

簡易電解示範實驗裝置的改良與應用

黃寶鈿 李詩閔

國立臺灣師範大學 化學系

一、前言

化學是一門實驗的科學，而『實作』是訓練學生在科學教學活動中獲得科學過程技能的重要方式，它不但可以輔助學生的學習活動，使其活潑化，而且深具啟發特性，有助獲得靈活的知識。但是，化學課程中往往由於實驗耗時過久，致使許多教師在理化教學中不易安排實驗課程或實驗題材，因此製作簡單、容易取材且價格便宜的實驗教具，在教學上是有其存在的實質意義。尤其是在理化教學中欲採用多元化評量之教學模式，以吸引學生高度的注意力與興趣，更可藉由簡易及容易操作的電解裝置設計，來提高學生學習理化的動機。

二、目的

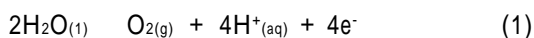
利用生活中容易就地取材，且價格便宜的日常用品或資源回收品，做出簡易且省錢、省時、有趣及易於操作的電解裝置。

三、實驗原理

電解質水溶液具有導電性，在一般電解過程中，電極的正極(陽極)部位發生氧化作用，負極(陰極)部位則發生還原作用。

其反應式可簡單表示如下：

正極(氧化反應)：



(正極失去電子，產生氧氣與氫離子，使正極附近的水溶液呈酸性)

負極(還原反應)：



(負極獲取電子，產生氫氣與氫氧根離子，使負極附近的水溶液呈鹼性)

四、實驗裝置

塑膠吸管(長 19cm)	3 支
橡皮管(內徑 3mm，長 10cm)	1 條
鐵製迴紋針	6 支
帽扣及鱷魚夾	3 組
白色略透明底片盒	1 個
乾電池(9V)	2 個
橡皮筋	3 條
火柴	1 盒
壓克力板(A)(10 x 5 x 1 cm)	1 塊
壓克力板(B)(10 x 10 x 1 cm)	1 塊

五、實驗藥品

鹽酸溶液(2 M)	10 mL
醋酸溶液(2 M)	10 mL
氫氧化鈉溶液(2 M)	10 mL
氯化鈉溶液(2 M)	10 mL
肥皂水(易起泡為原則)	10 mL

六、實驗設計

「電解實驗」是高中化學及國中理化課程中重要的概念之一，瑞益(民 70)曾介紹全日本教職員發明展得獎作品：「水的電解與合成」的實驗裝置，該作品主要結合以下幾項特點：(1)電解槽內加一斜板，作為氣體的混合板，使得由電解所產生的氫與氧混和後可收集於一管，解決了要量取氫及氧兩種氣體以便混合的困難(例如量取氫與氧的體積為 2:1)。(2)以電子發火座點燃混合氣體，可方便觀察氫氧混合氣體的爆鳴聲，以防發生危險。(3)整個裝置以壓克力板、壓克力管為材料，具有比玻璃安全，且容易加工的特性。此外，蕭次融(民 78)舉「簡易化學實驗：電解」為例，透過簡易的電解實驗製造過程，以降低化學實驗藥品的用量而達到減少污染、省錢、省時及易於操作的環保觀念。基於此觀念，蕭次融(民 86)針對簡化電解實驗設計，透過紫色高麗菜汁的變色，自動指示酸鹼度的變化，讓學生了解電解的反應現象。參考上述幾位作者的概念，及方金祥(民 88)的「水電解微型實驗裝置」，我們再加入些許另類想法。在方老師的裝置中是以注射針的針頭作為電極，將它黏貼固定在塑膠吸管的電解槽中，其優點是電極不易腐蝕而且不易氧化生鏽，但由於用針頭當電極時，需牢牢固定，不易汰舊換新，要更新時必須拆解，而且針頭價格較貴，且不易取得。因此，若改用迴紋針作為電極，將塑膠吸管切成兩部分(圖 1 之 A、B 端)，相信能具備更多優點，且取材較容易、價格便宜又較不易傷手。此外，此實驗裝置亦可設計成應用於酸

