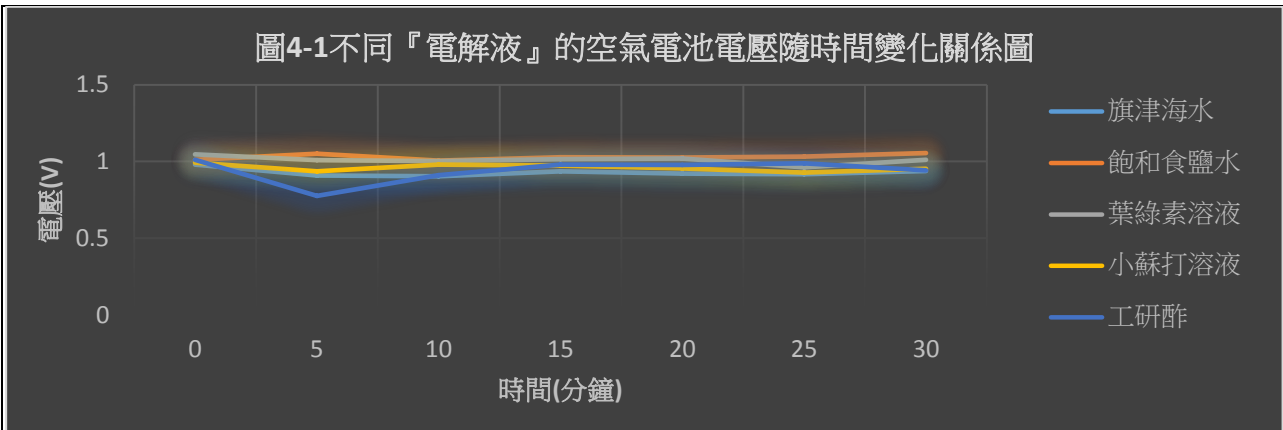
由圖 1-1 可知不同『多孔碳材』的空氣電池產生電壓大小排序為:石墨棒(短)>石墨棒(長)>備長炭(細)>備長炭(粗)>2mm 筆芯>一般木炭>素描炭筆。以上前三名的電壓都在 1.0V 以上，第四名備長炭(粗)的電壓也有 0.95V，而 2mm 筆芯也可以產生 0.6V 以上的電壓。



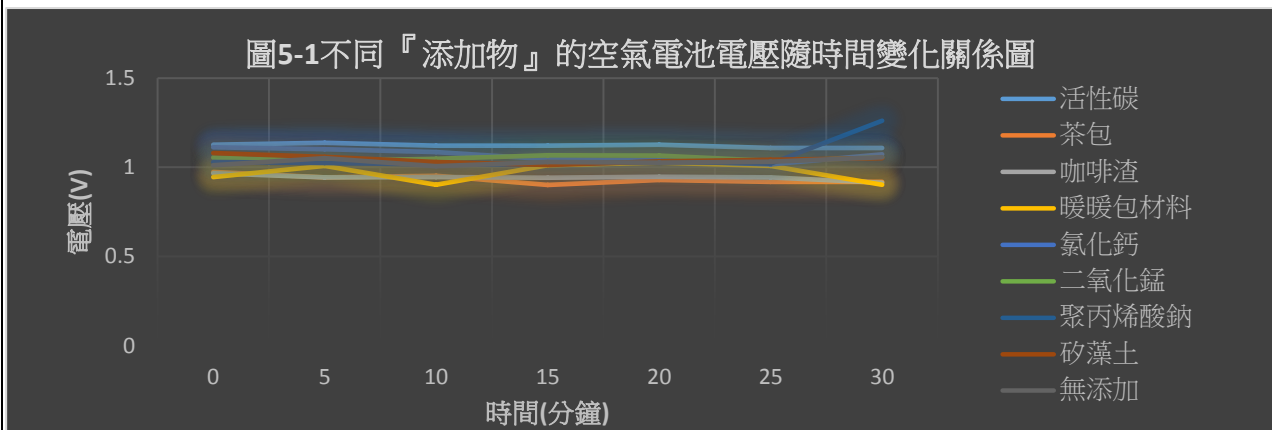
由圖 2-1 可知不同『金屬罐』的空氣電池產生電壓大小排序為:蘋果西打(中型鋁罐)>黑松沙士(大型鋁罐)>可口可樂(大型鋁罐)>台灣啤酒(超大型鋁罐)>牛奶花生(鐵罐大)>杏仁(細鐵罐)茶>津津蘆荀汁(細鐵罐)>大茂黑瓜(小型鐵罐)。鋁罐和大型鐵罐產生的電壓皆 0.95V 以上，細鐵罐的電壓可達 0.8V 以上，小型鐵罐的電壓也在 0.7V 以上。



由圖 3-1 可知不同『隔離膜』的空氣電池產生電壓大小排序為:化妝棉>報紙>衛生紙>餐巾紙>抹布>科技泡綿>不織布>溼紙巾，化妝棉、報紙、衛生紙、餐巾紙產生的電壓皆在 1V 以上，說明這些素材吸水性，離子交換的表現也佳。



