

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 化學科

040208

『葉』問『綠素』電從哪來？

學校名稱：國立屏北高級中學

作者： 高二 王聰瑋 高二 姜任鴻 高二 陳昱態	指導老師： 陳威廷
---	------------------

關鍵詞：氧化還原、葉綠素、原電池

作品名稱：『葉』問『綠素』電從哪來？

壹、摘要

生活中有很多因應各種需求的電池，各家廠商也改變電池的結構與化學物質，符合所需。但大部分都需要回收。因此本實驗所討論的希望能回歸最基本的電能需求，以最簡單與自然的方式，製造可簡易使用的電池且不會對環境造成過度污染。

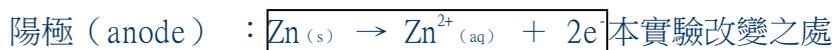
貳、研究動機

某次和同學討論基礎化學中的電池時，因為好奇所以拆開幾種電池，發現電池中的設計和成分都不太相同，因此開始有了製造一種特殊電池的想法，在網路上搜尋到有研究使用葉綠素的氧化來當還原劑。因此就有了想要將葉綠素當作電池的負極，並且組裝成電池，並探討實用度與發展性。

這是我們在網路上發現的資料

鋅錳電池

由法國人（G. Leclanche）發明的鋅錳電池是最早的乾電池（dry cell），到現在仍是產量最大、使用最廣的一次電池。其構造是以鋅筒作負極兼電池容器，內容物為 MnO_2 、碳粉、 NH_4Cl 溶液、 ZnCl_2 溶液及澱粉所調成的糊狀物，再以碳棒作為正極。在 25°C 時，輸出電壓約 1.5 伏特。反應式如下：

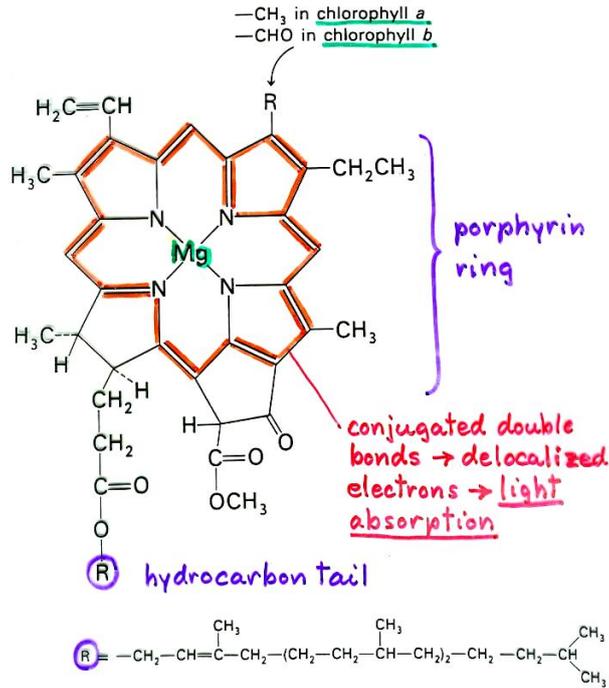


鋅錳電池的優點是便宜、製造簡單、能量密度高於其他二次電池、攜帶方便。但是不適合大電流連續放電，且放電壓不穩。

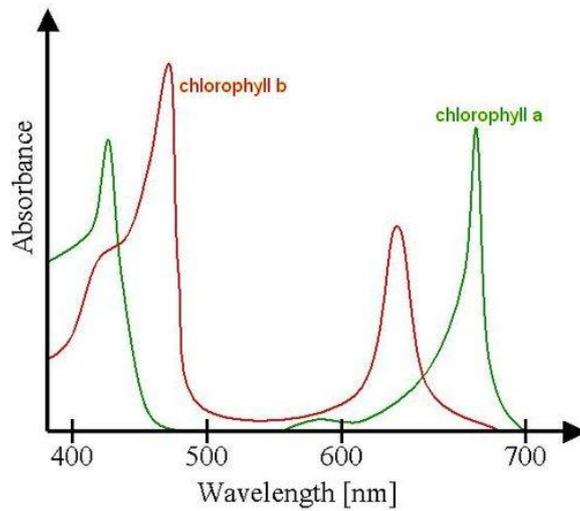
以下這是我們的想法：

因為葉綠素在經過加酸或加熱或脫鎂作用後會變成**脫鎂葉綠素**（Pheophytin $\text{C}_{55}\text{H}_{74}\text{N}_4\text{O}_5$ ）顏色也會改變。

