

# 國中化學幾項—— 有危險性或效果欠佳實驗的改良研究 國中教師組化學科第二名

台北市立建成國民中學

作者：楊訓庭  
林福興

## 一、研究動機與目的

在這近13年當中作者在指導學生實驗時，發現有幾個實驗具危險性，也曾聽聞國中學生因實驗課不慎引起爆炸受傷而殘廢，或實驗時產生的氣體有惡臭或有毒危害人體健康的。及有些實驗效果欠佳、或有待改善的等，這些實驗嚴重影響學生及教師在實驗時的生命安全及健康，同時也大大的降低了同學學習的興趣及教學效果。但實驗乃發展科學教育所不可缺少的必要過程，我們不能爲了安全或做不出來而不做實驗，作者經多年累積教學上的經驗，以克難簡便的方法加以研究改良，實施以來教學效果增加，同學學習興趣大爲提高。

## 二、研究項目

1. 電解水的改良
2. 氫氣燃燒易爆炸的防範設置
3. 氫氣燃燒效果的改良
4. 實驗室製氧的改良
5. 排空氣集氣法的改良
6. 鹽橋的改良
7. 電鑄銅的改良
8. 腐蝕性強的藥品應防止接觸

### 三、改良前後方法及比較

#### 1 電解水的改良：

(1)改良前方法：國中化學課本 9 - 1 ( 第二冊 P 46 )；裝置如

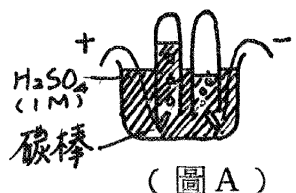
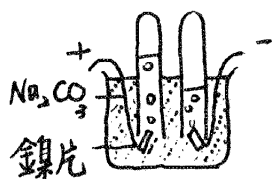


圖 A 電壓 4.5 V 至 6 V，在水中加入硫酸使成 1 M 之溶液，用以幫助導電，乃因 爲電的不良導體之故。

(2)缺點：

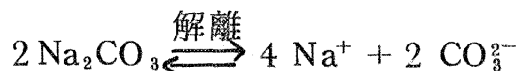
- ① 實驗時利用排水集氣法收集氫、氧時，必先設法將稀硫酸（或氫氧化鈉溶液）裝滿集氣瓶，手接觸到稀硫酸（或氫氧化鈉溶液）時對皮膚有腐蝕等傷害，但做此實驗時又難於不接觸到這些溶液，故爲其缺點之一。
- ② 陽極接觸電極之銅導線，易與產生的氧作用再與硫酸反應，很快就起變化而斷落實驗無法長時間進行。（稀氫氧化鈉溶液較無此現象）。
- ③ 實驗時產生氫氧氣體的體積比無法達到 2 : 1 的理論值，往往高達 4 : 1 以上，主因乃爲產生的氧與碳電極作用產生 CO<sub>2</sub> 溶於水中之故。

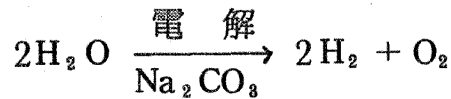
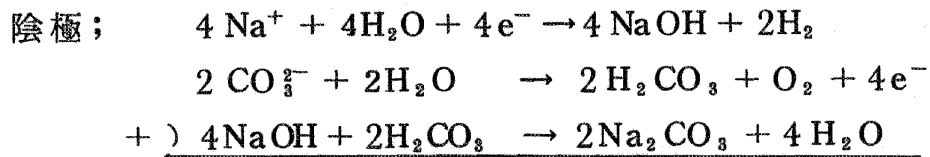
(3)改良後方法：裝置如圖 B，在 100ml 的水中溶入約 0.7 克的碳酸鈉幫助蒸餾水的導電，電壓以



6 V 至 30 V，電極以碳棒、鎳片或鉑片均可。碳酸鈉溶液爲強電解質，其幫助電解水時的導電方程式如下：

(圖 B)



