

作品名稱：如何增加葉綠素電池的電壓之探討

科目：化學科

壹、研究動機

近年來全球各地不斷出現極端氣候，中國河南鄭州市在2021年七月下旬三天內竟然降下一整年雨量，歐洲及美洲多個地區也不斷遭受颶風和野火侵蝕，極端氣候導致的災害令人怵目驚心。這些災害與人類密切使用化石燃料有密切關係，因此葉綠素電池的發展將醞釀出一種綠色革命的契機。本篇研究從最基本的原理探討出發，探討葉綠素電池在不同電解質及隔離膜如何做出穩定且電壓最大的葉綠素電池。

貳、研究目的

- 一、探討不同電解質（草酸鈉、檸檬酸、乙酸）對電壓大小的影響
- 二、利用不同隔離膜（濾紙、豬腸膜、賽璐玢半透膜）探討其對電壓之影響
- 三、探討電解質乙酸在不同濃度下（25.0%、50.0%、90.0%）對於電壓之相關
- 四、製作輕薄短小且電壓穩定之葉綠素電池

參、研究設備器材

一、實驗器材（數量）

三用電表（1臺）、鋁箔紙（數片）、鱷魚夾（2條）、勺子（1個）、漏斗（1個）、濾紙（數片）、量筒（1個）、豬腸膜（數片）、容量瓶（1個）、半透膜（數片）、電子秤（1臺）

二、實驗藥品（數量）

乙酸（1罐）、草酸鈉（1罐）、檸檬酸（1罐）、二氧化錳（1罐）、石墨棒（數條）、綠藻粉（50 g）

肆、研究過程及方法

（一）製作葉綠素電池

先分別取草酸鈉、檸檬酸、乙酸1.5克與綠藻粉1.5克。放上寬為8公分長為10公分的鋁箔紙，混和配置電解質並進行化學反應。接著放上濾紙當隔離膜，再放上二氧化錳1.0克以及石墨棒，將其捲成圓筒狀。

（二）測量其電壓

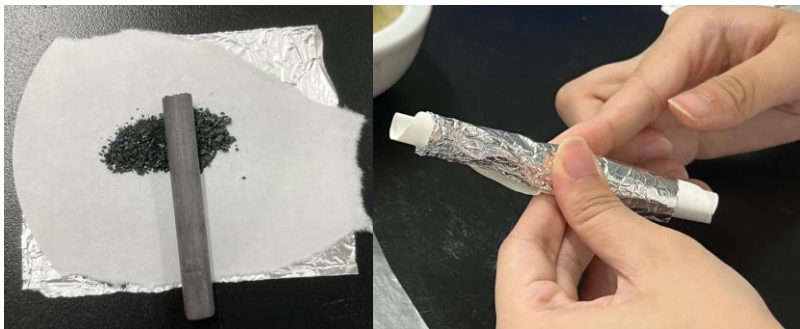
將正極紅色鱷魚夾夾上石墨棒，負極黑色鱷魚夾夾上鋁箔紙，利用三用電表測量其電壓。

（三）改變操縱變因

實驗一將實驗操縱變因為三種不同電解質，分別為草酸鈉、檸檬酸、乙酸，其電壓分別為1.235V、1.123V、1.542V，結果顯示乙酸為電壓最高者。

實驗二拿取實驗一得到電壓最高者乙酸加上葉綠素配置電解質，其操縱變因為隔離膜，分別為濾紙、豬腸膜、賽璐玢半透膜，其測得電壓分別為1.542V、1.574V、1.604V，結果顯示賽璐玢半透膜為電壓最大者。

實驗三將控制變因為乙酸以及賽璐玢半透膜，操縱變因為乙酸電解質濃度，利用容量瓶配置重量百分濃度分別為25.0%、50.0%、90.0%，測得電壓分別為1.266V、1.312V、1.604V。



圖一（葉綠素電池內部）

圖二（葉綠素電池外觀）

伍、研究結果

一、探討不同電解質對電壓大小的影響

(一) 控制變因：濾紙為隔離膜、綠藻粉1.5克。操縱變因：不同電解質

- 1.第一組電解質1.5克綠藻粉、1.5克草酸鈉，其電壓為1.235V。
- 2.第二組電解質1.5克綠藻粉、1.5克檸檬酸，其電壓為1.123V。
- 3.第三組電解質1.5克綠藻粉、1.5克乙酸，其電壓為1.542V。