Chlorophyll structure

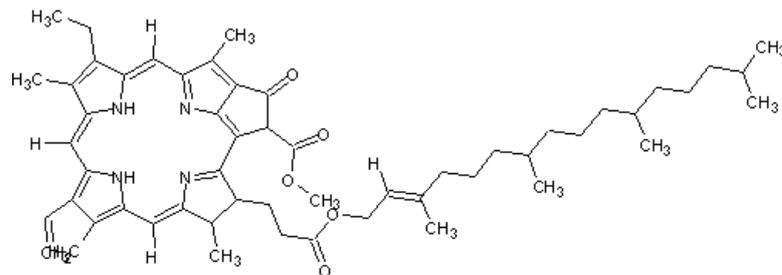


圖一、葉綠素 (圖片來源：www.cbu.edu/~seisen/Photosynthesis.htm)



圖二、葉綠素 a 與葉綠素 b 對於日光的吸收光譜圖

(圖片來源：http://en.wikipedia.org/wiki/Image:Chlorophyll_ab_spectra.png)



圖三：脫鎂葉綠素 a

脫掉鎂的葉綠素，所以葉綠素可當做負極的材料。而葉綠素可分為葉綠素 a、葉綠素 b、葉綠素 c1、葉綠素 c2、葉綠素 d。其中以葉綠素 a ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$) 在自然界中佔最大量，因此以本實驗當作陽極材料的成分之一。



另外以對環境污染性低的鋁箔當作陽極負責導電及參與氧化還原。反應如下所示：



參、研究目的

- 一、使用不同的電極材料，並從中找出最穩定的組合。
- 二、改變電池的構造增進電池的效能。
- 三、改變電池電極材料的組合，發揮最大的電池效能。
- 四、了解葉綠素在電池中所扮演的角色。

肆、研究設備及器材

一、器材：

滴管	燒杯(50 ml、100 ml)	玻棒	Vernier LabPro
三用電錶	量筒(10ml、100ml)	電腦	電子天平 (JADEVER, SNUG-300)

二、藥品：

草酸 $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$	檸檬酸 $C_6H_8O_7$	果酸	二氧化錳 MnO_2	氯化銨 NH_4Cl
濾紙	半透膜：分子透析膜	鋁箔 Al	碳棒 C	

伍、研究過程或方法

一、實驗步驟（試樣準備部分）

(一)我們拆解市面上的電池發現，很多三號電池均設計為圓筒狀，但有一個特別引起我們注意的電子大廠充電電池，他的設計為捲筒狀，正好可以解決我們放置藥品及資源精簡的解決方案，因此本實驗以捲筒狀當作電池製作的方式。

(二)決定藥品

導電電極

負極

鋁箔可以導電並且參與氧化還原反應。

正極

石墨棒當惰性電極、二氧化錳、氯化銨。

電解質

草酸、檸檬酸、果酸、葉綠素。

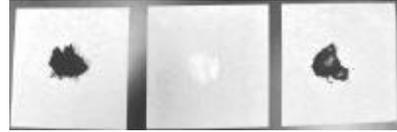
透膜

濾紙、半透膜(分子透析膜)。

葉綠素電池

電池製作方法

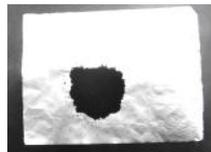
先將所有藥品準備齊
全放置於適當位置



將葉綠素及無水酸性物質在燒杯中混合。



先裁剪鋁箔
8X10cm，並在其上
鋪上負極成分葉綠
素與酸的混合物。



繼續鋪上濾紙，之後鋪上正極
物質二氧化錳。
再繼續鋪上濾紙(或半透
膜)，最後鋪上正極物質二
氧化錳(或氯化銨)。



加水完成後，
立即開始測量
電池電壓與電流



二、實驗步驟（儀器準備部分）

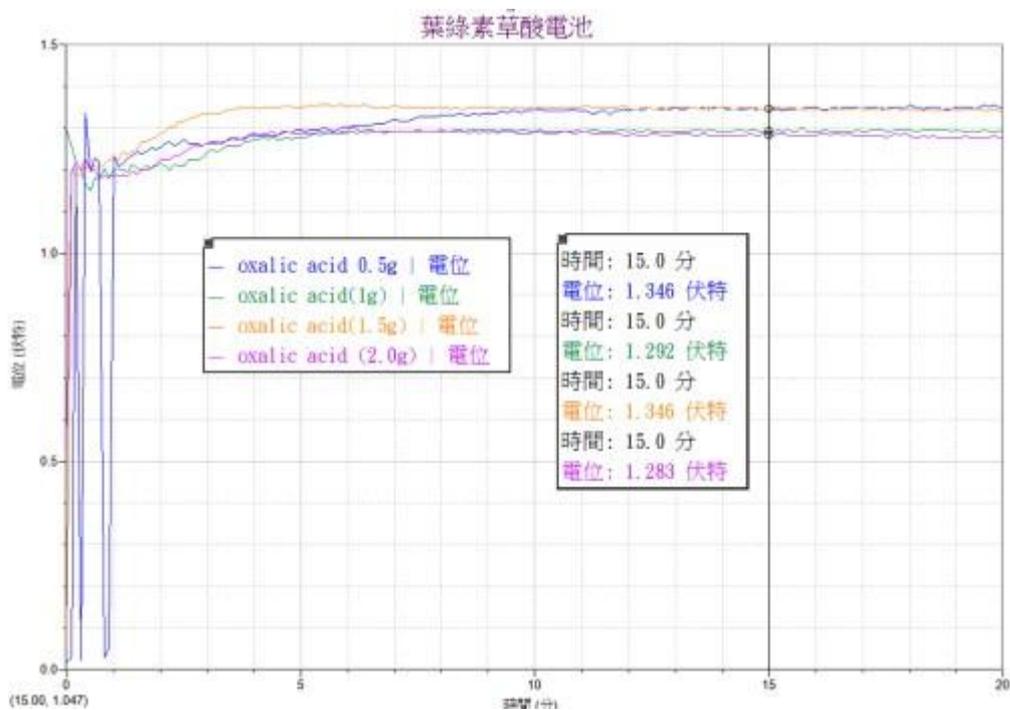
1. 完成一顆葉綠素電池。
2. 將電池以附有鱷魚夾的電線夾好。
3. 將連接好的電池組與測量儀器以 USB 連接。
4. 設定參數開始測量。
5. 以軟體蒐集數據。
6. 以軟體分析數據。

