

POE 教學法的燃料電池教學模組 (下)

吳宏達*、陳淑華

宜蘭縣立員山國民中學

*iamilp@ilc.edu.tw

[承〈[POE 教學法的燃料電池教學模組 \(上\)](#)〉]

■ 實驗活動的實施步驟

三、微型電解水與氫爆彈

藉由操作空氣槍實驗引起動機，並體驗聽到明顯的爆炸聲、看到火焰顏色以及最後觸碰到養樂多瓶殘留的餘熱，感受火力發電除了產生電能外，常伴隨著光能、聲能以及熱能，可以讓者瞭解能源轉換效率的相關問題，並根據能量守恆，感受為何火力發電常造成產生的電能不到 20%。基於此，我們亟需替代能源的使用，同時也讓學習者瞭解能源常在不知不覺中消耗殆盡，應養成節約能

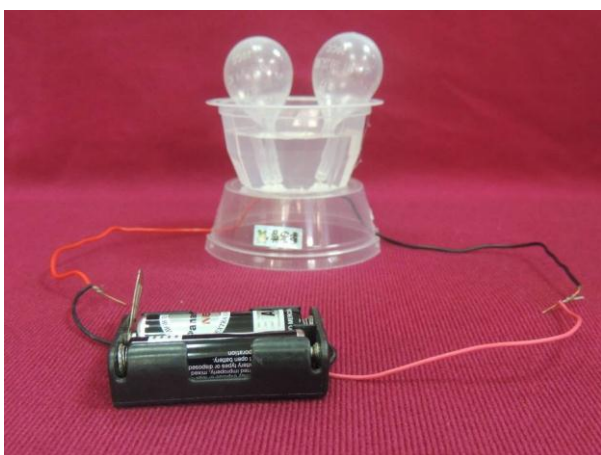


圖 3：電解水與微型氫爆彈實驗裝置

源的習慣。再藉由動手操作實驗，體驗電流轉換成化學能與氫氣產生的化學反應，並培養學習者對問題解決的能力與態度。

A. POE 教學

1. **預測 (Prediction)**: 老師向學習者說明電解水與微型氫爆彈實驗裝置和實驗程序，如圖 3 所示，並請學習者預測有何現象發生？並寫下預測的理由或可能的原因。
2. **觀察 (Observation)**: 發下微型電解水與氫爆彈實驗器材，讓學習者自己親手組裝實驗裝置，步驟如上面的製作方式，並實際觀察實驗的結果，比較觀察現象是否與預測的情形相符。
3. **解釋 (Explanation)**: 請學習者就自己操作實驗的經驗，提出合理的解釋與原因，並做出結論。

B. 手腦並用 (製作方法)

1. 用熱熔膠固定塑膠盒底部和蓋子頂端，取 2 枚迴紋針，在適當的距離分別插入組裝好的塑膠盒中，利用熱熔膠固定迴紋針在塑膠盒上，如圖 4 (左) 所示。

- 以兩根迴紋針為電極，分別與導線連接，並剪組裝好的塑膠盒底部成為二個倒 V 字，如圖 4 (右) 所示，且連接處

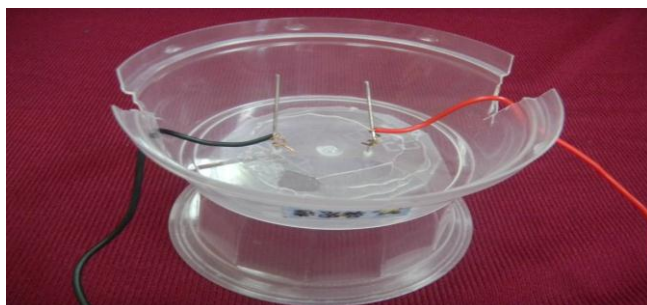


圖 4：迴紋針固定在塑膠盒上(左)和在塑膠盒底部剪成二個倒 V 字(右)

以絕緣膠帶包住，不要使任何銅線外露。

- 把電極、電池和電線連成一個迴路，以開關控制電流的通過。
- 在塑膠盒中置入硫酸鎂溶液約 2/3 滿。
- 將兩個空的挽腸盒裝滿硫酸鎂溶液後，如圖 5 (左) 所示，以手指 (戴手套) 按住試口，並倒插入塑膠盒的硫酸鎂溶液內，如圖 5 (右) 所示。注意空挽腸盒裡不能有空氣。



圖 5：挽腸盒裝滿硫酸鎂溶液 (左) 和挽腸盒倒插入塑膠盒 (右)

