

製備氣體的簡易方法

張麗雪 李英蕙

國立臺灣師範大學化學系

化學是探究物質的科學，也是實驗的科學。美國著名化學家，約翰霍普金斯大學（Johns Hopkins University）前任校長雷姆森博士（Dr. Ira Remsen）認為做實驗是件很有趣的事，要想探知事情的究竟，最好的方法是親自做實驗，仔細觀察實驗的過程，探討實驗的結果⁽¹⁾。由此可見親自做實驗在化學教育上的重要性，因此簡易而有趣的化學實驗的開發實有其必要。

本篇介紹簡易氣體發生器，係以市售普通透明塑膠袋及喝飲料用的塑膠吸管裝置而成。因其簡便、隨手可得，不限時地可方便地製得所需要的氣體，不用擔心儀器的耗損，同時實驗前的準備以及實驗後的整理，都不需太多的時間，可讓學生每人一組親自動手做實驗，在化學課題的學習，當有很大的助益。現就以幾個產生氣體的實例來說明簡易氣體發生器的裝置以及其應用。

一、二氧化碳的製備

〔實驗器材〕

碳酸鈣 4 克，鹽酸（6 M）20 毫升，氫氧化鈉（10 M）30 毫升，塑膠袋（2 斤裝）1 個，照相軟片塑膠空盒 2 個、膠帶。

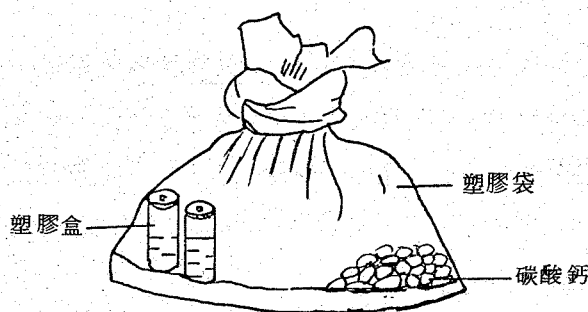
〔實驗步驟〕

1. 取碳酸鈣粉末（註 1）約 4 克，置於塑膠袋（註 2）內的一角。
2. 以照相軟片塑膠空盒兩個，分別裝鹽酸（6 M，20 mL）和氫氧化鈉（10 M，30 mL）溶液，將蓋子蓋好後放入塑膠袋內的另一角⁽²⁾。
3. 扭絞塑膠袋，小心擠出袋內的空氣並將袋口封閉。（扭絞後打結或以膠帶封

口)。此時袋內幾近真空狀態，如圖一。

4. 用手指從袋外小心打開裝有鹽酸溶液之盒蓋（註3）（小心，不可拉破塑膠袋），先慢慢倒出鹽酸，即見氣泡產生（註4），塑膠袋逐漸脹大。然後再將全部鹽酸倒出，觀察溶液的變化及塑膠袋脹大情形，作用完了後估計所產生的氣體體積。

5. 打開裝有氫氧化鈉溶液的盒蓋，先倒出一點溶液，看是否產生白色沈澱？產生的沈澱是什麼？（註5）從袋外用手指輕揉沈澱，即見沈澱溶解，復得透明溶液，再加少量氫氧化鈉，又見沈澱，揉揉又消失，如此反覆數次後，倒出全部氫氧化鈉溶液，看看袋內氣體的總量。