陸、研究結果

一、酸重量對電壓影響

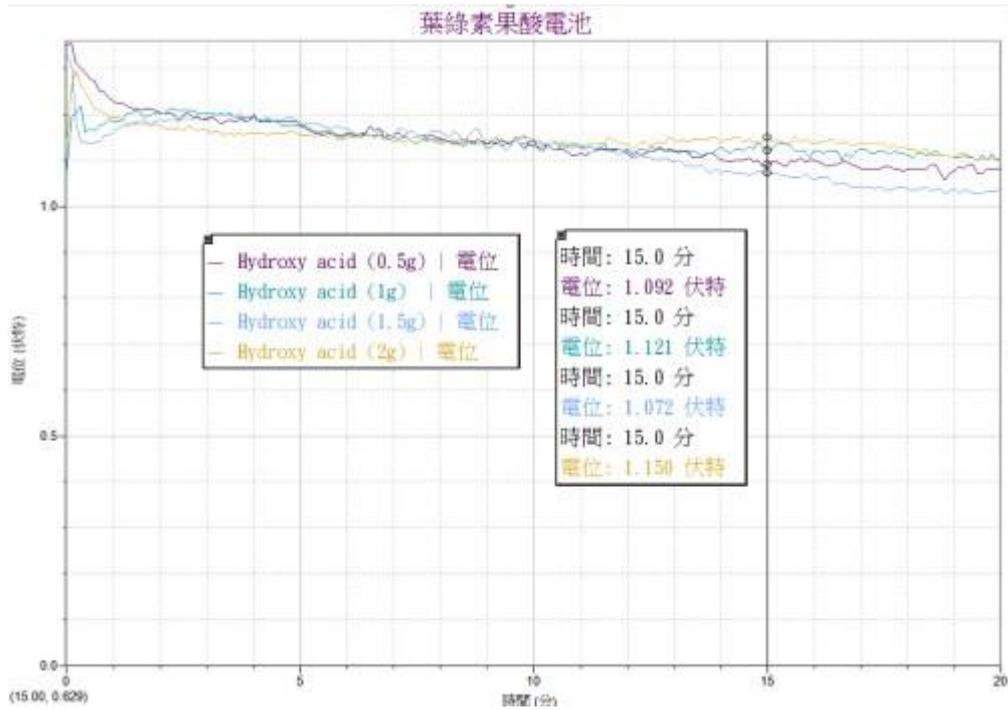
(一) 第一組負極：(葉綠素+草酸) 濾紙 正極：(二氧化錳)