- 小心的把空挽腸盒分別放入迴紋針上，接通電源，挽腸盒液面開始有下降的情

形。

- 將先收集好的挽腸盒 (氫氣) 取出後點火，會產生藍色火焰爆鳴聲。

C. 動腦想

- 兩支挽腸盒產生的氣體為何？如何檢驗？
- 當串聯電池數增加，液面下降的情形與原來會有何差異？
- 當兩電極距離改變，液面下降的情形與原來會有何差異？

D. 評量學習成效

- 能夠對現象做出合理的解釋 (活動單)。
- 操作實驗是否能夠不斷的嘗試和修正。

以找出實驗現象可能的原因。

3. 能夠解釋氣泡產生的原因 (電流的化學效應)。
4. 能夠說出檢驗氫氣、氧氣的方法。

E. 給學習者的建議

1. 串聯至少二個電池，避免因電壓不足，而無法電解。
2. 電解挽腸盒(氫氣與氧氣)應避免混合，以防爆炸。

F. 給教師的建議

1. 由於挽腸盒屬塑膠製品，較有彈性且管口較小，因此較不易將液體排出，且電解水的時間較長，教師可利用二支筷子或筆將挽腸盒架高一些，液體將順利排出，使收集氣體的速度加快。
2. 氫爆實驗必須要帶耳塞，否則對聽力可能會受到影響。
3. 可以考慮在電解過程中，挽腸盒(氫氣與氧氣)互換，如此可增強效果。

G. 生活小常識

1. 一般電氣火災不可以用少量的水滅火，就是因為怕水通電後可能產生觸電和電解反應兩者都相當危險。
2. 氫氣球全面換成氦氣球的原因就是怕氣爆。

四、燃料電池

首先利用電池組讓學習者體驗讓學習者更聚焦在能量轉換，例如電能轉換成動能、

電能轉換成光能等，體驗除了電能的方便性外，同時讓學習者瞭解能源轉換效率 (產生熱能) 的相關問題，讓學習者瞭解能源常在



圖 6：燃料電池實驗裝置

不知不覺中消耗殆盡。再來藉由體驗電能轉換成化學能產生氫氣與氧氣，再讓氫氣與氧氣經氧化還原產生光能 (或其它能)，同時體驗氫燃料電池在體驗氫燃料電池中，碳棒在液面下不同深度產生電壓與電流的不同，並培養學習者對問題解決的能力與態度。並利用實際操作和上台報告自己製作燃料電池的心路歷程，來體會能源真的來之不易。

A. POE 教學

1. **預測 (Prediction)**: 老師向學習者說明燃料電池實驗裝置與實驗程序，如圖 6 所示，並請學習者預測碳棒在液面下不同深度產生電壓與電流會有何現象發生？並將預測的理由或可能的原因寫下。
2. **觀察 (Observation)**: 發下燃料電池實驗器材，讓學習者自己親手組裝實驗裝置，步驟如上製作方式，並實際觀察實

驗的結果，比較觀察現象是否與預測的情形相符。

3. **解釋 (Explanation)**: 請學習者就自己操作實驗的經驗，提出合理的解釋與原因，並做出結論。

B. 手腦並用 (製作方法)

1. 利用剪刀或鐵釘，把蓋子穿 2 個孔使碳棒可以插入。碳棒插入後，用熱融膠封口，如圖 7 (左) 所示。
2. 倒入電解質水溶液到小瓶子，放入瓶蓋與碳棒並蓋緊瓶蓋。
3. 利用電源供應器，提供 6V 以下的電壓，對裝置進行電解 (充電) 約 1 分鐘，如圖 7 (右) 所示。



C. 動腦想

1. 如何有效將氫氣與氧氣保存下來？
2. 當電解質溶液濃度不同，LED 燈發亮時間的長短會有何變化？
3. 當兩碳棒電極距離改變，LED 燈發亮時間的長短會有何變化？

D. 評量學習成效

1. 能夠對現象做出合理的解釋 (活動單)。
2. 操做實驗是否能夠不斷的嘗試和修正，以找出實驗現象可能的原因。
3. 能夠解釋電壓產生的原因，並指出電流或電子流的流動方向 (氧化還原效應)。
4. 能夠說出如何保存氫氣、氧氣的方法。



圖 7：2 支碳棒插入蓋子(左)和利用電源供應器進行電解(右)

4. 利用 LED 燈與二根碳棒接觸，觀察 LED 亮不亮與亮度，或 LED 燈發亮時間的長短。使用三用電表，檢驗氫燃料電池生成的電壓與電流。
5. 改變碳棒在液面下不同深度，觀察 LED 亮不亮與亮度，或 LED 燈發亮時間的長短。使用三用電表，檢驗氫燃料電池生成的電壓與電流。

