

直接甲醇燃料電池

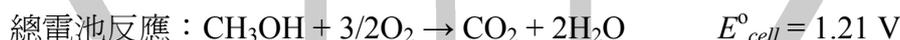
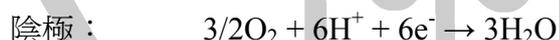
- 國立臺灣大學化學系，大學普通化學實驗，第十二版，國立臺灣大學出版中心：台北，民國九十七年。
- 版權所有，若需轉載請先徵得同意；疏漏之處，敬請指正。
- 臺大化學系普化教學組馬艾傑助教、佘瑞琳講師(2008.10.08, 2009.06 修訂)。

一、目的：學習直接甲醇燃料電池（direct methanol fuel cell，DMFC）之製作原理及性能測定。

二、實驗技能：學習電解、電鍍、電化電池、組裝甲醇燃料電池及使用電源供應器與三用電表。

三、原理：

本實驗以鉑（Pt）為觸媒，稀硫酸水溶液為電解質，甲醇為陽極之氧化燃料，溶解於溶液中的氧氣於陰極進行還原反應，設計裝置一組直接甲醇燃料電池，探究並測試影響其效能的因素。甲醇燃料經注入陽極酸性溶液中，在觸媒催化下氧化產生二氧化碳與氫離子，氫離子移動至陰極，參與氧氣在陰極被還原成水的反應，反應方程式如下：



標準狀態下，DMFC 的電動勢（electromotive force, emf）為 1.21 V，但由於甲醇可能氧化不完全，而產生甲醛或甲酸，因此所得到的電動勢較理論值為低。

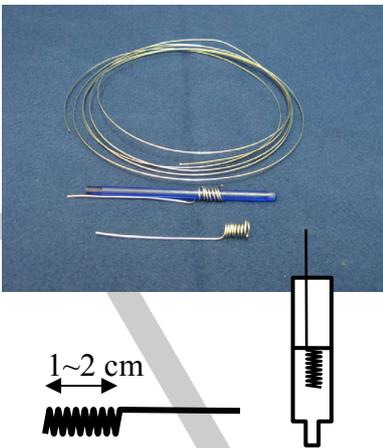
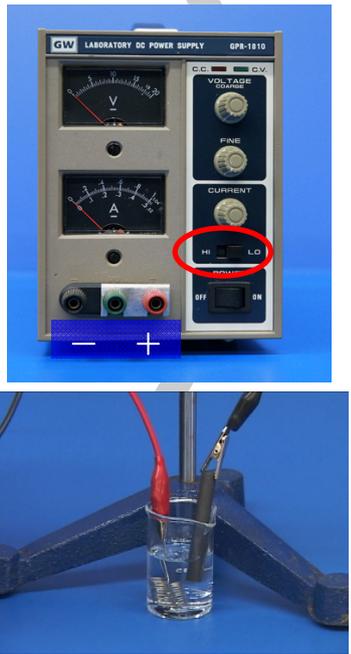
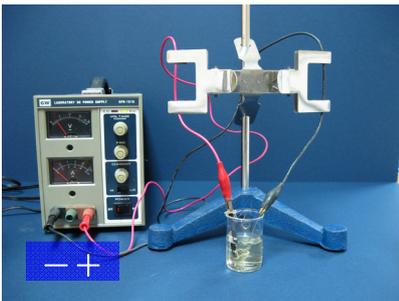
四、儀器與材料：電源供應器及鱷魚夾連接線（2 條）、三用電表、石墨棒、鎳鉻線（Ni-Cr，20~25 cm，2 條）、針筒（10 mL，2 支）、矽膠管（5 cm）、燒杯（30 mL，2 個）、塑膠滴管（2 支）、LED 燈、小廣用夾（2 支）、計時器、免洗筷、濾紙、標籤紙。

五、藥品：1 M 硫酸（sulfuric acid, H_2SO_4 ）、甲醇（methanol, CH_3OH ）、六氯鉑(IV)酸（hydrogen hexachloroplatinate(IV) hexahydrate, $\text{H}_2\text{PtCl}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ）。

六氯鉑(IV)酸電解液：1 g 之 $\text{H}_2\text{PtCl}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 溶於 250 mL 之 1 M 的 $\text{HCl}_{(\text{aq})}$ 。