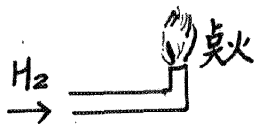


(4)優點：

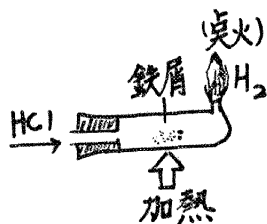
- (a)操作時手接觸到碳酸鈉溶液時不易受傷害，事後用水洗手即可，為其最大優點。
- (b)陽極接連電極之銅導線，不易起反應而斷落，使實驗中斷。
- (c)電解所得氫氧氣體體積比，較能接近 2 : 1 的理論值，若電極為鉑片或鋅片比值更能接近。但鋅片較經濟，且雜質少如碳粒、 $\text{CO}_2$  等。

2 氫氧燃燒易爆炸的防範設置：

(1)改良前方法：(a)在國中化學課本（第一冊 P 60）5-1 氫燃燒生成水如圖 C



(圖 C)



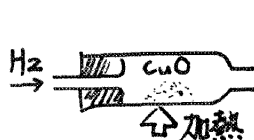
(圖 D)

(b) 7-2 (第三冊 P 5)

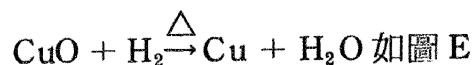
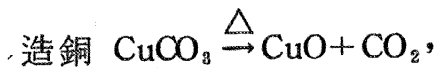


將產生的氫，點火燃燒產生水以證明氯化氫含氫元素的存在，如圖 D

(c) 23-2 (第四冊 P 45) 氧化銅用氫還原製



(圖 E)

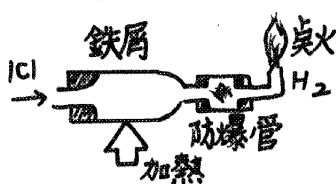


(2)缺點：氫氣具可燃性，與氧混合加熱容易產生爆炸，而發生危險，但往往實驗時學生未待空氣排完（很難觀察出來）即點火，在玻璃管內燃燒而發生爆炸者時有所聞，甚而造成傷殘，實在不幸。



(圖 F)

(3)改良後方法：宜在各氫氣燃燒管前加置防爆管，防爆管為玻璃管內置入用稀硝酸洗過之銅絲網而成。



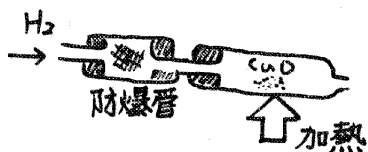
(a) 5-1 改良後如圖 F

(b) 7-2 改良後如圖 G

(c) 23-2 改良後如圖 H

(圖 G)

優點：氫氣混合燃燒時反應劇烈容易引起爆炸，加裝防爆管後，因其內之銅絲網易將熱量傳開可避免管內溫度過高而在管內引起玻璃爆炸之慮。連接於防爆管外之玻璃導管較短，無法同時聚集多量之氫氧，且管口及管徑等大導氣容易不致於發生爆炸，而產生危險。



(圖 H)

### 3. 氫氣燃燒效果欠佳的改良：

(1)改良前方法：國中化學 9-1 (第二册 P 47) 氫燃燒時為淡藍色火焰具爆鳴聲，如圖 I 直接用火柴點火在含氫氣試管口上。



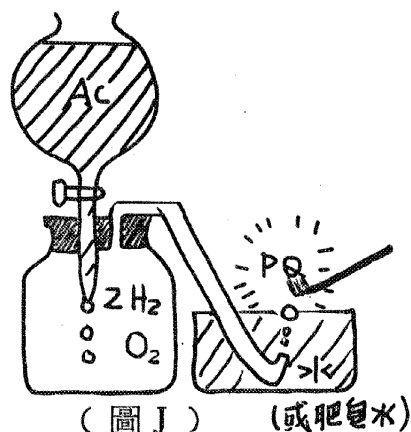
(圖 I)

缺點：

- (a) 取氫量少時，往往燃燒時看不到淡藍色火焰也聽不到爆鳴聲。
- (b) 取氫量多時又怕點火後引起玻璃管內氫氧混合燃燒而爆炸且燃燒時火焰及爆鳴聲未經察覺一閃即過，影響教學效果及學習興趣。