變因：0.5 克草酸、1.0 克草酸、1.5 克草酸、2.0 克草酸



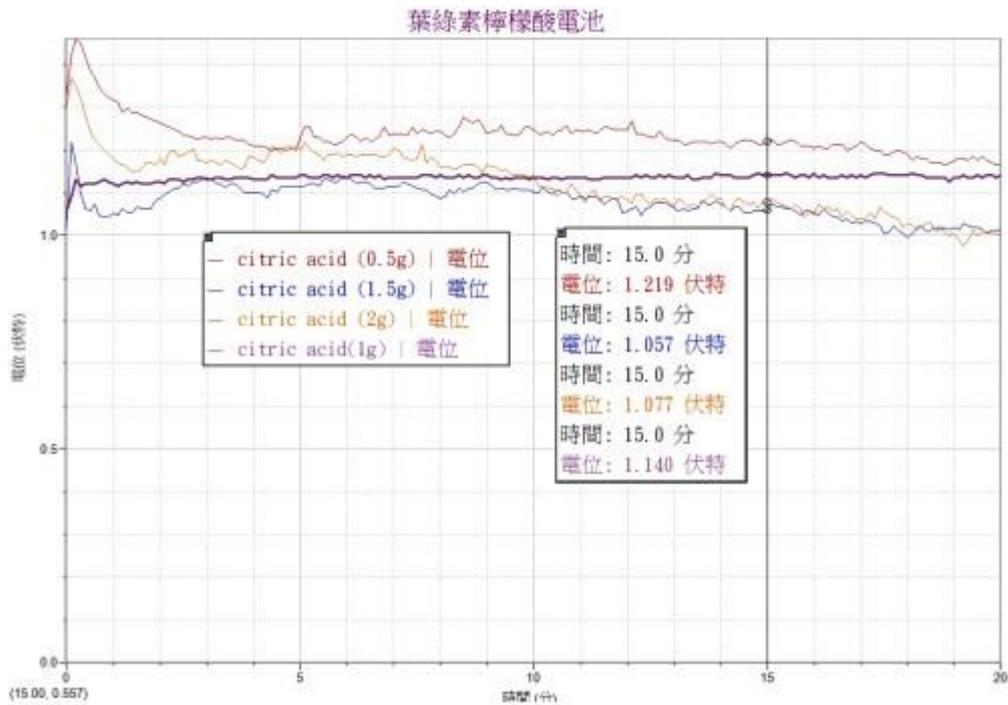
圖四、葉綠素草酸電池

(二)第二組負極：(葉綠素+果 酸) 濾紙 正極：(二氧化錳)
 變因：0.5 克果酸、1.0 克果酸、1.5 克果酸、2.0 克果酸

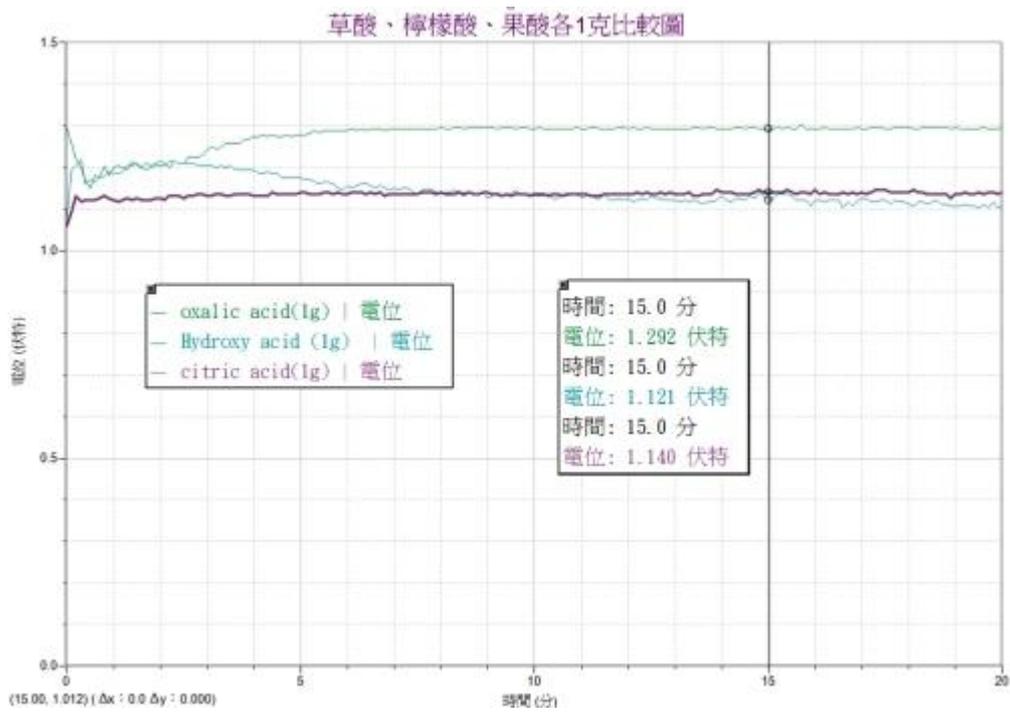


圖五、葉綠素果酸電池

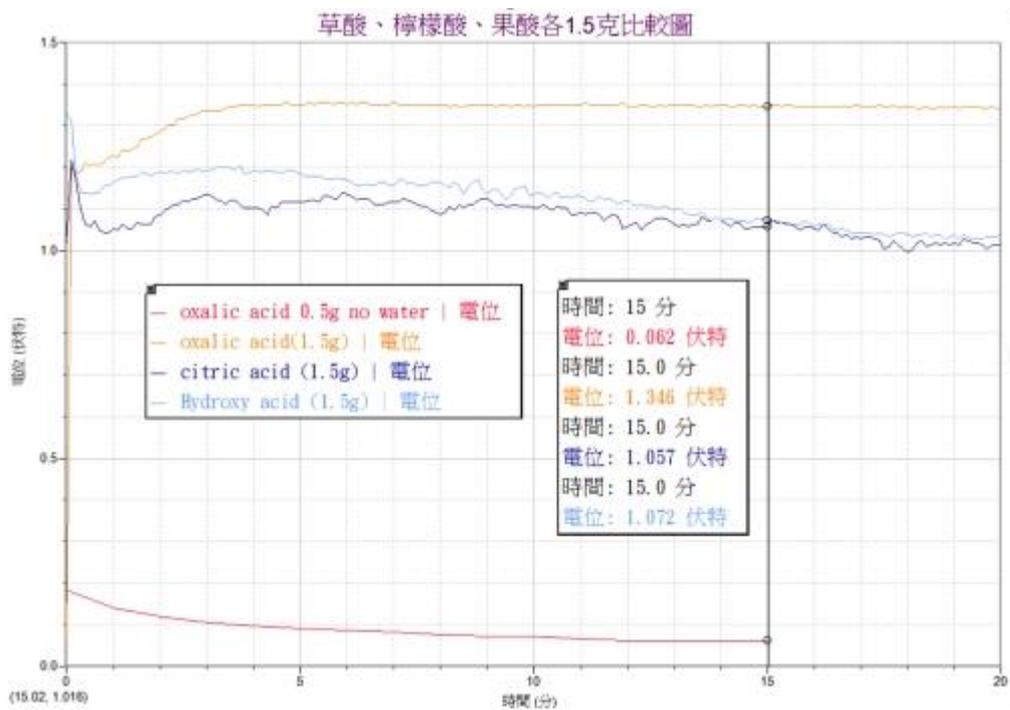
