

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：最佳帶鹽人--海水自走船

一、摘要：

將碳、鎂分別作為電池的正負極，使用和海水接近的鹽水作為電解液，去探討海洋自走船的可行性，我們在實驗中，選用 300 馬達的電壓使用範圍為 0.5V~6V，電流 0.04A 即可轉動，照理來說電功率 0.02W 就可以轉動，但因為我們有加上螺旋槳之扇葉葉片，且要放置在水中，有水與空氣的阻力，因此我們發現功率至少在 1.5W 上下，馬達的轉動才會比較穩定，且電解液濃度太低，鎂金屬發生反應的速度較為緩慢，電流、電壓相對不夠穩定，轉動情形不佳。我們發現鎂碳金屬的發電效能較好，電極距離越近、鹽水的濃度越高，則電壓電流的乘積越高，有較好的電功率表現；而溫度越高、使用時間越長，電壓、電流則會下降。最後，我們利用海水當電解液實際測試，成功使馬達運轉。

二、探究題目與動機

老師曾上過一堂有關伏打電池的課程，覺得可以用食鹽水和兩種不同的金屬發電很神奇，我們想到海水中也有鹽的成分，或許可以利用伏打電池的原理，製作出不需用到石油且能自行行走的船，且海水本身就是電解液，可以測試看看可否讓船行走，利用較無害的發電方式，減少環境污染，來改善對地球的傷害，達到永續發展的目標。

三、探究目的與假設

(一)探討伏打電池的原理

(二)了解三用電錶的使用方法

(三)探討影響自走船的發電功效

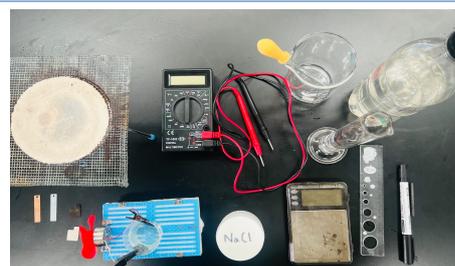
1. 找出適合海水自走船的金屬電極
2. 比較不同濃度的鹽水所產生的電壓、電流及電功率
3. 比較不同溫度的鹽水所產生的電壓、電流及電功率
4. 比較不同接觸面積所產生的電壓、電流及電功率
5. 比較不同距離所產生之電壓、電流及電功率
6. 探討使用時間越長，是否使電壓、電流下降