圖一 簡易氣體發生器之裝置

6. 搖搖袋內的溶液，即見塑膠袋逐漸縮小，反覆搖盪數次，袋內之氣體消失殆盡又呈現幾近真空的狀態（註6）。

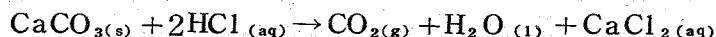
〔註〕

(1) 可用蛤蜊貝殼代之，取一片（約4克）打碎後裝入預先打有孔的小塑膠袋或以稱量紙包裹。蛤蜊貝殼不打碎也可以，但反應速率較碎片者慢。

(2) 市售2斤裝透明塑膠袋，大小約35公分長，25公分寬。

(3) 打開裝有鹽酸的塑膠盒之盒蓋時，隔著塑膠袋先輕壓盒身再取開盒蓋，小心不可拉破塑膠袋。

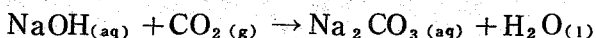
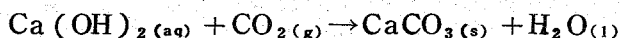
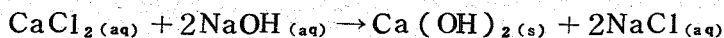
(4) 碳酸鈣粉末與鹽酸溶液混合後，很快產生二氧化碳氣體，充塞於塑膠袋內使其脹大。反應式為



(5) 加入少許氫氧化鈉溶液，則在局部產生氫氧化鈣白色沈澱，揉一揉即溶於袋內過量的鹽酸而消失，可重覆幾次後，加入多量氫氧化鈉溶液，則因袋內鹽酸已被中和（

因氫氧化鈉過量)，沈澱不再溶解。

(6) 搖盪袋內溶液時，二氧化碳氣體一部份與過量的氫氧化鈉作用產生碳酸鈉，一部份與氫氧化鈣作用生成碳酸鈣白色沈澱，因此塑膠袋內氣體逐漸減少，又回復至幾近真空狀態，所產生的白色沈澱，初時為氫氧化鈣和少量碳酸鈣。反應式為：



又由於反應為放熱反應，故塑膠袋會有溫熱的感覺。

(7) 若在步驟 3、4、6 分別稱重比較三者的質量，由反應前後物質質量的關係，可用以說明物質不滅定律。

(8) 未反應前袋內空氣儘可能完全趕出，且封閉袋口時注意打結的位置，控制塑膠袋內的體積，以容納所產生的氣體，避免塑膠袋空間不足以容納所產生的氣體而爆裂或不足以充滿袋內空間影響實驗效果。

上述實驗主要是二氧化碳的製備以及其定性實驗，使用如此簡便的器材也可完成二氧化碳的簡易定量實驗⁽³⁾。

二、乙炔的製備

〔實驗器材〕

電石 2 克，水約 30 毫升，塑膠袋，小塑膠滴瓶（30 毫升）一個，喝飲料用普通吸管及可彎曲吸管，小塑膠袋，小尖嘴玻管，剪刀，膠帶，蠟燭，火柴。

〔實驗步驟〕

1. 在塑膠一側連接一可彎曲之吸管（註 1），並將吸管開口封閉。
2. 將電石（碳化鈣）碎塊（註 2）約 2 克置於袋內之一角。
3. 取一小塑膠滴瓶（30 mL）裝 8 分滿的水，放入袋內的另一角。
4. 將袋內空氣趕出並封閉袋口，使袋內呈幾近真空的狀態，如圖二。
5. 小心打開裝有水的塑膠盒蓋，慢慢倒出水使與電石碎塊反應，即見袋內充塞氣體而脹大。所產生的氣體是什麼？（註 3）
6. 待反應完全後將吸管開口打開，接上一支小尖嘴玻管。
7. 在點燃的蠟燭前，擠壓塑膠袋使袋內氣體逸出，觀察火焰燃燒的情形，並比較

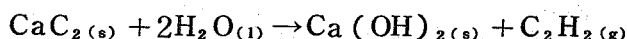
擠壓氣體的壓力大小對火焰燃燒情形有何影響？（註4）

〔註〕

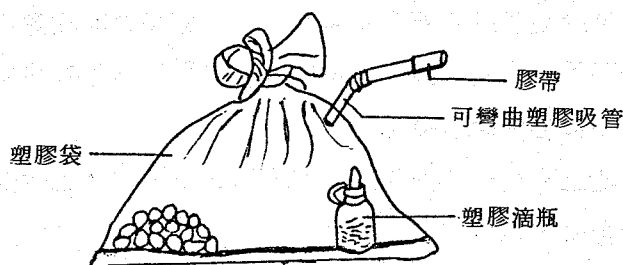
(1) 將塑膠袋上下對摺後，於對摺處剪一小缺口，取喝飲料用可彎曲的吸管約6公分長，將其一端插入缺口並以膠帶粘貼封閉，避免漏氣⁽⁴⁾（圖三）。