由圖 4-1 可知不同『電解液』的空氣電池產生電壓大小排序為:飽和食鹽水(鹽度 24)>葉綠素溶液(pH=7.5)>小蘇打溶液(pH=8.9)>工研酢(pH=2.4)>旗津海水(鹽度 2) 。海水能產生至少 0.90V 的電壓，葉綠素溶液產生電壓高達 1V 以上，食用醋電壓可達 0.9V 以上。



由圖 5-1 可知不同『添加物』的空氣電池產生電壓大小排序為:聚丙烯酸鈉>活性碳>氯化鈣>無添加>二氧化錳>矽藻土>暖暖包材料>咖啡渣>茶包茶葉。添加聚丙烯酸鈉和活性碳產生電壓皆在 1.1V 以上，加二氧化錳也可增大電壓，另外回收物像是暖暖包材料、咖啡渣、茶包茶葉或許可再改良，例如透過炭化增加其吸附氧氣的效果。



圖 6-1 使用自製不同的空氣電池 LED 燈發光

由圖 6-1 所示，使用自製鋁空氣電池皆可以使 LED 燈發亮至少 72 小時，自製鐵空氣電池則可使 LED 燈發亮 51 小時。這讓我們想到最近美國新創公司 Form Energy 製作「鐵空氣電池」發電時數長，成本低廉僅鋰離子電池 1/10，有望成為全球最便宜的電池。我們應善用生活中的鐵素材來自製空氣電池。

## 五、結論與生活應用

茲將我們的實驗結果歸納成以下幾點結論：

一、不同的「多孔碳材」產生電壓大小依序為:石墨棒(短)>石墨棒(長)>備長炭(細)>備長炭(粗)>2mm 筆芯>一般木炭>素描炭筆，推測石墨棒的結構較完整，所以產生電壓皆較高，其次是備長炭，電壓皆在 0.95V 以上，另外 2mm 筆芯也可以產生 0.6V 以上的電壓。

二、不同的「金屬罐」產生電壓大小依序為:蘋果西打(中型鋁罐)>黑松沙士(大型鋁罐)>可口可樂(大型鋁罐)>台灣啤酒(超大型鋁罐)>牛奶花生(大型鐵罐)>杏仁(細鐵罐)茶>津津蘆荀汁(細鐵罐)>大茂黑瓜(小型鐵罐)。使用不同金屬罐當負極，鋁罐產生的電壓大於鐵罐，應該跟鋁的活性大於鐵有關。大型鐵罐比細鐵罐和小型鐵罐產生電壓高。超大鋁罐所產生的電壓並非最大，而中型蘋果西打鋁罐產生的電壓反而是最高的，推測是受到鋁罐其它材質因素影響。

三、不同隔離膜產生電壓大小依序為:化妝棉>報紙>衛生紙>抹布>餐巾紙>科技泡綿>不織布>溼紙巾，以化妝棉、報紙、衛生紙、餐巾紙做為隔離膜產生的電壓是最高的前四名，吸水性佳之外離子交換的表現也佳，這些都是日常生活中易取得的材料，應該善加利用。

四、不同電解液產生電壓大小排序為:飽和食鹽水(鹽度 24)>葉綠素溶液(pH=7.5)>小蘇打溶液(pH=8.9)>工研酢(pH=2.4)>旗津海水(鹽度 2)，取海水可順利發電，海水能產生至少 0.9V 的電壓，葉綠素溶液產生電壓也高達 1V 以上，雖然一般建議使用鹼性溶液當做電解液，不過手邊只有食用醋時也可以考慮使用，電壓也可達 0.9V 以上。

五、添加物的部分可考量吸水性好的材質，例如聚丙烯酸鈉和氯化鈣，而活性炭可以增加吸氧的孔隙，以上添加物可以產生較高的電壓。另外，回收物像是暖暖包材料、咖啡渣、茶包茶葉是未來可以考慮改良的添加物。

六、本實驗可成功自製各式空氣電池，不僅可以使 LED 燈發光 72 小時，沒電時只需要把石墨棒拿去洗一洗，又可以重新發電，實為一個經濟又環保的電池。

我們的研究可做為生活應用:

- 一、 現在很缺電，還在用愛發電嗎?台灣是海島其實可以善用海水來發電。
- 二、 回收物品像金屬飲料罐、報紙、濾水器的活性碳等，都可以廢物利用來發電。
- 三、 做個生活達人，利用隨身物品，例如:衛生紙、樹葉的葉綠素、食鹽和食用醋等並應用所學的科學知識就可以完成各式空氣電池。

## 參考資料

- 一、 特斯拉申請充電技術專利，金屬空氣電池能否終結「續航焦慮」?

<https://read01.com/zh-hk/JkEeyQ.html#.Yk5ibyhByUk>

- 二、 翰林版國中自然科學課本第六冊。