(四)實際測量用海水讓自走船行駛的功效

四、探究方法與驗證步驟

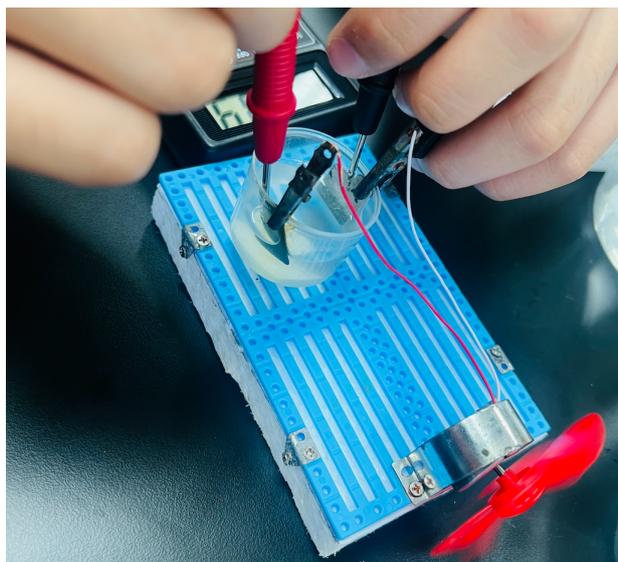
一、實驗器材

三腳架、陶瓷纖維網、電子秤、燒杯、滴管、量筒、電線、三用電表、鋅片、銅片、碳片、鎂片、攪拌棒、300 馬達、食用鹽、自來水、海水。

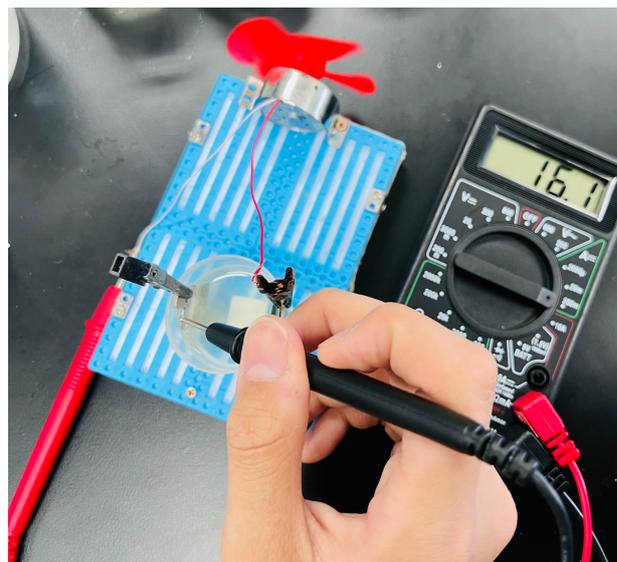


二、實驗方法

- (1) 將馬達與金屬片連接
- (2) 將金屬片安裝在電解槽兩側將鹽水倒入燒杯中
- (3) 將三用電錶與金屬片連接
- (4) 用並聯方式測量電壓
- (5) 用串連方式測量電流
- (6) 理解電功率 (P) = 電壓 (V) × 電流 (I)



電壓的測量



電流的測量

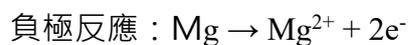
三、探討影響自走船的發電功效

(1) 比較不同的電極產生的電壓

1. 取不同種金屬片組合(鋅碳、銅碳、鋅銅、鎂銅、鎂碳)放入 3.5%食鹽水。
2. 取鱷魚夾導線分別連接金屬片、馬達和三用電錶，觀察並記錄。

| 電極搭配 | 鋅/碳 | 銅/碳 | 鋅/銅 | 鎂/銅 | 鎂/碳 |
|--------|------|------|------|------|------|
| 電壓 | 0.76 | 0.01 | 0.86 | 1.07 | 1.20 |
| 電流 | 0.98 | 0 | 1.1 | 0.58 | 1.34 |
| 馬達可否轉動 | 否 | 否 | 否 | 否 | 是 |