(2) 若電石太大時，可打碎後放入預先打有孔之小塑膠袋內。

(3) 電石與水作用是放熱反應。混合後很快產生乙炔（電石氣）充塞於袋內，因此加水時要斷斷續續倒，以控制反應速率與所產生氣體的量。反應式為

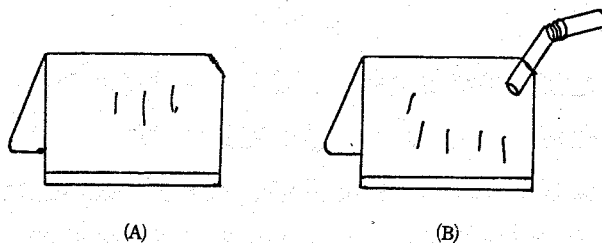


電石氣即乙炔氣體，能燃燒而發亮，可用於點燈照明。燃燒時若氧不足則發黑煤煙。又燃燒熱大，若氧足則可產生高溫，故氧炔吹管常用於熔接或切割金屬。



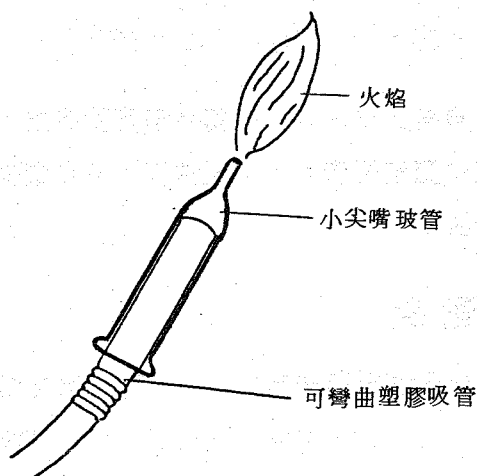
圖二 接有側管之簡易氣體發生器

(4) 擠壓塑膠袋的壓力越大，由尖嘴管噴出的電石氣越多，因此會看到火焰很長，燃燒時或因氧不足會有煤煙。（圖四）



圖三 塑膠袋接側管之作法

- A. 於塑膠袋對摺處剪一小缺口
- B. 將6公分長可彎曲吸管插入缺口，以膠帶粘貼缺口處，避免漏氣



圖四 氣體燃燒裝置

三、可利用塑膠袋簡易製備的氣體

只要將反應物事先準備好，放入塑膠袋內，以上述簡易操作法即可在塑膠袋內完成一系列的化學反應。現將可利用此簡易氣體發生器製備的氣體及反應物詳列於表一。

表一 利用簡易製法可製得的氣體及其反應物

氣體	反應物	備註
H ₂	Mg + HCl _(2M)	
O ₂	MnO ₂ + H ₂ O ₂ (10%)	
CO ₂	CaCO ₃ + HCl _(6M)	
SO ₂	NaHSO ₃ + HCl _(2M)	*
Cl ₂	KMnO ₄ + HCl _(12M)	*
NH ₃	NH ₄ Cl + NaOH _(10M)	*
C ₂ H ₂	CaC ₂ + H ₂ O	*
H ₂ S	FeS + HCl _(2M)	*
NO	Cu + HNO ₃ (3M)	*
NO ₂	Cu + HNO ₃ (16M)	*

