

創意微型實驗—微型化學環保鞭炮

方金祥

創意微型科學工作室

chfang1273@yahoo.com.tw

每逢節慶喜宴或廟會等都少不了會施放鞭炮，然施放完後就會留下一大堆的炮竹垃圾，由於大部分的人不敢施放鞭炮，為使學生們能體驗施放鞭炮所產生的具震撼的響聲，特設計一套能在實驗室甚至直接在教室就可施放的微型化學環保鞭炮。

■ 原理

利用微型電解裝置將水電解所產生氫氣和氧氣一起通入裝有清潔劑水溶液（或肥皂水）之凹槽中，使其形成一個一個含有氫氣和氧氣體積比為 2:1 之泡沫堆積在凹槽中清潔劑水溶液的表面。電解鹼性溶液水的反應式，如式[1]~[3]所示。再用點燃之火柴去點燃含有氫氣與氧氣之混合氣之泡沫，便會發出超「ㄅㄨ」的爆鳴聲，有如點燃鞭炮似的響聲，謂之「微型化學環保鞭炮」。氫氣與氧氣的反應式，如式[4]所示。

微型化學環保鞭炮之設計與製作過程詳述如下：

■ 微型化學環保鞭炮之設計與製作

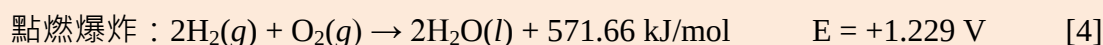
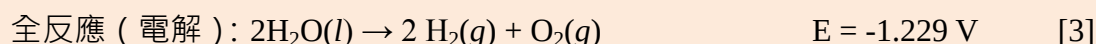
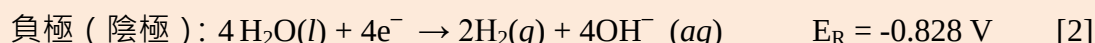
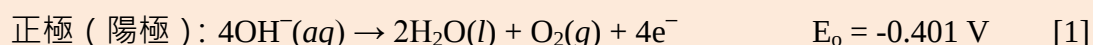
一、材料與工具

塑膠細長型滴管（3 mL）1 支、塑膠注射筒（10 mL）1 支、注射針頭 3 支、直流電源（9 V 乾電池）1 顆、扣帽 1 條、鱷魚夾（Y 字型）2 粒、太陽能電池板 1 片、穩壓器 1 組、手搖發電機 1 組、塑膠試管 1 盒、熱熔膠槍 1 支、清潔劑 1 瓶，如相片一所示。

二、微型化學環保鞭炮之設計與製作

微型化學環保鞭炮係由微型電解裝置與多孔凹槽兩部分所組成：

（一）微型電解裝置之設計與製作





塑膠培養皿 (上左)、熱熔膠槍 (上右)、
注射針 (下)



清潔劑 (上左)、9 V 乾電池 (上右)、
手搖發電機 (下)



穩壓器 (左)、太陽能電池板 (右)