(3)改良後方法：裝置如圖 J，將 H<sub>2</sub> 收集於 500 cc 之廣口瓶內

，上置裝滿水之 500 cc 的分液漏斗，將漏斗活栓打開滴下水滴，壓出瓶內 H<sub>2</sub>，經導管入水槽形成氫氣泡，用引火棒（棒端繫棉花，沾酒精）在氣泡上點火。



(4)優點：

(a)可在 H<sub>2</sub> 泡上連續點火，直到氣泡消失為止，在水面可連續觀察到淡藍色火焰及聽到爆鳴聲效果甚佳。

(b)隔水點火，量多亦可避免玻璃爆炸之危險。

若廣口瓶內將 H<sub>2</sub> 及 O<sub>2</sub> 混合氣體按 2 : 1 體積混合（可直接電解水獲得）其效果更佳，非常安全。

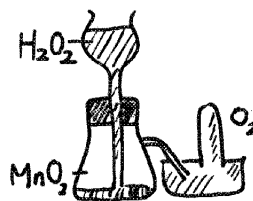
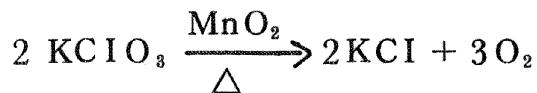
#### 4. 實驗室製氧的改良：

(1)改良前方法：

(a)國中化學課本 4 - 3

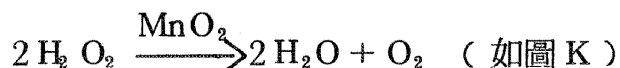
（第一冊 P 51）及  
19 - 3（第四冊 P8）  
用 KClO<sub>3</sub> 混合 MnO<sub>2</sub>  
為催化劑加熱製氧其

反應式為：



(圖 K)

(b) 4 - 3（第一冊 P 51）以雙氧水加 MnO<sub>2</sub> 為催化劑製氧，其反應式為：



(2)缺點：

方法 1：因黑色  $\text{MnO}_2$  中往往含有碳粒或有機物等雜質與  $\text{KClO}_3$  混合加熱易在瓶內燃燒而引起爆炸應捨去此實驗。

方法 2：因市售  $\text{MnO}_2$  為粉狀與  $\text{H}_2\text{O}_2$  作用若不時時搖動，容易結塊浮於液面無法充分均勻混合。

(3)改良後方法：

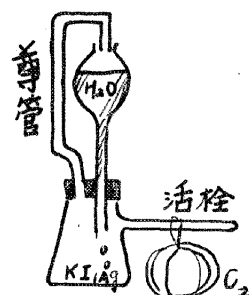
(a)雙氧水製氧宜用液體催化劑如

$\text{KI}$  溶液或  $\text{NaI}$  溶液，雙氧水須慢慢滴入否則反應很快

2 CCKI 溶液加 25ml  $\text{H}_2\text{O}_2$

2 秒鐘即得 60ml  $\text{O}_2$  以上，

雙氧水濃度以 10% 較安全。



(b)如欲大量收集  $\text{O}_2$  存用可用如

圖 L 之裝置，初反應時反應慢

含空氣，可經三路活栓排出，

(圖 L)

待氣體大量產生時收集入壓縮成接近真空狀態之球膽漸漸變大，收集備用，如欲使用時再從球膽中壓出。可連接多個球膽備用。

(4)優點：

(a)利用液體催化劑容易均勻混合，無  $\text{MnO}_2$  之缺點不必像  $\text{MnO}_2$  須搖動混合。

(b)裝置 L 分液漏斗上加接一導管，可使漏斗內  $\text{H}_2\text{O}_2$  上下液面壓力相等使  $\text{H}_2\text{O}_2$  順利流入錐形瓶。