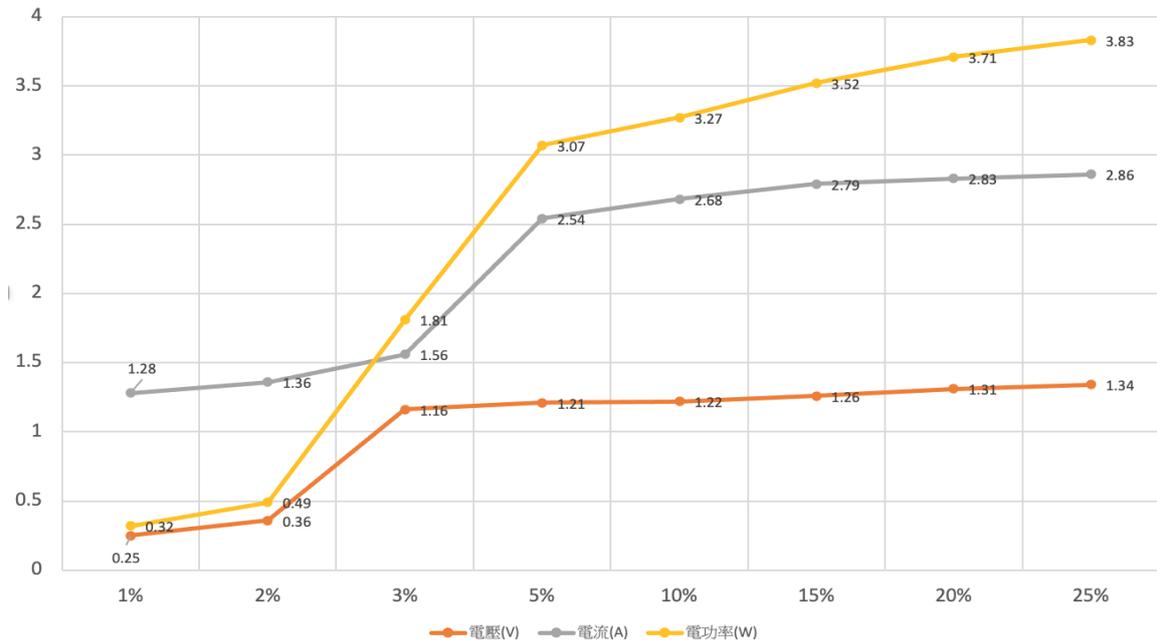
我們根據金屬不同的活性，做不同的電極搭配，發現**鎂與碳的搭配最為恰當**。



(2) 比較不同鹽水濃度之電壓、電流及電功率

1. 準備海水及食鹽水 (濃度 1%、2%、3%、5%、10%、15%、20%、25%)。
2. 取鱷魚夾導線分別連接金屬片、馬達和三用電錶，觀察並記錄。

食鹽水濃度對電壓、電流、電功率的影響



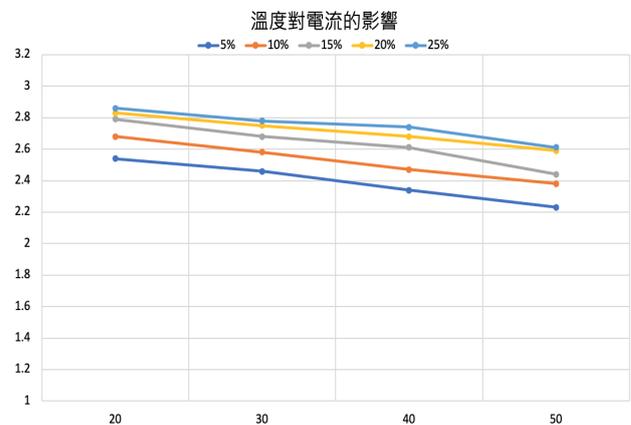
| | | | | | | | |
|-----|-----|----|----|----|----|----|----|
| 不轉動 | 不轉動 | 轉動 | 轉動 | 轉動 | 轉動 | 轉動 | 轉動 |
|-----|-----|----|----|----|----|----|----|

結論：可以發現，食鹽水濃度越高，電壓及電流都有增加的趨勢，因此電功率也變大。在 1%、2% 的食鹽水中，馬達沒有轉動，3%~25% 食鹽水溶液中，電壓雖然有增加，但幅度較小較不明顯。

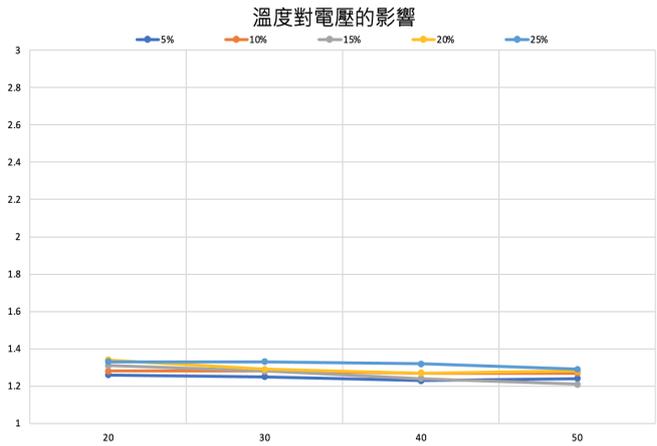
(3) 比較不同食鹽水溫度之電壓及電流

1. 準備食鹽水 (5%、10%、15%、20%、25%)。
2. 分別加熱至 20 度、30 度、40 度、50 度。
3. 取鱷魚夾導線分別連接金屬片、馬達和三用電錶，觀察並記錄。