(三)第三組負極：(葉綠素+檸檬酸) 濾紙 正極：(二氧化錳)
 變因：0.5 克檸檬酸、1.0 克檸檬酸、1.5 克檸檬酸、2.0 克檸檬酸



圖六、葉綠素檸檬酸電池



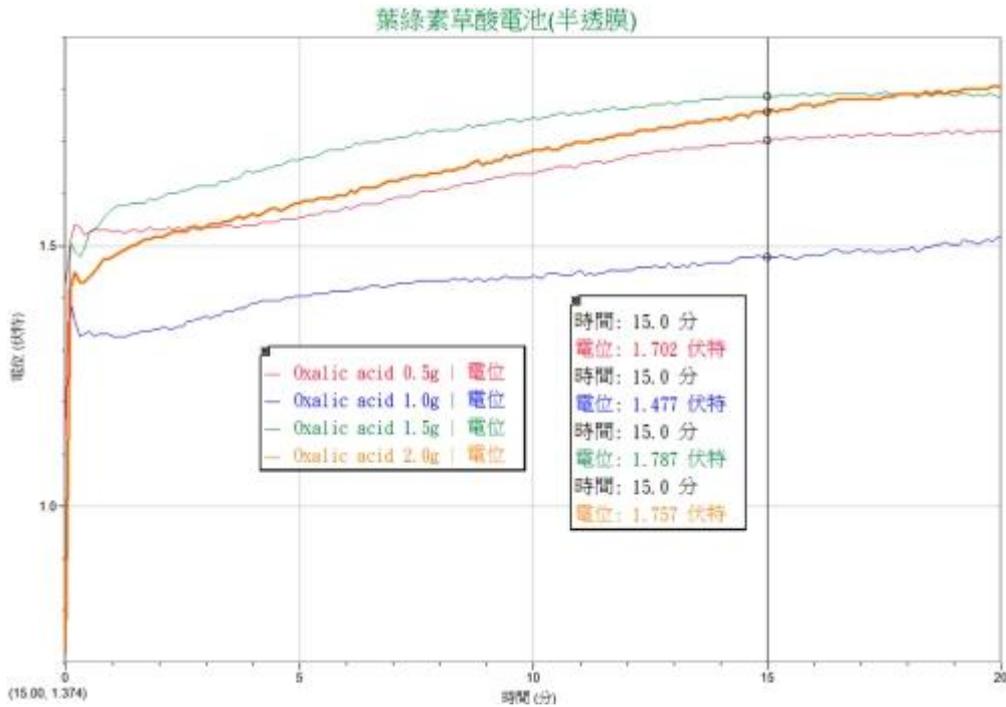
圖七、草酸、檸檬酸、果酸各 1 克比較圖



圖八、草酸、檸檬酸、果酸各 1.5 克比較圖

(四)第四組負極：(葉綠素+草酸) 半透膜 正極：(二氧化錳+氯化銨)