(c)用球膽收集氧，可連續收集多個直至反應完成為至，減少浪費，收集後封閉出口備用非常經濟。

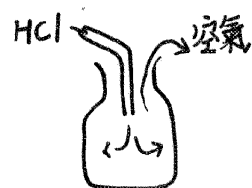
5. 排空氣集氣的改良：

(1)改良前方法：

(a)凡欲收集易溶於水，比空氣重之氣體應用向上排氣法收集如 7-1  $\text{HCl}$  7-2  $\text{Cl}_2$  (第二册 P 2 及 P 5) 之收集

見圖M。

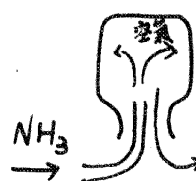
- (b)凡欲收集溶於水，比空氣輕之氣體應用向下排氣法收集如16-2 NH<sub>3</sub>(第三册P 44)之收集見圖N。



(圖M)

(2)缺點：

- (a)此種收集氣體方法，未密閉空氣固然可以排出，但有惡臭及有毒的氣體如NH<sub>3</sub>及HCl, Cl<sub>2</sub>等亦必有外溢至集氣瓶外，嚴重影響實驗者之健康。

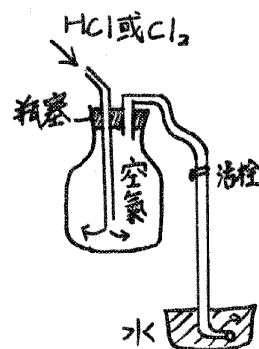


(圖N)

- (b)收集氣體是否已滿用潮潮廣用試紙檢驗，如以是否變色為標準，非常不可靠。

(3)改良後方法：

- (a)向上排氣法，在集氣瓶塞各置一進氣管及排氣管如圖O，排氣管通入置於桌面下之水槽的水中。

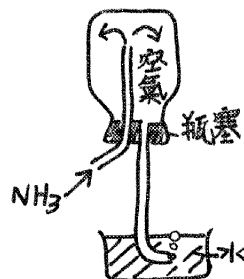


(圖O)

- (b)向下排氣法改良如方法1裝置如圖P。

(4)優點：

- (a)改良後集氣瓶加一瓶塞，收集之氣體經進氣管通入接近瓶底處，空氣因與收集氣體比重之不同經排氣管排出通入水中形成氣泡溢出，若有HCl或NH<sub>3</sub>等氣體溢出時因其易溶於水之性質將溶入水中，可免去實驗室空氣污染，保護實驗者健康，功效甚佳。



(圖P)

- (b)若收集氣體已滿排氣管水位將徐徐

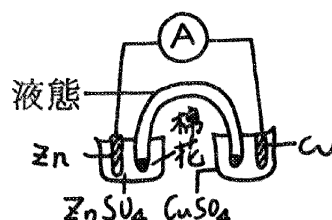
上升，易於看出。或在水槽內水中加廣用指示劑，亦可由其變色察出，因有欲收集之  $\text{NH}_3$  或  $\text{HCl}$  氣體因溢出溶入水中之故，非常可靠。

(c)出氣管可加一活栓，可防止吸水倒流。

## 6. 鹽橋的改良：

### (1)改良前方法：

在國中化學課本 14 - 3 " Cu - Ag 電池 " 及 15 - 1 " Zn - Cu 電池 " ( 第三册 P 27 及 P 33 ) 中之鹽橋均以 U 形管裝 0.1 M  $\text{NaNO}_3(\text{aq})$ ，開口各塞上棉花而成 ( 如圖 Q ) 內未加指示劑。



( 圖 Q )

### 缺點：

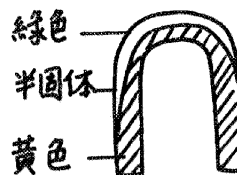
$\text{NaNO}_3$  溶液為液體易流動無法固定，棉花塞得太鬆  $\text{NaNO}_3$  容易流失，太緊又無法讓離子通過失去鹽橋之功能。

### (2)改良後方法：

取 8.5 g 之  $\text{NaNO}_3(\text{s})$  加水至 100ml 另加 2 - 3 g 之洋菜 ( agar ) 加熱使洋菜完全溶化後滴入少許廣用指示劑，以便觀察其變化之用。趁熱倒入 U 形管中，待冷卻後即成半固態之鹽橋。