六、實驗步驟與流程：

製備鍍鉑電極 (2 支) → 組裝燃料電池 (1 組) → 燃料電池效能測試

實驗步驟	實驗示範
(一) 製備鍍鉑電極 2 支	
<p>製作二支螺旋狀電極</p> <p>取 2 條約 20 cm 的 Ni-Cr 線，一端保留 6~10 cm 長度做為連接電路之用，剩餘部分以免洗筷為軸，繞成內徑約 4 mm 的螺旋狀電極。</p> <p>1. 注意：螺旋部分應壓緊以增加單位長度之圈數，使電極上白金觸媒與溶液上層甲醇的接觸面積增大，增加催化效果。</p> <p>螺旋電極需先調整成直形，才可順利放入塑膠針筒中。</p>	
<p>電清潔螺旋電極</p> <p>以 30 mL 燒杯裝取約 25 mL 之 1 M 硫酸溶液作為電解液。</p> <p>先檢查並確定電源供應器的所有調控鈕均為歸零狀態並關閉電源，電流強度切換鈕，切換於「LO」的位置。</p> <p>2. 再以鱷魚夾電線連接電源供應器的正極（紅端）與螺旋電極；電源供應器的負極（黑端）連接石墨電極棒。將兩者浸泡於 1 M 硫酸溶液中（注意，兩電極需隔開避免碰觸導致短路，可利用玻棒阻隔）。</p> <p>打開電源供應器開關，調整電壓調控鈕（VOLTAGE）及電流調控鈕（CURRENT），至電流約 0.2 A（200 mA），通電 10 秒鐘，通電結束後，關閉電源並以蒸餾水清潔電極。</p>	
<p>電沉積鉑觸媒</p> <p>取約 20 mL 之六氯鉑(IV)酸溶液於 30 mL 燒杯中，將清潔好的 2 支螺旋電極懸掛於杯內並連接到電源供應器的負極（黑端）；石墨電極棒置於燒杯內的另一側並連接電源供應器的正極（紅端）。</p> <p>3. 開啓電源供應器，以約 0.02 A（20 mA）電流強度，通電 30 分鐘以鍍鉑。通電結束後，取</p>	

出電極，浸泡於 1 M 硫酸溶液約 30 秒以清潔電極。再以清水沖洗電極後，將電極儲存於裝有乾淨蒸餾水的燒杯中，要注意避免刮損電極。

注意：電鍍之電流強度若過大，所鍍之鉑易脫落，且有副反應氣體產生。



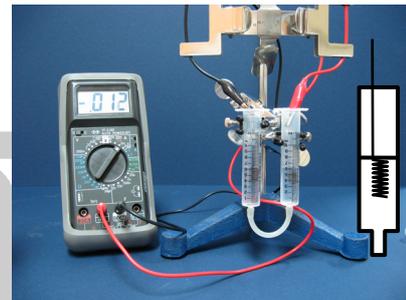
(二) 製備組裝燃料電池

組裝電池

將 2 支 10 mL 塑膠針筒，以小廣用夾固定於鐵架上，底端以矽膠管連接。自其中一支加入 12~15 mL 的 1 M 硫酸溶液（注意，應避免產生氣泡），再將 2 支鍍有 Pt 之電極置於針筒內的溶液中，兩電極頂端以鱷魚夾電線分別與三用電表的正（紅）、負（黑）極連接。

4.

注意：鍍鉑 Ni/Cr 螺旋電極應浸入溶液並調整在接近液面甲醇滴加之位置，以使鉑觸媒充分與甲醇接觸。



圓盤指針轉向
2 mA
位置

接紅色線 接黑色線

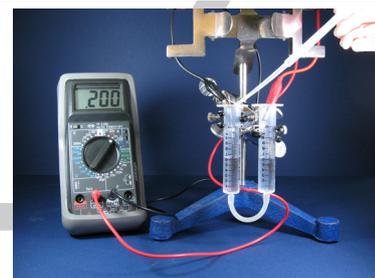
燃料電池測試

測量組裝完成但尚未加入甲醇燃料之電池電流（組裝完成的電池會有一微小的電位差，因此會測得極小的電流）。

5.

再於連接電表負極（黑端）的針筒中，以塑膠滴管滴加入約 10 滴（0.2 mL）甲醇，觀測電流的輸出（會立刻產生約 0.5 mA 左右的電流輸出）。

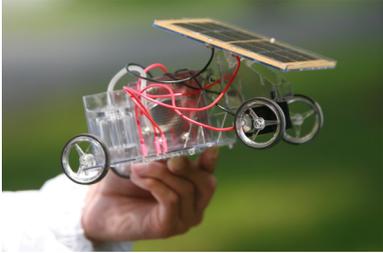
而後數值逐漸下降直到穩定，此時若於連接電表正極（紅端）的針筒溶液中，以塑膠滴管伸入液體注入空氣，電流會再度產生，表示溶液中的氧氣被消耗完，需要再次補充。



(A) 加入甲醇



(B) 紅色電極槽注入空氣於溶液中

6.	<p>燃料電池之應用</p> <p>串聯數組燃料電池，連接 LED 燈或鬧鐘等，觀察其供電驅動情形。</p>	
<p>(四) 實驗結束後回收處理</p>		
7.	<p>實驗結束後，鍍鉑電極及石墨電極分別回收。未污染之六氯鉑(IV)酸電解液倒入指定回收瓶中，下次可再使用。有污染的溶液則倒入重金屬廢液回收桶。</p> <p>三用電表及電源供應器之所有旋鈕歸零並關閉開關，鱷魚夾連接線整理好。</p>	