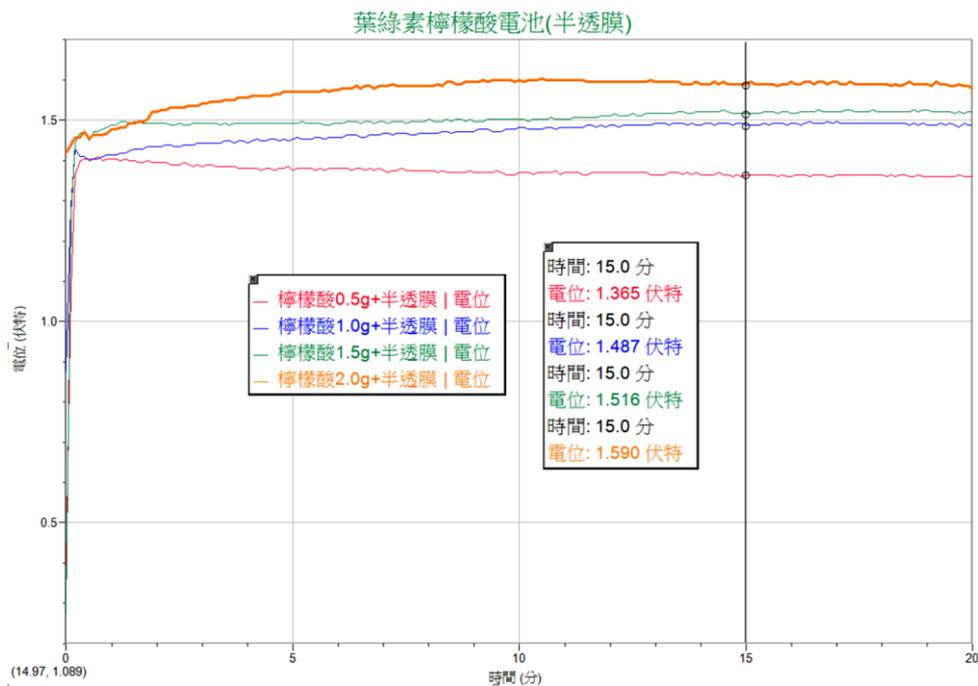
變因：0.5 克草酸、1.0 克草酸、1.5 克草酸、2.0 克草酸



圖九、葉綠素草酸電池(半透膜)圖

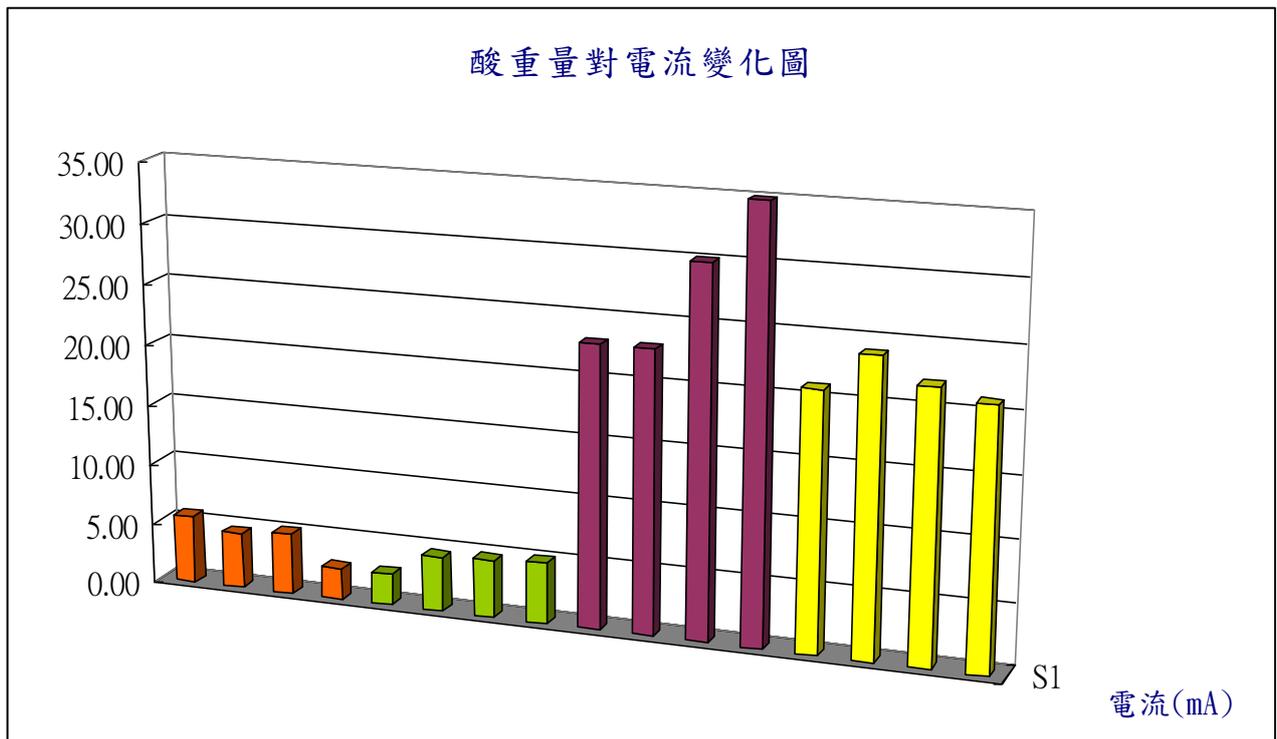
(五)第五組負極：(葉綠素+檸檬酸) 半透膜 正極：(二氧化錳+氯化銨)