鹼物質導電性之教學，可謂一舉多得，實具教學上的價值。

裝置 I：簡易「電解」實驗裝置

k 以剪刀將一支塑膠吸管(長 19cm)從中剪成兩段，形成 A、B 兩部分。A 端長 8cm，B 端長 11cm。

l 以橡皮管連接塑膠吸管的 A、B 二部分(如圖 1 所示)。

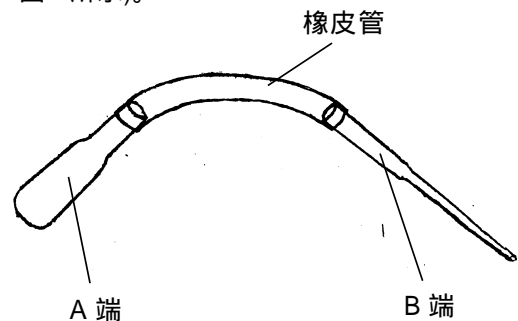


圖 1

m 準備兩支迴紋針，分別將其外端拉直。

n 將兩支迴紋針以酒精燈微微加熱，趁熱分別插入塑膠吸管的 A 端兩側。

o 為防止塑膠吸管 A 端上的兩支迴紋針搖晃，因此，以一條橡皮筋加以固定(如圖 2 所示)。

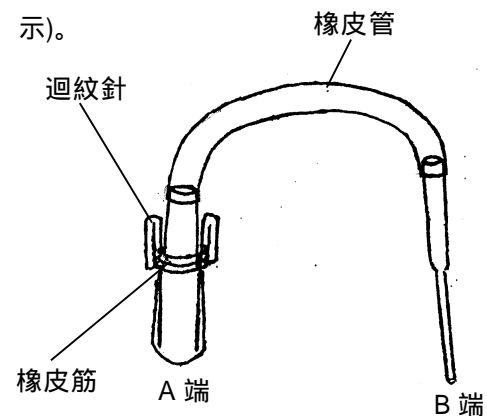


圖 2

p 另取一白色透明底片盒，用一經過加熱後的鐵鑽在盒蓋處鑽一個細孔。

q將9V方形電池扣上附有鱈魚夾的電池帽。
 r取一塊長為10cm、寬為5cm、高為1cm的壓克力板(A)，以電鑽在板面的一側鑽一個口徑為1.2cm的粗孔。
 s取肥皂水約8mL倒入透明底片盒中，另以一支塑膠吸管取電解液約4mL放入塑膠吸管A端中，並將塑膠吸管的B端插入底片盒中(如圖3所示)。
 t將塑膠吸管A端插入壓克力板之插槽中固定，另外，底片盒則以雙面膠黏貼在板面上(如圖3所示)。

u將電池帽扣上一顆9V方形電池，同時，將充當正、負極的兩個鱈魚夾夾住兩端的迴紋針電極(如圖3及照片一所示)，便可進行電解。

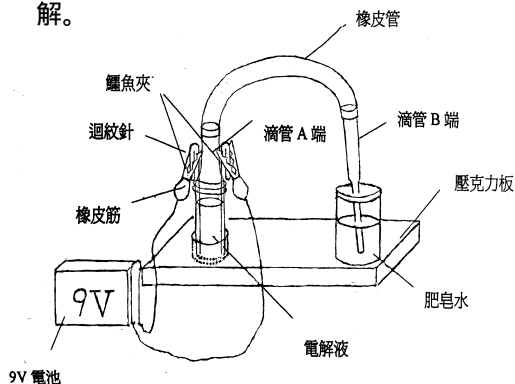


圖 3 簡易電解實驗裝置完成圖

裝置 II：簡易酸鹼物質「導電性」實驗裝置

v繼上述之簡易電解實驗裝置完成教學後，可另取一塊長為10cm、寬為10cm、高為1cm的壓克力板(B)，以電鑽在板面上鑽口徑為1.2cm的兩個粗孔。
 w製備一個附帶兩組鱈魚夾的電池帽扣，兩組鱈魚夾個別的正負極分別夾在兩個電解槽的電極上(兩電解槽並聯)，然後再以雙面膠將

