

簡易氫氧燃料電池的設計與教學應用

吳萬隆* 黃寶鈿**

*台南縣私立昭明國中

**國立臺灣師範大學 化學系

一、前言

針對九年一貫新課程的教學目標，欲讓學生將生活現象融入課本的概念之中，啓發式的教學方法將是不可或缺的模式之一。因此將課本中描述的現象以隨手可得的材料製作成教學教具，是讓學生親身體驗及引發學習動機最重要的途徑。

現行課本內容所提氫氧燃料電池所需材料不易取得及製備，欲將其應用於教學演示時，簡易氫氧燃料電池的教具研製就顯得特別重要，方金祥(1994)研製一款微型的氫氧燃料電池，但僅限於氫氧燃料電池教學演示，並無附加水電解過程的演示。而本文自行改良的簡易氫氧燃料電池，使用的碳棒材料係來自廢棄電池、實驗的容器來自針筒、及氣體收集裝置來自滴管，因材料容易取得、裝置容易製作、攜帶、操作簡便、且兼具環保概念、並且此實驗裝置除了具有燃料電池的實驗功能外，還具有水電解的實驗功能，如應用於教學上，將成爲教師教學的一大利器，又因其生動有趣而容易引起學生學習的共鳴，可進一步提升學生學習的動機。

二、目的

使用生活周遭容易取得之材料，製作

出簡易的化學實驗裝置，便於教師教學時作示範實驗，將有助於學生對水電解、燃料電池的運作及應用於能量轉換模式，例如(電能→化學能→電能→光能)的現象觀察，並進一步幫助學生對科學概念的原理原則的瞭解，而達到教學的目的。

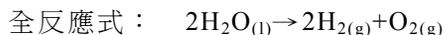
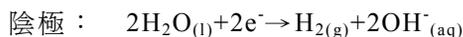
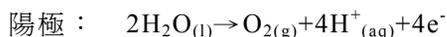
三、原理

由於電池中碳棒具導電性及本身不起化學反應之特性，可作爲水電解及燃料電池的電極。關於本裝置在水的電解及氫氧燃料電池的化學反應敘述如下：

(一) 水電解：

水電解的過程中，電極的陽極部分發生氧化作用(放出氧氣)，陰極部分則發生還原作用(放出氫氣)，兩極產生的氣體體積比爲 1：2。因爲溶有電解質的水溶液具有導電的特性，可促進電解反應的進行。

其化學反應式表示如下：

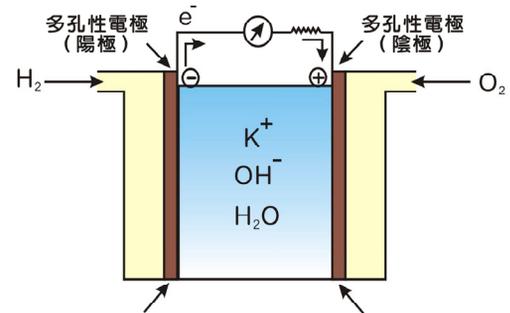
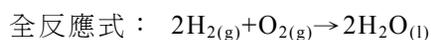


(二) 氫氧燃料電池：

燃料電池是一種將化學能直接轉變

成電能的裝置，不需充電，只要持續的補充燃料及氧化劑，即可連續運轉發電。於1893年首先由威廉·羅伯特·葛羅夫爵士（William Robert Grove）所發現，該實驗是使用稀釋的硫酸作為液態電解質，於化學反應過程中可獲得電能。燃料經電化學反應後產生電子，電子再經由電極及外線路流向另一電極與氧化劑反應，氧化劑接受電子後，產生反應，並由電池內的電解質傳導離子，形成電池運轉的迴路。燃料電池的核心單元是由三個基本組件所構成：一個陽極，一個陰極，以及兩個電極之間的電解質。燃料電池具有能量轉換率較高，電壓穩定，可持續供電的優點。

最常見的燃料電池是氫氧燃料電池，藉由氫氣與氧氣的化學反應，將化學能直接轉變為電能，也就是一種水電解過程的逆向化學反應。電池的基本構造為覆蓋白金或鎳的多孔性碳板，在陽極部分通入氫氣，陰極部分通入氧氣，並以高濃度的氫氧化鉀水溶液作為電解質，其化學反應式表示如下，作用示意圖如圖一：



圖一 氫氧燃料電池之作用示意圖

四、材料及工具

3號電池盒(6V、含開關)	1個
乾電池(3號)	4個
針筒(50mL)	1個
廢電池(3號)	2個
電極座	2個
鱷魚夾	8個
滴管(3mL)	2支
三通開關(醫療用)	1個
音樂片	1片
雙色LED燈	1個
鬧鐘	1個
計算機	1台
電線	1段
鋁箔紙	1片
焊錫	1段
熱融膠	1支
熱融槍	1支
美工刀	1支
剪刀	1支
尖嘴鉗	1支
電烙鐵	1支
線鋸	1支