| | | 電流 | | | |
|-------|----|------|------|------|------|
| | | 溫度 | 溫度 | 溫度 | 溫度 |
| 食鹽水濃度 | 溫度 | 20° | 30° | 40° | 50° |
| 5% | | 2.54 | 2.46 | 2.34 | 2.23 |
| 10% | | 2.68 | 2.58 | 2.47 | 2.38 |
| 15% | | 2.79 | 2.68 | 2.61 | 2.44 |
| 20% | | 2.83 | 2.75 | 2.68 | 2.59 |
| 25% | | 2.86 | 2.78 | 2.74 | 2.61 |



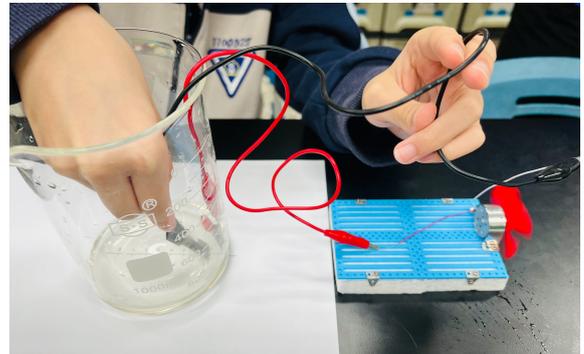
| 電壓 | | | | |
|-------------|------|------|------|------|
| 溫度 食鹽水濃度 | 20° | 30° | 40° | 50° |
| 5% | 1.26 | 1.25 | 1.23 | 1.24 |
| 10% | 1.28 | 1.28 | 1.27 | 1.27 |
| 15% | 1.31 | 1.28 | 1.24 | 1.21 |
| 20% | 1.34 | 1.29 | 1.27 | 1.28 |
| 25% | 1.33 | 1.33 | 1.32 | 1.29 |



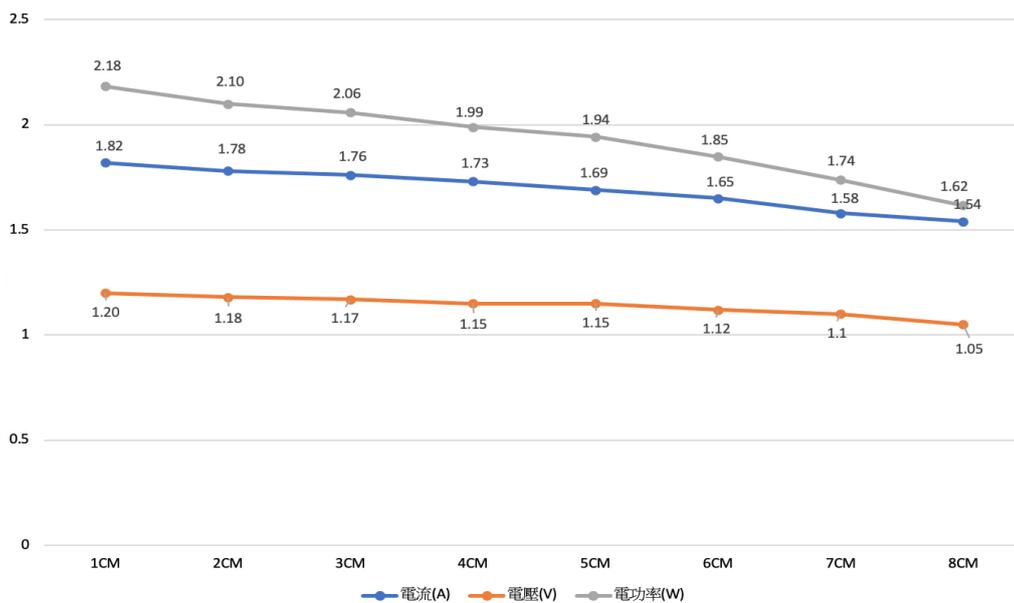
結論：從以上數據及圖表可以發現，**溫度越高，電壓及電流都有下降的趨勢**，但電壓下降幅度很小，而電流明顯下降，因此我們可以推斷，食鹽水溫度越高，對我們海水自走船的馬達轉動沒有幫助。