變因：0.5 克檸檬酸、1.0 克檸檬酸、1.5 克檸檬酸、2.0 克檸檬酸



圖十、葉綠素檸檬酸電池(半透膜)圖

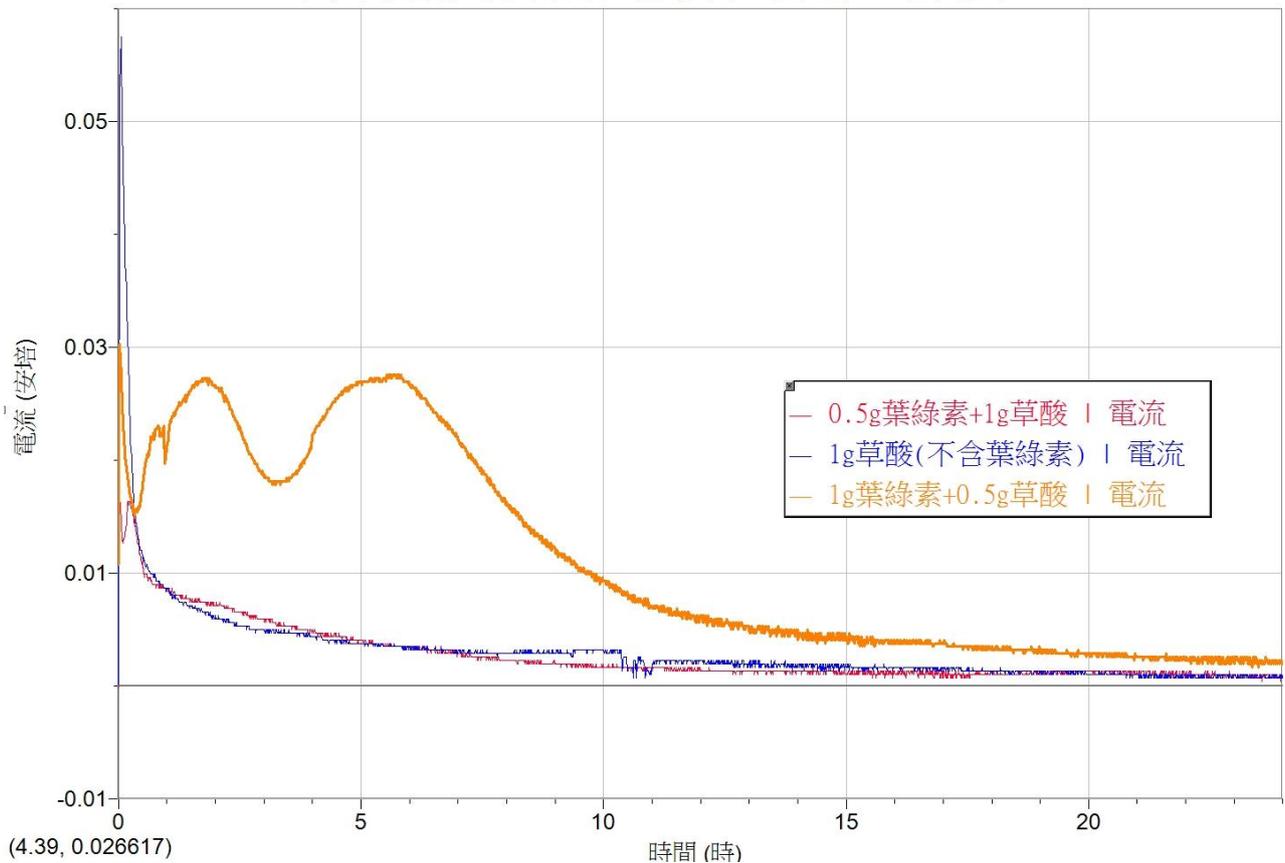
二、酸重量與半透膜對電流的影響（20 分鐘後量測完電壓之後立刻連接三用電表測量）



圖十、酸重量對電流變化圖

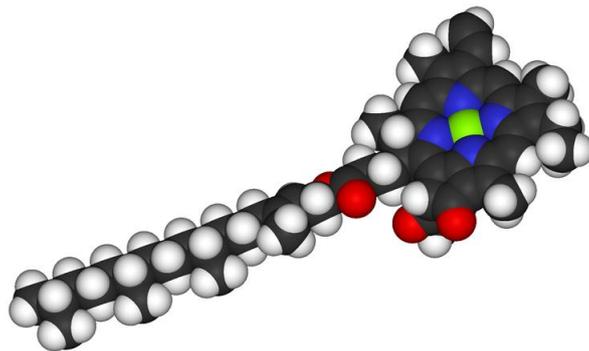
		酸重(g)	電流(mA)
果 酸+濾 紙		0.5 g	5.6 mA
		1.0 g	4.6 mA
		1.5 g	5.0 mA
		2.0 g	2.6 mA
草 酸+濾 紙		0.5 g	2.6 mA
		1.0 g	4.5 mA
		1.5 g	4.7 mA
		2.0 g	5.0 mA
草 酸+半透膜		0.5 g	23.0 mA
		1.0 g	23.0 mA
		1.5 g	30.0 mA
		2.0 g	35.0 mA
檸 檬 酸+半透膜		0.5 g	21.0 mA
		1.0 g	24.0 mA
		1.5 g	22.0 mA
		2.0 g	21.0 mA