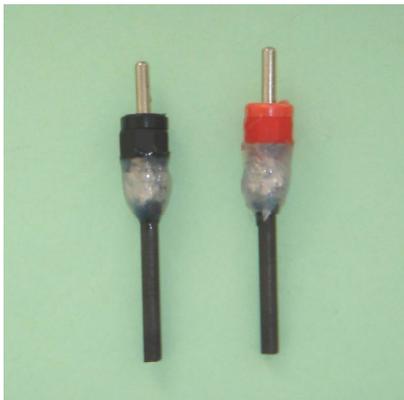
五、實驗藥品

飽和氫氧化鈉水溶液 (或其他電解質)	50毫升
-----------------------	------

六、簡易氫氧燃料電池實驗裝置之設計與製作：

(一) 電極柱之製作：

1. 使用美工刀及尖嘴鉗等工具將廢電池中的碳棒取出。
2. 將碳棒以鋁箔紙包覆以隔絕空氣，並於火源上直接加熱，以便將碳棒上的雜質(如乾電池封口時使用的瀝青)去除。
3. 加熱一段時間後，將其迅速放入水中，進行退火程序。
4. 重複 2~3 步驟數次，提升碳棒的導電性。
5. 將碳棒與電極座以電線及鉚錫連結後，並以熱溶膠將連接部分包覆，防止使用一段時間後，因接觸點短路而無法使用，如圖二。



圖二 完成電極柱之俯視圖

(二) 簡易燃料電池實驗裝置之製作：

1. 使用線鋸將針筒於 50mL 刻度處截成兩半，及針筒塞截取約 1 公分大小，做為電解槽使用。
2. 利用電烙鐵於針筒熔出二個均勻分佈的孔洞，如圖三。



圖三 針筒電解槽之俯視圖

3. 以剪刀將 3mL 滴管底部剪除，並以熱融膠固定於步驟 2 的孔洞上，完成後再將滴管前端去除，以便安裝電極。
4. 將上述完成的電極以熱融膠固定於滴管，完成之電極固定裝置如圖四所示。



圖四 電極固定後之裝置側面圖

5. 將三通開關安裝於針筒上，如相片一所示。
6. 電池盒的電線以鱷魚夾連接，方便與電極連接。
7. 應用燃料電池來供電的裝置配件：將計

算機以電線及鱷魚夾連接(或鬧鐘、LED燈與音樂片連結成一會發光及發聲的裝置)成爲一低耗電裝置，完成如圖五。



圖五 改裝之低耗電裝置

七、實驗步驟

(一) 水的電解步驟(充電)：

1. 將飽和氫氧化鈉水溶液置入針筒至刻度 40mL 處，此時三通開關應旋轉至關閉，並將針筒塞塞入。
2. 將裝置倒立，使試管內的空氣全移至試管外，而後再將裝置正立。
3. 將電極座與電池盒連接，並將開關切至 0N 位置，開始進行電解，此時三通開關應旋轉至開啓，以達瓶內外之壓力平衡。
4. 通電一段時間後，利用針筒塞將針筒內的空氣擠出，即可觀察到試管內的氣柱高度將呈現 1：2 比例。

(二) 使用燃料電池步驟(放電)：(此時三通開關應旋轉至開啓)

1. 使用三用電表於電極座上量測燃料電池之電壓大小。
2. 以耗電量較小的計算機(或音樂鈴、時

鐘)，連接於電極座上(裝置正極接燃料電池正極(氧電極)、裝置負極接燃料電池負極(氫電極))。

3. 裝置運作一段時間後，發現試管內的氣柱高度亦將呈現 1：2 等速率減少。

八、結論

由廢電池的碳棒、針筒、滴管組合成的改良式氫氧燃料電池，具有可作爲水電解及燃料電池供電的雙種示範效果，使得老師於教學演示時，只要經由電池盒、耗電量較小的裝置與電極座連接，便可完成水電解過程及氫氣、氧氣發生反應產出電能等理論的演示，並可進一步的運用此教具解說一般化學反應中常伴隨著能量的轉換模式，因此改良式的簡易教具所呈現的現象可輕易來達到教學演示之目的，並引起學生的學習興趣。

九、優點

1. 改良後的實驗裝置兼具環保概念，因其材料-碳棒出自於廢電池及使用的電解液亦可回收供下次再使用。
2. 使用材料及工具皆容易取得及操作，利於教師使用，並且其製作成本較爲低廉。
3. 完成後的實驗裝置體積較小且爲塑膠材質，容易收藏、攜帶及不易損壞，便於教師教學及學生操作使用。
4. 實驗裝置於教師演示及學生實際操作時，可隨即經由電池盒與電極座連接，觀察水電解時，於兩極產生的氧氣、氫氣，其氣體體積比例爲 1：2。

- 5.經由試管收集的氫氣、氧氣經由化學反應轉化成水及產生電能，其可由三用電表量測出電壓大小及促使耗電量較低的裝置之長時間運作。
- 6.可說明化學反應中伴隨的能量轉換模式，水電解時為電能→化學能；燃料電池為化學能→電能→光能。

十、參考資料

- 1.方金祥、游苑平 (2004)：氫氧燃料電池之微型化設計及在電化學教學應用之研究。化學，62 (4)，547-554。
- 2.王蘊潔譯(2003)：66 個挑戰創意的科學實驗（瀧川洋二、山村紳一郎 原著）（156-159）。台北：世茂出版社。
- 3.黃寶鈿、李詩閔 (2001)：簡易電解示範實驗裝置的改良與應用。科學教育月刊，237，65-69。
- 4.黃朝榮、林修正 (2003)：燃料電池的心臟-電極膜組。科學發展，367，26-29。
- 5.許寧逸、顏溪成 (2003)：由碳能朝向氫能的燃料電池。科學發展，367，6-11。
- 6.彭立浩、鍾曉蘭 (2001)：燃料電池。南 e 高中自然教學快訊，2。

十一、附圖



照片一 改良式氫氧燃料電池實驗裝置之側面圖



照片二 改良式燃料電池裝置電解作用之側面圖



照片三 改良式燃料電池裝置放電作用的俯視圖