相片一：材料與工具

1. 準備 3 支細長型塑膠滴管，如相片二所示。



相片二：塑膠細長型滴管

2. 在 1 支塑膠細長型滴管之前端接上一個小塑膠接頭，如相片三所示。



相片三：小塑膠接頭接在
塑膠細長型滴管之前端

3. 在 1 支塑膠細長型滴管之上方挖一小孔，並用熱熔膠將一個有孔塑膠塞固定此一小孔中，供作「氣體緩衝槽」，如相片四所示。



相片四：氣體緩衝槽

4. 將 2 支注射針頭之尖端去掉，並各出入一條導線，作為電極，如相片五所示。



相片五：注射針頭作為電極

5. 將 2 支電極分別插入塑膠細長型滴管上方兩側，用熱熔膠將其固定並使 2 支電極在塑膠細長型滴管中互相平行或交叉但不能接觸，組成「微型電解槽」如相片六所示。



相片六：微型電解槽

6. 將相片五微型電解槽之前端與相片三之氣體緩衝槽接起來而成「微型電解裝置」，如相片七所示。



相片七：微型電解裝置

(二) 多孔凹槽之設計與製作

1. 利用線鋸將 15~16 根塑膠試管距離底部 2 cm 處鋸開。
2. 用熱熔膠將鋸開之試管固定在塑膠培養皿上，而成多孔凹槽，如相片八所示。



相片八：多孔凹槽

(三) 微型化學環保鞭炮之組裝

3. 將微型電解裝置之電解槽，置放在多孔凹槽中之一個凹槽中，並將氣體緩衝槽置放在另一凹槽中，再將氣體緩衝槽之末端插入另一凹槽內，如相片九所示。

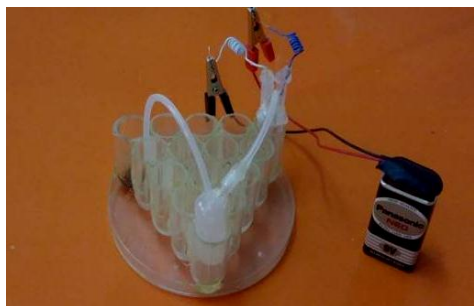


相片九：微型電解裝置置放在

多孔凹
槽中之
一個凹
槽處上

4. 將 9 V 乾電池接上

導線後，正負極分別接在微型電解裝置之兩支電極上，便組成一套「微型化學環保鞭炮」，如相片十所示。



相片十：微型化學環保鞭炮

■ 微型化學環保鞭炮之操作方法

1. 配製 10 mL 10% 氫氧化鈉溶液於一小塑膠杯中。
2. 利用相片五之微型電解槽之吸管前端插入氫氧化鈉溶液，並吸取氫氧化鈉溶液至約七分滿。
3. 吸有氫氧化鈉溶液之微型電解槽之前端與有側孔的氣體緩衝槽組合起來，然後將其置於多孔凹槽的兩個孔中。
4. 於多孔凹槽的另一個孔中放入九分滿的水，然後於水中滴入 2 滴的清潔劑，並將其攪拌均勻而成清潔劑水溶液，如相片十一所示。



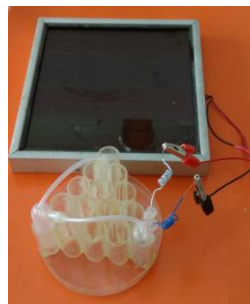
相片十一：於凹槽中滴入清潔劑

5. 在微型電解槽上之 2 根電極接上 9 V 乾電池之直流電源進行電解，如相片十二所示。



相片十二：用乾電池之直流電源進行電解

6. 亦可將電源 9 V 乾電池改為太陽能電池板或手搖發電機或穩壓器，就更為環保，如相片十三所示。





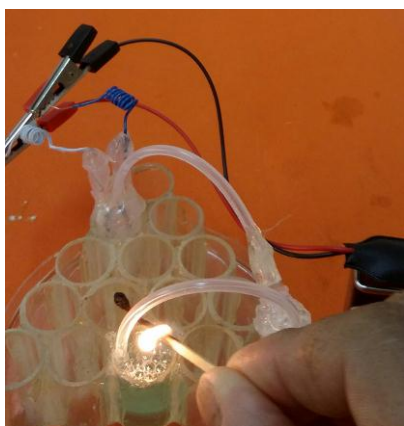
相片十三：用太陽能電池板（左）、手搖發電機（中）和穩壓器（右）產生直流電源進行電解



相片十五：電子點火器

■ 微型化學環保鞭炮之特點

7. 進行電解產生之氫氣與氧氣混合氣體會一起通入清潔劑水溶液中，並在清潔劑水溶液表面堆滿氫氣與氧氣混合氣之氣泡。
8. 將點燃之火柴以水平方式移至堆滿氫氣與氧氣混合氣之氣泡上方時，會即刻發出很「ㄅㄞ」的聲響，有如放鞭炮似的聲音，如相片十四所示。
1. 器材簡單，組合容易，操作方便且安全有趣。
2. 藥品只要 2~3 mL，可一直重複使用，減少藥品污染。
3. 此裝置輕便可隨身攜帶，可在實驗室、教室及戶外或家裡來操作。
4. 點燃含有氫氧混合氣之清潔劑泡沫時會發出很「ㄅㄞ」的聲響，極似點燃鞭炮，頗具震撼性。



相片十四：用火柴引爆

■ 注意事項

9. 亦可用電子點火器（相片十五）前端先接二條導線，再去接觸在氫氣與氧氣混合氣之氣泡之表面來引爆。
1. 填加氫氧化鈉溶液時，手需戴上塑膠手套，避免氫氧化鈉溶液碰觸到皮膚。
2. 以火柴點燃時，以水平方式移至泡沫上方，避免燒到自己的手。
3. 注意火柴勿燒到微型電解裝置末端之塑膠軟管，亦可先將塑膠軟管移出凹槽再點燃。

■ 結語

微型環保化學鞭炮是利用很簡單的電解

原理，裝置很簡單，可以人手一套，增加學生親自動手操作的機會，實驗過程簡端又安全有趣，點燃時會發出很「ㄅㄞ、」的聲響，極似點燃鞭炮，頗具震撼性，頗能引起學生做實驗的興趣。