(4) 比較不同的金屬片距離之電壓及電流

1. 在 1000 毫升的燒杯裡裝 3.5% 的食鹽水
2. 兩金屬片距離改為 1cm、2cm、3cm、4cm、5cm、6cm、7cm、8cm。
3. 取鱷魚夾導線分別連接金屬片、馬達和三用電錶，觀察並記錄。



電極距離對電壓、電流、電功率之影響



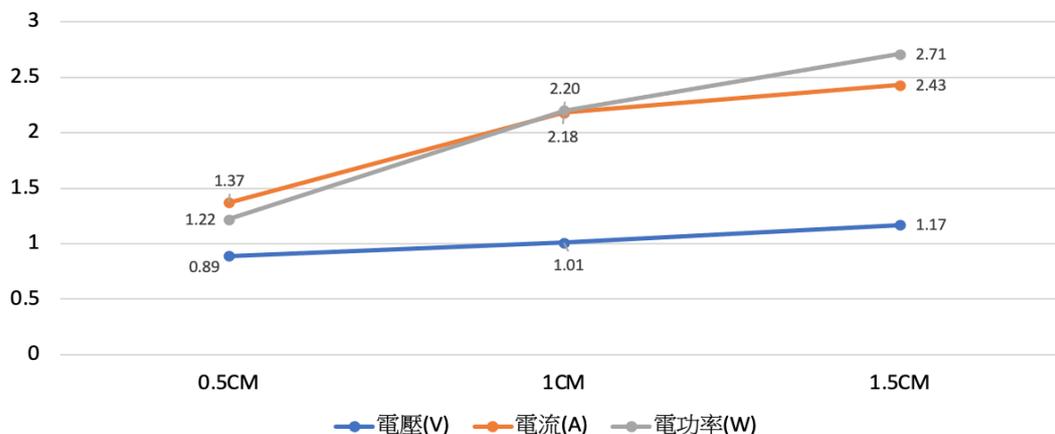
結論：從上表可以發現，**電流會隨著電極距離的增加而逐漸變小**，電壓減少的幅度較不明顯，可以從電功率的走勢了解，距離越遠馬達轉動效能越低。

