

# 創意微型實驗— 微型氯氣製備裝置及在化學教學上之應用

方金祥

創意微型科學工作室

[chfang1273@yahoo.com.tw](mailto:chfang1273@yahoo.com.tw)

利用一粒塑膠三通活栓及 2 支塑膠注射筒組成一套多功能的微型氣體製備裝置，此套裝置可應用在不需要經加熱過程，即可反應製造出氣體的簡易多功能微型氯氣製備裝置，並可兼製備氯氣 (Cl<sub>2</sub>) 及乙炔 (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) 等二種氣體。微型氯氣製備裝置可應用在化學實驗教學及演示趣味化學實驗—水中火泉(或稱水中煙火)，以微型實驗教具來教化學原理與認識化學，可提升中學化學之學習動機、興趣與教學成效。

## ■ 材料與藥品

材料：塑膠注射筒 (25 mL) 2 支、塑膠三通



相片一：塑膠三通活栓

活栓 (Top 3-way stopcock) 1 個  
藥品：濃鹽酸、漂白水 (或次氯酸鈉)、碳化

鈣 (電石或電土)

## ■ 微型氯氣體製備裝置之設計與製作



相片二：微型氯氣製備裝置

### 一、實驗裝置設計與製作

1. 準備一個塑膠三通活栓，如相片一所示。
2. 接 1 支 25 mL 的塑膠注射筒在塑膠三通活栓的上方。
3. 再接另 1 支 25 mL 的塑膠注射筒在塑膠三通活栓的側方。
4. 接在塑膠三通活栓上之 2 支 25 mL 的塑膠注射筒是互相垂直，而組成一簡易安全之「微型氯氣製備裝置」，如相片二所示。

### 二、實驗步驟

此套微型氯氣製備裝置操作非常簡單，每位學生皆可在上課中人手一套，可兼製備氯氣 (Cl<sub>2</sub>) 及乙炔 (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) 等二種氣體，本文將介紹利用此兩種氣體在水中之特殊反應來演示與操作趣味化學實驗——水中火泉 (或稱水中煙火)，實驗過程不一定要在實驗室中進行，在一般教室中自己的座位上或戶外場所皆可讓學生親自動手操作。其詳細製備與演示過程分述如下：

### (一) 氯氣 (Cl<sub>2</sub>) 的製備

1. 取 2 支 25 mL 的塑膠注射筒及一個塑膠三通活栓備用。



相片四：氯氣之製備

2. 在其中一支塑膠注射筒中抽取 5 mL 漂白水 (NaClO，次氯酸鈉)。
3. 另一支塑膠注射筒抽取濃鹽酸 5 mL 備用。
4. 將 2 支塑膠注射筒與塑膠三通活栓組合起來，相片三所示。



相片三：塑膠注射筒與塑膠三通活栓組合

5. 打開塑膠三通活栓使 2 支塑膠注射筒互通。
6. 緩慢地將裝有濃鹽酸的塑膠注射筒中之濃鹽酸打入裝有漂白水的塑膠注射筒中，然後迅速將塑膠三通活栓關住，使接在塑膠三通活栓上之 2 支塑膠注射筒互不相通，如相片四所示。

7. 當濃鹽酸與漂白水接觸時，隨即發生反應產生黃綠色的氯氣，其反應式如式[1]所示：



8. 之後產生之氯氣會將活塞往上推，並將氯氣收集在塑膠注射筒中。
9. 再打開塑膠三通活栓使 2 支塑膠注射筒互通。
10. 再將氯氣抽至空的塑膠注射筒中備用。

### (二) 乙炔 (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>) 的製造

1. 取 2 支 25 mL 的塑膠注射筒及一個塑膠三通活栓備用。

- 在其中一支塑膠注射筒中放入 1~2 小粒碳化鈣 (  $\text{CaC}_2$  , 電石 ) 碎片。
- 另一支塑膠注射筒抽取 5 mL 自來水備用。
- 將 2 支塑膠注射筒與塑膠三通活栓組合起來, 如前相片二所示。
- 打開塑膠三通活栓使 2 支塑膠注射筒互通。
- 緩慢地將裝有自來水的塑膠注射筒中之自來水打入裝有碳化鈣碎片的塑膠注射筒中, 然後迅速將塑膠三通活栓關住, 使接在塑膠三通活栓上之 2 支塑膠注射筒互不相通。
- 當水與碳化鈣接觸時, 隨即發生作用產生乙炔氣體而將活塞往上推, 並將乙炔收集在塑膠注射筒中, 其反應式如式〔2〕所示。



