

# 兒童創意科學實驗之設計—簡易電解裝置

方金祥 游苑平

大仁技術學院 幼兒保育系

## 目的

利用簡易的器材設計一套用手搖式發電器供應直流電源，能將水電解之「手搖電解裝置」，此一實驗裝置價格低廉，除了可在 2 ~ 3 分鐘內將水電解成體積比為 2:1 之氫氣和氧氣之外，還可在同一支電解管中電解產生的氫氣和氧氣等兩種氣體之混合氣體，經歷出混合氣之同時，將其引燃時會發出一聲很「ㄅㄨㄛ」的爆鳴聲而成一套「簡易氫氧混合爆鳴器」，俾使兒童進行水的電解實驗時更為簡單、安全、生動、活潑、有趣。

## 前言

水由氫氣和氧氣所組成，是眾所周知的事實。而欲將水分解產生氫氣和氧氣的方法則亦為大家皆曉的「電解」。水的電解在學生的自然與生活科技領域之學習過程中是一項很重要、也很實際而且又非常有趣的一個實驗，有關水的電解設計已有很多報告，進行水的電解最重要的目的就是要使其實驗結果要明顯且正確，能使電解過程中在負極產生之氫氣和在正極產生之氧氣之體積比得到正確的 2:1，同時又能將水電解所產生之 2 體積之氫氣和 1 體積之氧氣，經混合後點燃時會發出一聲很「ㄅㄨㄛ」的爆鳴聲。因此本文設計一套低

成本的簡易電解裝置，使其能兼顧到水的電解與氫氧混合爆鳴之效果，此外也能顧及到整個實驗過程符合並兼顧到「低污染、可回收、省資源」環保理念之綠色實驗，此乃本文設計之主要目的。

## 實驗材料與藥品

塑膠滴管 (3 mL)	4 支
多功能電子點燃器	1 支
硫酸鉀溶液 (20% $K_2SO_4$ )	20 mL
迴紋針 (三角形)	4 支
手搖式發電器 (Dual purposes phone charger)	1 台
熱熔 (膠) 槍	1 組
底片空盒子	2 個
酚酞指示劑	1 瓶

## 簡易電解裝置之設計與製作

1. 用熱熔膠將一個底片空盒子之底部固定在一張廢棄之光碟片上，使底片空盒子能穩穩地置於桌上以供作「電解槽」之用，如圖一所示。
2. 將 2 支 3 mL 之塑膠滴管下端切掉，如封底圖 A 所示。
3. 分別將 2 支三角形的迴紋針之一端弄直作為「電極」，如封底圖 B 所示。
4. 將 2 支迴紋針弄直的一端分別從 2 支塑

膠滴管頭的正中央處插入直至塑膠滴管頭之末端，迴紋針深入塑膠滴管頭內至其出口處，在塑膠滴管頭內之迴紋針約有 4 cm 長。

5. 用熱熔膠將迴紋針固定在塑膠滴管頭及其末端，使迴紋針在塑膠滴管頭之接觸點密而不漏，而塑膠滴管頭之末端出口約保留有 4 mm 直徑之小孔。
6. 用熱熔膠將兩支電解管並聯在一起，以供作「電解管」之用，如封底圖 C 所示。



圖一 底片空盒子固定在光碟片上作為「電解槽」

7. 將電解管置入電解槽（底片空盒子）內，再用手搖式發電器（封底圖 D）之正、負極分別接在電解管上之迴紋針電極，便完成一套『手搖電解裝置』，如封底圖 E 所示。

### 氫氧混合爆鳴器之設計與製作

1. 將 1 支 3 mL 之塑膠滴管下端切掉，如封底圖 A 所示。
2. 再將 2 支弄直的迴紋針從塑膠滴管頭上方相距 4 mm 處插入直至塑膠滴管頭之末端，而當電極用之迴紋針在塑膠滴管頭內約 4 cm 長。

3. 然後用熱熔膠將迴紋針固定在塑膠滴管頭及其末端，使迴紋針在塑膠滴管頭內形成 2 支相距 4 mm 之平行電極，並使迴紋針之末端剛好在塑膠滴管頭出口處（勿露出塑膠滴管口外面），並使迴紋針與塑膠滴管頭之接觸點密而不漏，以供作「氫氧混合爆鳴器」之用，如封底圖 F 所示。

### 實驗部分

#### 一、水的電解

1. 將封底圖 C 之電解管倒置過來，使其開口朝上。
2. 在 20 % 硫酸鉀溶液中加入數滴酚酞指示劑（變色範圍為 pH 8.2 ~ 10.0，pH 8.2 以下為無色，pH 10.0 以上為紅色），此時由於硫酸鉀溶液是中性溶液，所以溶液呈現無色透明。
3. 用塑膠滴管吸取 20 % 硫酸鉀溶液（無色）作為電解液，由電解管上之管口慢慢地加入電解管內至全滿為止。
4. 再將加滿電解液之電解管小心地倒轉過來，並將其置入圖一之電解槽中。
5. 將約 5 mL 之電解液倒入電解槽中。
6. 以手動式發電器（封底圖 D）之正、負極上之鱷魚夾分別與 2 支電極末端接通電源。
7. 用手以每分鐘約 60 圈（60rpm）的速度去搖動手搖式發電器，則電解管中之水隨即被電解而產生氫氣與氧氣。
8. 負極產生氫氣時，電解管中溶液之顏色漸漸由無色透明色轉變呈粉紅色，此