不同草酸與葉綠素的成分比例電池電流圖



圖十一、不同草酸與葉綠素的成分比例電池電流圖

柒、討論



- 一、實驗中可以發現以(圖九)負極：(葉綠素+草酸) 半透膜 正極：(二氧化錳+氯化銨)的發電效果最好，須注意第四組的草酸會被氧化而變成二氧化碳，剛開始時的氣泡量很少，隨著發電時間越久氣泡量開始增多。
- 二、未加水時可以量測到電池的電壓低且電流為零，而在加水時，電壓、電流陡升。
- 三、整體而言以(圖四)負極：(葉綠素+草酸) 濾紙 正極：(二氧化錳)的經濟效益和發電效果達到平衡，須注意第一組的『草酸』當還原劑會被氧化而變成二氧化碳，同時也當酸提供 H⁺給二氧化錳。
- 四、相同條件下(電壓 15 min、電流 20 min) 整體而言：

- (一) 電壓穩定度、電壓電流強度：半透膜>濾紙。
- (二) 使用濾紙對於不同酸電壓穩定度：草酸>果酸；檸檬酸。
- (三) 使用分子透析膜對於不同酸電壓穩定度：檸檬酸>草酸。

五、若以最接近習慣上正常電壓與穩定性來說，以(圖十)的電池組最能符合日常所需。

六、圖十一表示草酸加入葉綠素可使得初期放電電流較未加入葉綠素時穩定，而當葉綠素量加倍且草酸量減半時可以發現電池電流量增加許多，可獲得更加發電效能。

捌、結論

一、實驗的結果

- (一) 本電池必須保存在乾燥的環境中，直到要使用時在加水使其反應。
- (二) 本電池使用濾紙時最高電壓可以到達 1.34V，最高電流可達 5.6 mA。
- (三) 本電池使用分子透析膜時最高電壓可以到達 1.78V，最高電流可達 35 mA。
- (四) 脫鎂葉綠素在光合作用電子傳遞鏈中擔任抑制還原劑氧化及傳遞電子功能，本實驗加入葉綠素後，電壓和電流都更加穩定，推測是葉綠素接受來自於鋁及草酸氧化所得的電子，抑制草酸的氧化，如此一來有兩個優點：
 1. 減慢草酸的氧化反應以減少二氧化碳的生成量，使極化現象延後發生，使得電壓和電流能更加穩定。
 2. 電池一開始電子來自於鋁，放電一段時間之後草酸氧化所得的電子增加，可使電池的使用壽命延長。

二、未來的展望

- (一) 尋找適當電極材料使本電池更加環保。
- (二) 尋找適當且便宜的半透膜，確實區隔陰、陽電極的物質電池電壓、電流將增加。
- (三) 希望將來可以持續改變電池結構與材料，並且盡可能由自然取材使得發電效率更好，實用性更高。
- (四) 希望未來能改善技術使葉綠素也當電極材料分解水提供電子提高電池電量。

三、以下為目前已知葉綠素電池的比較表

	目前已知葉綠素電池資訊	本實驗所探討的葉綠素電池
電壓	單顆 1.5 V	單顆可達 1.5 V
電流	單顆 150 mA	單顆最多 35 mA
葉綠素的角色	聲稱可用來發電並當電解質	當電解質但發電效果不明顯
製造	容易	容易
特色	沾水發電	沾水發電

玖、參考資料

- (一) 高一基礎化學(泰宇出版)
- (二) 高二化學下冊(南一)
- (三) 高三選修化學下冊(南一)
- (四) 03-流言追追追-葉綠素電池_主持人蔓蔓小兵_翰林自然.wmv

(資料來源：<http://www.youtube.com/watch?v=1TJge0H7uw>)

- (五) 葉綠素衍生物對誘發型 DNA 損傷之保護效應,許青雲,中華民國九十七年十二月

【評語】 040208

本作品應用鋅錳電池為基礎，以鋁金屬、葉綠素草酸、檸檬酸、果酸等取代陽極，建立錳鋁電池，研究結果葉綠素建議為電解質，電池電位可達 1.5V，具不錯之電位，唯電流僅 35mA，仍有改善空間，可再努力改善電流表現。