- 再打開塑膠三通活栓使 2 支塑膠注射筒互通。
- 將乙炔氣體抽至空的塑膠注射筒中備用。

### ■ 微型氯氣體製備裝置之特點

- 藥品取得容易又便宜, 濃鹽酸可用清洗廁所用之濃鹽酸來替代, 次氯酸鈉可用市售漂白水來替代。
- 器材簡單, 組裝容易。

- 教學前、後之整理與存放簡單容易。
- 可兼作氯氣、乙炔、氧氣、氫氣及二氧化碳等五種氣體之製備。
- 操作容易又安全, 在製備過程中不會有氯氣逸出來。
- 裝置輕便易於攜帶。

### ■ 微型實驗在化學教學之演示與應用

利用本文所設計之微型實驗裝置, 由做中教及玩中學學習化學原理與知識, 更加能引起中學生化學學習之興趣, 進而能提升中學化學之教學成效, 茲以水中火泉 (或稱水中煙火) 為例來介紹微型實驗在化學教學之演示與應用, 在演示過程需要先利用微型氯氣製備裝置分別製造出氯氣 (  $\text{Cl}_2$  ) 與乙炔 (  $\text{C}_2\text{H}_2$  ) 氣體備用, 詳細過程說明如下: 。

(1) 在著者設計的微型水中火泉 (或稱水中煙火) 裝置之透明杯中 (相片五) 加入約九分滿的水。

(2) 分別將裝有 20 mL 的氯氣之塑膠注射筒



相片五：水中火泉裝置

與裝有 20 mL 的乙炔氣體之塑膠注射筒, 分別接在微型水中火泉 (或稱水中煙火) 裝置下方之塑膠

雙通活栓上。

- (3) 利用雙手同時以等速度將注射筒中之氯氣與乙炔氣體緩慢地打入微型水中火泉裝置中（特別注意氯氣不可打得過快，以避免有過量未與乙炔氣體作用的氯氣逸出來）。
- (4) 打入之氯氣與乙炔氣體等兩種氣體在微型水中火泉裝置中之水中相接觸時，會即刻在水中產生燃燒之火焰，其反應式如式[3]所示：



- (5) 在水中產生燃燒之火焰會由水中下方往上衝，有如在水中冒出帶有火團的噴泉或像在水中施放煙火般，因此將其稱之為「水中火泉」或「水中煙火」，如相片六所示。



相片六：水中火泉或水中煙火之形成

## ■ 結語

早期國中理化及高中化學實驗單元中皆安排有「氯氣的製備與鹵素活性大小之比較」之相關實驗，而當時在採用傳統式氣體製備裝置來製備氯氣時，無法控制氯氣的量，常

會將過多的氯氣逸出來，而將實驗室的空氣污染了。因氯氣是帶黃綠色且有刺鼻性的有毒氣體，因此在實驗教材中都已刪掉此一相關實驗，實覺可惜。如在製備少量氯氣時即可來進行且完成實驗時，可考慮用此微型氯氣製備裝置，在密閉的塑膠注射筒中來製備與收集，不會有氯氣逸出與污染的問題發生了。此套微型氯氣製備裝置可應用在不需加熱即可產生氣體的製備上，除了在本文中製備氯氣與乙炔之外，也可兼製備氧氣（ $\text{O}_2$ ）、氫氣（ $\text{H}_2$ ）、二氧化碳（ $\text{CO}_2$ ）等氣體，此套裝置可稱之為「多功能微型氣體製備裝置」。