乃因電解時負極附近的溶液會漸漸轉變成微鹼性。

9. 正極產生氧氣時，電解管中溶液之顏色不變始終保持無色透明，此乃因電解時正極附近的溶液會漸漸轉變成微酸性。
10. 經過不同時間之電解，氧氣在正極產生，而氫氣在負極產生，分別收集在不同的電解管中，其氫氣與氧氣之體積約可直接由電解管上判斷出，其氫氣與氧氣之體積比皆為 2 : 1。

## 二、氫氧混合爆鳴器實驗

1. 將封底圖 F 之「氫氧混合爆鳴器」倒置過來，使其開口朝上。
2. 用塑膠滴管吸取電解液 20 % 硫酸鉀溶液，由電解管上之管口慢慢地加入氫氧混合爆鳴器內至全滿為止作為電解液。
3. 再將加滿電解液之電解管小心地倒轉過來，並將其置入圖一之「電解槽」中。
4. 將約 5 mL 之電解液倒入電解槽中。
5. 以手搖式發電器（封底圖 D）之正、負極之鱷魚夾分別與電解管上之 2 支電極末端接通電源。
6. 然後用手以每分鐘約 60 圈（60rpm）的速度去搖動手搖式發電器，則電解管中之水隨即被電解而產生氫氣與氧氣，一直電解至氫、氧氣體充滿整之電解管為止，時間約需 2 ~ 3 分鐘。
7. 當電解管完全收集滿氫氣與氧氣之混合氣體時，再將電解管由電解槽中垂直移出。
8. 將電解槽移至多功能電子點燃器之出火

口上方，先將多功能電子點燃器（封底圖 G）點燃，然後再將收集滿氫氧混合氣體之電解管之管口朝下，移至已點燃之多功能電子點燃器之火焰附近約 1 ~ 2 cm 處，將電解管出口對準火焰後壓縮一下，此時會即刻發出一聲很『ㄅ一ㄅ、』的爆鳴聲，如封底圖 H 所示。

## 簡易電解裝置之特點

依據上述設計製作而成之「簡易電解裝置」具有以下之特點：

1. 器材簡單、容易取得且製作簡便。
2. 二機一體、可兼做電解與爆鳴器。
3. 體積很小、反應較快可節省時間。
4. 電解較快、明顯正確有顏色變化。
5. 手動發電、既節省能源又具環保。
6. 操作容易、過程既簡單又很安全。
7. 耗藥較少、可自動回收重複使用。
8. 有爆鳴聲、極富趣味性及吸引力。

## 結果與討論

本套「簡易電解裝置」除了可方便進行水的電解，利用手搖式發電器作為直流電源，在短短 2 ~ 3 分鐘之內即可成功地將水分解產生氫氣與氧氣。電解結果可隨時在電解過程中直接判斷出電解產物中氫氣與氧氣之體積比為 2 : 1，如表一所列。由於電解液中有加入酚酞指示劑，因此在電解過程中會有顏色變化，經電解後正極附近之溶液仍然保持無色，而負極附近之溶液漸漸由無色透明轉變為粉紅色。若電解 1 分鐘後將正、負極對調一下，則原為

無色者會漸漸轉變成粉紅色，而原為粉紅色者會漸漸轉變成無色透明。此外本套手搖式電解裝置也可很方便地在同一支電解管中電解，此時正負及在同一之電解管中，因此由正極收集到的電解產物氧氣與由負極收集到的電解產物氫氣會混合起來，然後用電子點燃器加以引燃，於引燃之同時便可將混合在電解管中之氧氣與氫氣混合氣體燃燒起來，瞬間即刻發出一聲很『ㄅㄨ、』的爆鳴聲。

表一 以手搖式發電器為直流電源電解之結果

電壓 (V)	電解所需時間 (分鐘)	氫氣體積比 H <sub>2</sub> / O <sub>2</sub> (mL / mL)
4.5 V *	2.0	2 : 1 (4mL / 2mL)
	3.0	2 : 1 (6mL / 3mL)

\*手搖式發電器手搖每分鐘 60 圈之轉速(60 rpm)產生之電壓約為 4.5 V。

## 結論

本文以「手搖式發電器」替代「乾電池」做為直流電源時，將可省下乾電池之

使用量及使用後廢電池回收處理的問題，因此此一電解改良裝置更具有環保的特色，使教師在化學教學演示或由學生親自動手實做時，更為生動、活潑、有趣，是一套可兼做「水之電解」與「氫氧混合爆鳴」的簡易電解裝置，在整個實驗過程中所耗用之藥品很少而且電解後又可回收儲存在原來的電解槽中以供實驗繼續使用，確實是非常符合環保理念之綠色實驗。

## 參考文獻

1. 方金祥 (民 82)。簡易電解裝置。中華民國中央標準局專利公報，20(7)，957。
2. 方金祥 (民 84)。簡易環保電解裝置。中華民國中央標準局專利公報，22(21)，2893。
3. 方金祥 (民 86)。簡易安全水電解器。中華民國中央標準局專利公報，24(5)，2347。
4. 方金祥 (民 92)。微型環保電解裝置之設計與在中學化學教學應用之研究。《化學》，61，127。
5. 方金祥 (民 92)。微型電化學實驗之設計研究—水的分解與合成。《化學》，61，483。