二、利用不同隔離膜探討其對電壓之影響

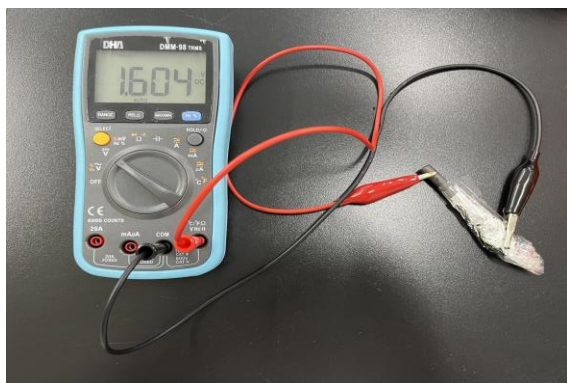
(二) 控制變因：電解質為1.5克綠藻粉、1.5克乙酸。操縱變因：不同隔離膜

- 1.第一組隔離膜為濾紙，其電壓為1.542V。
- 2.第二組隔離膜為豬腸膜（生物半透膜），其電壓為1.574V。
- 3.第三組隔離膜為賽璐玢半透膜（化學半透膜），其電壓為1.604V。

三、探討乙酸不同電解質濃度對於電壓之影響

(三) 控制變因：隔離膜為賽璐玢半透膜。操縱變因：不同重量百分濃度之乙酸電解質。

- 1.第一組重量百分濃度90.0%之乙酸，其電壓為1.604V。
- 2.第二組重量百分濃度50.0%之乙酸，其電壓為1.312V。
- 3.第三組重量百分濃度25.0%之乙酸，其電壓為1.266V。



圖三（本實驗電壓高達1.604V）

陸、討論

一、不同電解質對電壓強度影響：乙酸>檸檬酸>草酸鈉

二、不同隔離膜對電壓之強度影響：賽璐玢半透膜>豬腸膜>濾紙

三、乙酸電解質在不同濃度下對電壓之強度影響：乙酸重量百分濃度90.0%>乙酸重量百分濃度50.0%>乙酸重量百分濃度25.0%

四、乙酸導電性最佳可能原因為乙酸是水溶液，正離子和負離子分布均勻，沒有明顯集中的區域，陰陽離子流動性導電能力較佳，而草酸鈉及檸檬酸是固體粉末，正離子與負離子分布不均，雖然泡水後陰陽離子也可流動，但陰陽離子分布不均，流動性較差，導電能力較差，存在區域性濃度的差異，而得知正負離子均勻程度及離子游動能力均會影響電壓大小。

五、將一般電池電解質以葉綠素代替，而葉綠素吸光、遇水後，會成為離子態

($C_{55}H_{72}O_5N_{42}^-$ 、 Mg^{2+})，再進行化學反應。形成離子態後，可與水進行氧化還原反應，產生電流。

柒、結論

一、本次實驗我們成功做出電解質1.5克綠藻粉、1.5克乙酸之電壓1.542V，比市售乾電池電壓1.5V還要高且更穩定。

二、本次實驗在使用不同隔離膜最大電壓為賽璐玢半透膜可高達1.604V，反而生物性豬腸膜較無化學性好，我們推測賽璐玢半透膜讓離子通透的效應較生物半透膜為佳，將來如有機會能進一步研究，我們將由材料科學上做更深入探討。

三、由研究結果三可知濃度越高電壓越高。

四、本次實驗我們成功組合了綠藻粉、重量百分比90.0%乙酸及化學賽璐玢半透膜，製作出高達1.604 V的電池。

捌、參考資料及其他

- 一、楊嘉慧（2011）。葉綠素電池沾水即發電。科學人雜誌，106期。
- 二、李微（2013）。葉綠素(Chlorophyll)。科學online。
- 三、劉議琦、黃丞偉、馬晟晏（2019）。做透透，玩透透。中華民國第52屆中小學科學展覽會。
- 四、林鵬、黎上瑋、吳郁萱（2016）。新型葉綠素電池的研究與開發。中華民國第49屆中小學科學展覽會。
- 五、楊秉晃（2010）。探索葉綠素成為新型太陽能電池材料之研究。論文。
- 六、涂維淳與梁品鈞。（2017）。葉綠素與染料光敏化電池比較與探討。中學生網站小論文專區，20170331。
- 七、蘇建華（西元2003年）。生物系統中的電子轉移反應。中華技術學院生物科技系論，未出版。