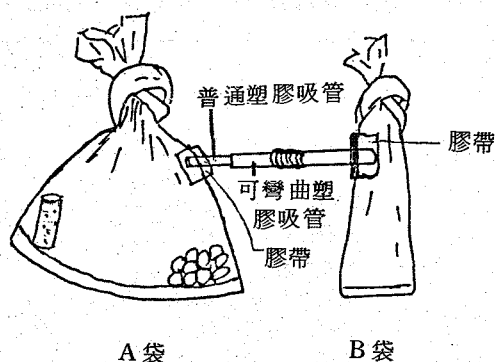
1. *有臭味、有毒的氣體，操作時應防漏氣。這些氣體會透過塑膠袋逸出，使用此法製備只適於短時間內使用，不宜久置。經查氣體透過率（單位：cc·cm/cm²·sec、cmHg）⁽⁵⁾：

$$\text{CO}_2 = 12.5 \times 10^{10}, \quad \text{N}_2 = 1.2 \times 10^{10}, \quad \text{O}_2 = 3.5 \times 10^{10}。$$

2. 以塑膠袋製備氣體，自開始準備器材與藥品至實驗完成，可在 30 分鐘內完成。
3. 若欲收集純淨的氣體或測定所產生的氣體體積，可在塑膠袋接連可彎曲的側管，如下述氣體體積的測定法所示。

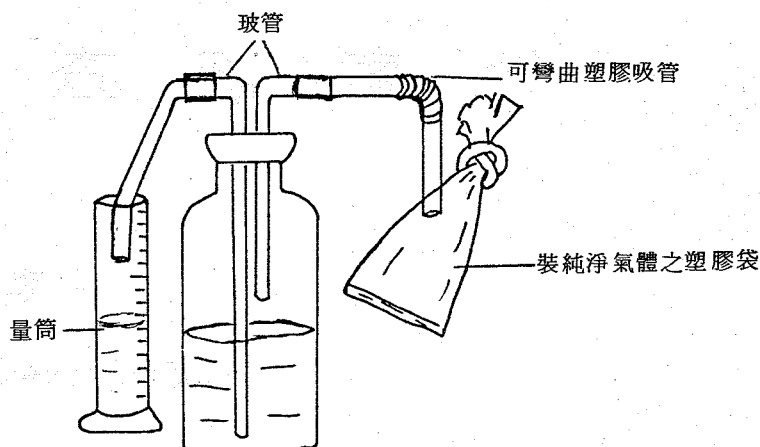
四、氣體體積的測定

若欲收集純淨的氣體或欲測定所產生氣體的體積，可在塑膠袋接連之可彎曲側管中，插入一同法製得接有普通吸管的塑膠袋（圖五）。將反應物置於接普通吸管之袋內（A袋），同法處理兩塑膠袋，使呈幾近真空的狀態。反應完全後，將產生之氣體儘量擠壓至接有可彎曲吸管的袋內（B袋），拔開連接著的吸管，封閉B袋吸管之開口，即可得一袋相當純淨的氣體。由稱重可得氣體的質量，然後換算成體積，或將B袋吸管接於如圖六之氣體體積測量裝置的小玻管內，壓擠袋內氣體即可排出等體積的水，量取排出水的體積，即可得知所生成氣體的量⁽⁶⁾。（可溶於水的氣體如：二氧化硫，不宜使用此法測量體積。）



圖五 收集純淨氣體的裝置

A袋內放反應物。兩袋以吸管相連
並事先擠壓至幾近真空狀態



圖六 測量氣體體積的簡易裝置

五、參考文獻

1. Amer. Chem. Soc., "Guidelines and Recommendations for the Preparation and Continuing Education of Secondary School Teachers of Chemistry" ACS, Washington, D.C., 1977。
2. 大竹三郎，「小學和初等理科教育實驗教學之條件及實例」，中日科學教育研討會，師大科教中心，台北，民國75年。
3. 蕭次融，「碳酸鹽的簡易定量實驗」，科學研習，18，19（民國76年3月）。
4. 留目佑光，「簡易的實驗器具——有趣的使用方法」，化學教育（日本化學會），34，322（1986）。
5. 武田文七，山口文之助：工化62，1897（1959）。
6. 師大科教中心主編，「實驗六 氣體定律」，高級中學基礎理化實驗手冊（上冊），國立編譯館，民國73年8月。