E. 給學習者的建議

1. 充電時，若沒有電源供應器，可以串聯至少二個以上的電池，避免因電壓不足，而無法電解。
2. 移動燃料電池時避免震動裝置，以免氣體由電極表面離開。

F. 給教師的建議

1. 充電時電壓不宜過大，否則碳棒的使用

壽命會相對的變短。

2. 使用不織布等物品，可以有效保有氣體的量。
3. 在電解過程中，可以考慮電壓小一點且時間長一點，如此可以增加氣體附著量。

G. 生活小常識

1. 氫燃料電池僅為燃料電池的一種，若能夠使用固體與液體的燃料，產生電量會大很多。

■ 實驗活動操作評分方式

在實驗活動中，紀錄學習者參與實際操作的學習歷程，包含 POE 三步驟（預測、觀察、解釋）的參與能力，其紀錄表格如表 1 所示，並採三階段給分，分別包含達到、部份達到以及未達到。若能主動參與預測、觀察與解釋，則給 3 分。若需要教師指示或提示才能參與預測、觀察與解釋，則給 2 分。若教師須多次指示或提示才能參與預測、觀

表 1：實驗活動操作學習成效評分方式和評分等級表

觀察項目		評分等級		
		能主動參與活動 (3分)	經教師指示或提示 能參與活動 (2分)	經教師指示或提示 仍未能參與活動 (1分)
人力發電機	預測			
	觀察			
	解釋			
濾紙電池	預測			
	觀察			
	解釋			
微型電解水 與氫砲彈	預測			
	觀察			
	解釋			
燃料電池	預測			
	觀察			
	解釋			

2. 利用太陽能電解水，再利用電解出來的氫氣與氧氣發電，是目前最理想的能源使用模式。

察與解釋，則只給 1 分。

■ 附件

一、「人力發電機」活動單

_____年_____班組長：_____

組員姓名：

各位同學大家好！請根據課堂上學過的 POE 步驟，寫下你進行「人力發電機」的預測、觀察紀錄、以及對該實驗結果作適當的解釋與結論，最後形成你的實驗研究心得。

POE 教學	實驗與發現	請寫下或畫下你觀察的現象與理由或解釋
P 預測 (寫寫看)	在不同金屬片(電極)作用下，預測「人力發電機」產生的電壓與電流會有何變化？為什麼？	
O 觀察 (畫畫看)	親手操作並觀察。	
E 解釋 (寫寫看)	請依自己操作實驗的經驗，提出合理的解釋與原因。	
寫出實驗心得		

二、「濾紙電池」活動單

_____年_____班 組長：_____ 組員姓名：_____

各位同學大家好！請根據課堂上學過的 POE 步驟寫下你進行「濾紙電池」之前的預測、觀察紀錄、以及對該實驗結果作適當的解釋與結論，最後形成你的實驗研究心得。

POE 教學	實驗與發現	請寫下或畫下你觀察的現象與理由或解釋
P 預測 (寫寫看)	在不同金屬片(電極)作用下，預測人力發電機產生的電壓與電流會有何變化？為什麼？	

O 觀察 (畫畫看)	親手操作並觀察。	
E 解釋 (寫寫看)	請依自己操作實驗的經驗，提出合理的解釋之原因。	
寫出實驗心得		

請填入實驗結果，至少完成三項，每完成一項再多給 1 分。

金屬片 (A+B) 電壓與電流	例：(銅片 + 鋅片)				
電壓 (V)					
電流 (mA)					
LED 燈發亮的時間 (S)					

三、「微型電解水與氫爆彈」活動單

_____年_____班 組長：_____組員姓名：_____

各位同學大家好！請根據課堂上學過的 POE 步驟寫下你進行「微型電解水與氫爆彈」的預測、觀察紀錄以及對該實驗結果作適當的解釋與結論，最後形成你的實驗研究心得。

POE 教學	實驗與發現	請寫下或畫下你觀察的現象與理由或解釋
P 預測 (寫寫看)	接通電源，觀察試管裡液面有何變化？ 為什麼？	
O 觀察 (畫畫看)	親手操作並觀察。	
E 解釋 (寫寫看)	請依自己操作實驗的經驗，提出合理的解釋之原因。	
寫出實驗心得		

四、「燃料電池」活動單

_____年_____班 組長：_____ 組員姓名：_____

各位同學大家好！請根據課堂上學過的 POE 步驟寫下你進行「燃料電池」的預測、觀察紀錄以及對該實驗結果作適當的解釋與結論，最後形成你的實驗研究心得。

POE 教學	實驗與發現	請寫下或畫下你觀察的現象與理由或解釋
P 預測 (寫寫看)	在不同深度作用下，預測燃料電池造成 LED 燈發亮時間長短有何變化？為什麼？	
O 觀察 (畫畫看)	親手操作並觀察。	
E 解釋 (寫寫看)	請依自己操作實驗的經驗，提出合理的解釋之原因。	
寫出實驗心得		

依實驗過程，完成下列表格，每完成一項多給 1 分。

碳棒深度(cm)					
電壓與電流					
電壓 (V)					
電流 (mA)					
LED 燈發亮的時間 (S)					