電池黏貼在壓克力板底座(如圖4及照片二所示)：

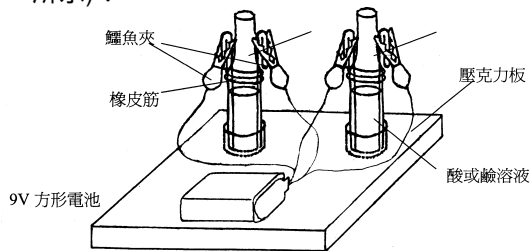


圖 4 簡易酸鹼物質「導電性」實驗裝置

(註：以上兩項實驗裝置所使用之壓克力板，亦可使用任何方便鑽孔或可用以固定電解槽之面板，大小以方便攜帶及使用為原則)

七、實驗步驟

第一部份：應用簡易「電解」實驗裝置之實驗過程

k首先，將圖3中兩端的鱈魚夾暫時取下，然後將連接吸管A端的橡皮管口暫時拆開，以另一支吸管取約4mL電解液至吸管A端內。

l在底片盒中裝入肥皂水七分滿(約8mL)，然後，將圖3裝置中的吸管B端穿過鑽有細孔的底片盒蓋，吸管B端務必在肥皂水面下，以利氣體的收集。

m將9V乾電池接上帽扣，鱈魚夾的兩端分別接在充當電極的迴紋針兩端上，此時，電路形成通路後便開始電解。

n當電極的兩端產生變化時，分別會產生氫氣與氧氣，此時，藉由導管導入裝有肥皂水的底片盒，開始收集氣體泡泡。

o待底片盒內的肥皂水產生氣泡高度約略1cm後，取下底片盒之盒蓋部分，以點燃之火柴棒插入底片盒內之氣泡上方處，會有爆鳴聲

出現，表示氫氣燃燒所致。

第二部份：應用簡易酸鹼物質「導電性」實驗裝置之實驗過程

k針對同一種酸性溶液，可先以塑膠吸管在甲、乙兩電解槽內裝入相同濃度之鹽酸溶液，而倒入的溶液體積分別在甲電解槽中是 4 mL，乙電解槽是 0.5 mL。

l再取 3.5 mL 的蒸餾水加到乙電解槽中，讓甲、乙兩電解槽中之溶液體積相同，之後稍微搖晃以讓溶液均勻混合。

m接著，分別將兩邊溶液的電源接上，即可觀察、比較兩邊溶液中電極產生氣泡快慢的情形。藉此，可了解強度不同的酸性溶液(濃度不同)與導電度間的關係。

n另外，針對不同種類的稀薄酸性溶液，可分別在兩電解槽(可標為丙、丁)內各裝入約 4 mL 相同濃度的鹽酸及醋酸溶液。

o再分別將丙、丁兩邊溶液的電源接上，亦可觀察、比較丙、丁兩溶液中電極產生氣泡的情形。藉此，可了解不同種類的稀薄酸性溶液，在相同濃度下，其酸性強度與導電度間的關係。

p以上實驗過程，亦可針對鹼性溶液進行相同的實驗步驟，以探討鹼性溶液之鹼性強度和導電度間的關係。

八、結論

k就第一部分的實驗裝置而言：電解液經過電解後會產生混合氣體，在正極產生氧氣，在負極產生氫氣的現象，學生可由本實驗裝置中的電解槽(圖 1 的 A 端)中兩電極的劇烈反應，來觀察電解的反應情形。

2. 氫氣燃燒會產生爆鳴聲的特性，透過本實驗可得到充分的驗證。此外，本實驗純粹

為驗證氫氣之特性，即其具可燃性質，燃燒時會有爆鳴現象，因此，在收集氫氣及氧氣混合氣體的氣泡時，只能針對其「定性」的觀察作了解，不易透過氣體量的收集而作準確「定量」的分析。

m就第二部分的實驗裝置而言：經由實驗結果發現，同一種酸性溶液在濃度不同時，即氫離子濃度不同時，其導電度會不同，在此所指的導電度，可藉由觀察兩極氣泡的產生情形作相對之比較，藉此可跟學生說明電極上氣泡的產生快慢，即是溶液導電反應的強弱；此外，就不同種類的酸性溶液而言，在相同濃度下，可由實驗的結果來比較不同種類酸性溶液間導電度的概念，進而引伸出「解離度」的概念。

