

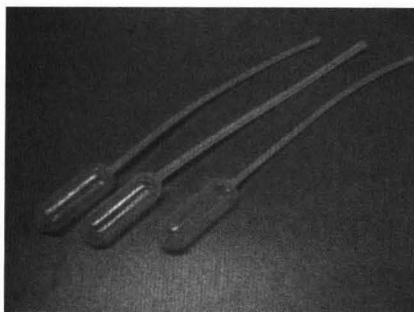
科玩 DIY—環保化學鞭炮

方金祥

國立高雄師範大學 化學系

原理

利用簡單的材料製作一套安全且超「ㄅㄨㄛ」而無污染的環保化學鞭炮，以供教師演示趣味化學、學生進行趣味科玩，或應用於科學園遊會，以增強科學教師教學及學生學習科學之興趣，並期能引起社會大眾對科學的認知與興趣。



原理

環保化學鞭炮係利用電解原理，將水電解所產生的氫氧混合氣體收集於一裝有清潔劑（或肥皂）水溶液的小孔穴凹槽中，而氫氧混合氣體被肥皂泡末包住後浮於水面聚集在一起，然後用點燃之火柴去接觸泡沫，會即刻發出非常「ㄅㄨㄛ」的聲響。



相片一 塑膠滴管（上），六孔穴塑膠皿（中），乾電池、扣帽及鱷魚夾（下）

材料（相片一）

塑膠滴管(1 mL)	1 支
乾電池(9V)	1 粒
氫氧化鈉溶液(20 %)	10 mL
六孔穴塑膠皿	1 個
扣帽及鱷魚夾	1 組
清潔劑（或肥皂）水溶液	10 mL
注射針	2 支

環保化學鞭炮之設計與製作

1. 取一支 1 mL 的塑膠滴管備用。
2. 將兩隻注射針之針頭磨平，然後分別插入塑膠滴管的兩側。
3. 用熱熔膠將注射針固定在塑膠滴管上，並將注射針與塑膠滴管接觸面和注射針之塑膠接頭部分封閉之而形成一電解槽，如封底相片 A 所示。
4. 將電解槽置於一個有六孔穴之塑膠皿中，另外將約 1.5 cm 長之透明塑膠管以熱熔膠將其固定在孔穴中，並將電解槽上之塑膠管彎曲後使其末端插入孔穴中之透明塑膠管中，便可組成環保化學鞭炮，如封底相片 B 所示。

環保化學鞭炮之操作

1. 手持電解槽之底部，以大拇指和食指壓縮之，然後將電解槽上之塑膠管末端插入 20 % 氫氧化鈉溶液中吸取氫氧化鈉溶液至八分滿為止。
2. 將裝有氫氧化鈉溶液之電解槽置於六孔穴塑膠皿中，然後將電解槽上之塑膠管末端插入六孔穴塑膠皿之任一個孔穴中之透明塑膠管中，並在該孔穴中加入清潔劑水溶液至九分滿為止。
3. 將扣帽與 9 V 乾電池連接後，以其鱷魚夾去夾住電解槽上之注射針（電極），隨之接通電源而開始電解，如封底相片 C 所示。
4. 電解約 15 秒後產生之氫氧混合氣體已將

原先留在電解槽內之空氣完全排出，而氫氧混合氣體會經由電解槽上之塑膠管末端排出，在加有清潔劑（或肥皂）水溶液之孔穴中形成泡沫而漂浮上來，當泡沫聚積覆蓋滿孔穴之表面時，以點燃之火柴去接觸泡沫，則發出超勺一尤、的聲響，如封底相片 D 所示。

5. 若於電解當中，將插在清潔劑（或肥皂）水溶液中之塑膠管拉起，則見電解槽上之塑膠管末端的泡沫會逐漸增大，如封底相片 E 所示。當泡沫的直徑增大到約為 0.5 cm 時，再以點燃之火柴去接觸泡沫，則除了會發出一聲小小爆鳴聲之外，還可見有一火苗經由塑膠管末端傳入電解槽內終至熄滅。

環保化學鞭炮操作時應注意事項

1. 用點燃之火柴去引爆環保化學鞭炮時，小心勿燒到自己的手指頭。
2. 點燃之火柴應避免燒到電解槽上之塑膠管及六孔穴塑膠皿上之塑膠。
3. 注射針插入塑膠滴管之前，務必先將注射針之尖端磨平以免受傷。
4. 如無六孔穴塑膠皿時，亦可以用熱熔膠將切割後之塑膠試管（約 2 - 3 cm 高）黏在光碟片上使用，如封底相片 F 所示。
5. 電解結束後記得將電源切斷，並將扣帽與乾電池分開，以延長乾電池的使用壽命。
6. 如無注射針當電極時，亦可用迴紋針替代之。

（下轉第 50 頁）

31、...這些頻率數均可頻率重複使用，而且繪製的狀態圖將外圍的細胞中點連線均可形成”正六邊形”。

三、其中”25”,”49”頻率數將外圍的細胞中點連線，可形成”菱形”或”正六邊形”。

捌、結論

我們從這次研究中探索到蜂巢結構行動網路頻率重複使用的狀態圖，對於以後的研究我們認為可以嘗試幾個方向。

一、已知 3、4、7、9、12、13、16、19、21、25、27、28、31、36、37、39、43、49.....個頻率去重複使用，可重複使用滿足 $D = \sqrt{3N} R$ ，這些數字的推算除了我們發展的方式外，是否有快速公式推算。

二、每個相同數量頻率重複使用的狀態圖，到底有幾種變化情形。

玖、參考資料及其它

1. 李毓佩著(2001) 幾何的寶藏 國際村 p67~p68
2. 東華大學楊慶隆博士行動通信技術 p27~p35
<http://www.sna.csie.ndhu.edu.tw/~cnyang/mobile/sld001.htm>
3. 羅浩源著(1997) 幾何、解析幾何及三角學 一版台北市九章出版社 p86~p87
4. 國中數學 一下 (2003) P43~P52, P135~P140(康軒文教)

(上承第 72 頁)

環保化學鞭炮之特點

1. 器材簡單、容易取得。
2. 成本低廉、可以自製。
3. 操作容易，安全性高。
4. 用藥很少，節省經費。
5. 可再使用，污染性低。
6. 頗具震撼，極富趣味。

結論

環保化學鞭炮是以化學電解原理為基礎，使用簡易的器材組成一套頗富趣味性及教學意義而且兼顧安全性與環保理念的超

「勺一尤、」科學教具，可以在化學教學上演示或在科學園遊會、趣味科玩上讓學童來動手做，以引起學童學習科學與動手做實驗的興趣，並由活動當中藉以啟發學童在科學上的創造力。

參考資料

1. 方金祥 (民 88) 本刊，第 224 期，35-36 頁。
2. 方金祥 (民 89) 廣西師範大學學報(自然科學版《微型化學實驗教學專輯》)，第 18 卷，第 1 期，132-135 頁。