(5) 比較不同放置金屬片的深度之距離

1. 在鎂片和碳片下方(0.5cm、1cm、1.5cm)畫上記號，並放入 3.5%食鹽水。
2. 取鱷魚夾導線分別連接金屬片、馬達和三用電表，觀察並記錄。



電極深度對電壓、電流、電功率之影響



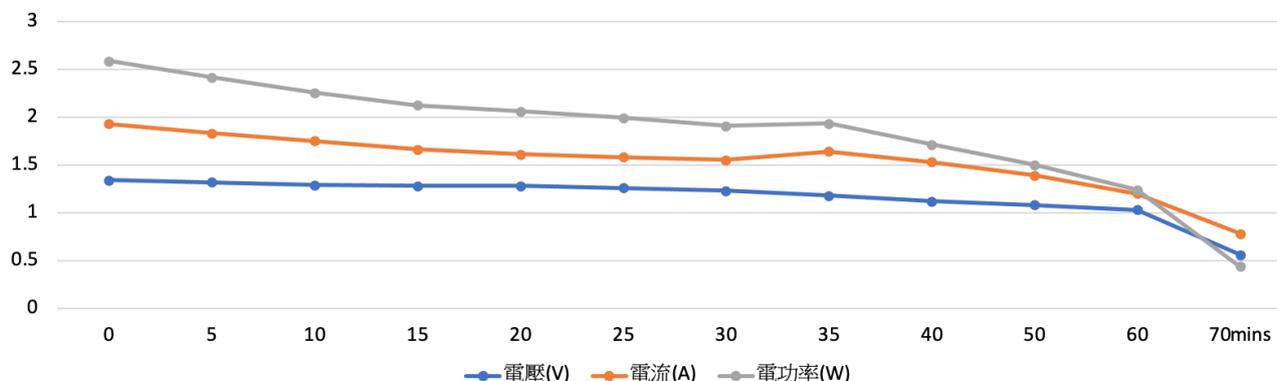
結論：從上圖可以得知，電極放置越深，會因接觸面積變大電流增加，電壓影響幅度較不明顯。

(6) 探討使用時間越長，是否使電壓、電流下降

停止轉動

| 經過時間 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 50 | 60 | 70分 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 電壓(V) | 1.34 | 1.32 | 1.29 | 1.28 | 1.28 | 1.26 | 1.23 | 1.18 | 1.12 | 1.08 | 1.03 | 0.56 |
| 電流(A) | 1.93 | 1.83 | 1.75 | 1.66 | 1.61 | 1.58 | 1.55 | 1.64 | 1.53 | 1.39 | 1.2 | 0.78 |
| 電功率(W) | 2.59 | 2.42 | 2.26 | 2.12 | 2.06 | 1.99 | 1.91 | 1.94 | 1.71 | 1.50 | 1.24 | 0.44 |

使用鎂碳電池經過時間--電壓、電流、電功率



由此圖可以明顯看到，使用時間越長，電壓和電流都有下降的趨勢，我們推斷，因電極有明顯氧化，且電解液變濃稠，因此造成電壓、電流改變。

五、結論與生活應用

我們選用 300 馬達的電壓使用範圍為 0.5V~6V，電流 0.04A 即可轉動，照理來說電功率 0.02W 就可以轉動，但因為我們有加上螺旋槳之扇葉葉片，且要放置在水中，有水與空氣的阻力，因此我們發現功率約在 1.5W 上下，馬達的轉動才會比較穩定，且電解液濃度太低，鎂金屬發生反應的速度較為緩慢，電流、電壓相對不夠穩定，轉動情形不佳。我們發現鎂碳金屬的發電效能較好，電極距離越近、鹽水的濃度越高，則電壓電流的乘積越高，有較好的電功率表現；而溫度越高、使用時間越長，電壓、電流則會下降。

最後在常溫常壓下，我們實際使用海水作為電解液，用系統簡單的構造，可以成功的使馬達葉片轉動，因此可以證實運用海水作為電解液的方式，未來在航海部分的確有探究跟發展的空間，但鎂片雖然可以發電，不過它很容易氧化成白色氫氧化鎂，尤其在鹽水、海水中氧化的速度更快，導致電壓與電流的下降，需要定期更換或磨砂去除電極上方氧化物。而運用鎂金屬作為電極負極的好處是海水中也有許多鎂離子，可以降低燃料對環境的污染，並且已有從海洋中將鎂離子提煉成鎂金屬的技術，產生電能後，水氣與氫氧化鎂等產物，這些物質經由處理後皆可以再使用，可視為能源材料的循環，環保性是絕對受肯定的。

參考資料

LIS 電化學·伏打堆與金屬電

<https://youtu.be/AIeQKfBl04w>

LIS 一塊錢電池充手機

<https://youtu.be/xowTjeVzdZA>

海水電解鋁銅 模型自走船獲獎

<https://tw.appledaily.com/life/20121019/RQSMBRXZQDQPOCPDH74EN7E7FE/>