n本實驗的製作簡單容易、省時、取材方便且價格便宜，由此例子提供了一個小小的啟發：化學實驗的教學可以就地取材，化學實驗的裝置可以簡化且具實用性，同時也可達到教學的目標。唯一缺點是以迴紋針當作陽極時，較易氧化，但本裝置之特點在於方便更換當作電極的迴紋針，因此，這問題可迎刃而解；此外，塑膠滴管 A 端的電解槽可重覆使用數次，不必每次用後就丟棄，故可符合微型化學實驗之環保概念。

5. 本實驗所使用的電解液之「濃度」，為達到實驗效果，皆在適當稀薄溶液濃度(2% - 10%)的範圍。因為電解液濃度與導電度有一定的正向關係，增加濃度即代表增加帶電粒子，導電性自然增加，但是當濃度過大時，各離子間之距離會因過於接近，相互間強度之作用力就會影響離子自由運動，導電性自然會降低，其他條件如溫

度、溶液黏滯性等，亦會影響離子之運動，進而影響導電性。

九、應用

k本實驗裝置可經由電解液之電解過程，了解電解時，正極產生氧氣與負極產生氫氣，以及氫氣具可燃的特性。

l本實驗裝置亦可作為酸鹼性物質之「導電性」的定性實驗。

十、參考資料

- 1.國中理化第二冊(民87)，國立編譯館
- 2.方金祥。(民88)：微型化學實驗之設計與製

(上承第 40 頁)

斷層的活動長度等，其中最主要是活動時間的間隔及最後活動時期。如果最後活動時期以後所經過時間，超過活動間隔的 50% 時，將來活動有相當的切迫性，若 50% 以下暫時可放心。

那麼活斷層的可怕性是什麼，活斷層和震災的直接關係是什麼呢？以前許多人認為災害會集中在斷層的正上面地域。可是看九二一震災時可發現，房屋倒壞率高的地方不一定集中在斷層線上，也和沖積地的地盤地質條件有密切關係。大地震時有時形成所謂「震災之帶」原因在斷層兩側地盤構造不同，所以地震波會集中在特定地域，特稱為「焦點效果」。

五、結語

九二一震災的災情甚大，其原因一般人歸於地震強度或地震規模之大，其實災害大的主因是都市及鄉鎮的住宅設計有問題。此

作。高雄市：復文圖書出版社。

- 3.瑞益。(民70)：簡易實驗裝置的設計：水的電解與合成裝置。科學教育月刊，39期，27-30頁。
- 4.蕭次融。(民78)：簡易化學實驗：電解。科學教育月刊，121期，5-8頁。
- 5.蕭次融。(民86)：紫色高麗菜汁的電解。科學教育月刊，39期，45-47頁。
- 6.田福助譯。(民82)：基礎分析化學(第六版下)。臺北市：亞美書版公司。
- 7.萬其超。(民69)：電化學。台北市：台灣商務印書館有限公司。

十一、附圖(見封底圖(五)、(六))

外大概也認為這種強地震是稀少發生的，所以輕忽它的嚴重性。按照最近各地的地震趨勢看來，台灣已進入新的地震活動期，人人應有科學認知和警覺，至少設計都市時應考慮到防震效果。九二一震災啟示台灣的人未來進入二十一世紀應該要注意什麼。經這一次大自然的衝擊，有如人在健康檢查時，才忽然發現自己已患有重病，如果不趕快及時送醫就一定會死般的震撼。

參考文獻

- 1.台大地質系劉聰桂 陳文山：變臉的大地球(龍騰公司)
- 2.石橋克彥：阪神、淡路大震災：(岩波書店)
- 3.松田時彥：活斷層(岩波書店)
- 4.神田順：耐震建築(岩波書店)
- 5.日本國土廳：1996年防災白書(大藏省) p科學：65、66期
- 6.活斷層研究會：日本の活斷層(東京大學出版)