### (3)優點：

(a)此種鹽橋無須塞棉花，為半固態不會流失，易拿易放，操作非常方便，功用與原方法無異。



(b)加入廣用指示劑後原為綠色，使 ( 圖 R )

用久後電流漸小且 U 形管兩端亦漸漸往上及 U 形管上端下側變黃，可觀察 U 形管內電解質離子的變化動向，因鹽橋之功用如何，多數同學非常迷惑不解。加入廣用指示劑增

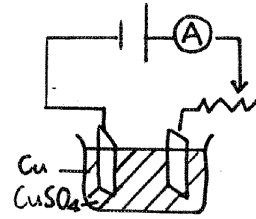


進其效果。便於學習之認識。如圖 R

## 7. 電鑄銅的改良：

### (1) 改良前方法：

- (a) 在國中化學 14 - 3 ( 第三冊 P 24 ) 電鍍的應用及在台北市國中暑期科學研習活動教材一電鑄裝置如圖 S 陰極銅片塗上石蠟後雕上圖樣陽極置一光亮潔淨銅片通電 1.6 A 至 2 A。



( 圖 S )

- (b) 銅電鍍液為 1 升水中加  $\text{CuSO}_4$  150 g ( 0.6 M ) 通電完畢後，硬化即可得凸模的銅鑄圖樣。

### (2) 缺點：

- (a) 電流過大 1.6 至 2 A 陰極電鍍出之銅雕，顆粒過大，表面粗鬆，顏色黑易脫落。
- (b) 電鑄所用之硫酸銅溶液 0.6 M 過濃易生沈澱，電鍍後下層陰極圖模顆粒大，上層小不均勻，效果欠佳。
- (c) 此實驗經暑期科學研習各校製作後經問卷調查 90 % 以上作品均不理想。

### (3) 改良後方法：

- (a) 用直流電源或用 1 號電池一個利用可變電阻器將電流調整至 0.1 A。通電十小時以上。
- (b) 電鍍液取  $\text{CuSO}_4$  晶體 2.5 g 加水 0.1 升 ( 0.1 M ) 另滴入約 50 c. c. 硫酸直至澄清為止，及另加二、三滴糖蜜或糖水少許等均勻混合。
- (c) 硬化後應用絨布等磨亮作品。

### (4) 優點：

- (a) 電流以 0.1 A 所得銅雕顆粒最均勻光滑。通電十小時至廿小時凸紋較顯著，效果最佳。
- (b) 電鍍液硫酸銅溶液過濃易生沉澱，加少許硫酸可避免此現象，另加少許糖蜜或糖少許可增加溶液的稠度，使電鑄出

來的銅雕較均勻。

(c)用絨布磨亮後使產品更光亮美觀。

#### 8. 腐蝕性強的藥品應防止接觸：

(1)改良前方法：

課本內對有毒等藥品如碘、汞鹽等均有註明，但 13-1 (第三册 P 9) 過錳酸鉀，及 18-4 (第三册 P 73) 及 24-1 (第四册 P 56) 硝酸銀具有強氧化性或腐蝕性。

(2)缺點：

皮膚接觸立刻變黑洗不掉，但課本未提及。

(3)改良後方法：

課本應註明這些藥品不可接觸或操作時須戴橡皮手套或臨時使用空塑膠袋套於手上替用亦可。

(4)優點：

防止皮膚接觸，保護實驗者安全。

## 四、總 結

國中化學課本施教多年以來，難易適度亦能配合需要實驗內容非常充實，說明亦很詳細，是一套很好的教科書。但作者多年在實際指導實驗時偶有發現效果欠佳的，學生學習興趣索然，但經設法研究改良之後效果變為很好，且學生學習興趣反為高昂。

「安全第一」是教師在指導學生實驗時必遵守的定則，有時有些老師怕發生危險而將某些單元捨去不作了，如此「因廢食」嚴重影響了科學教育的精神與發展，如何設法防止實驗時危險的發生，將是化學科教師平時應該多多研究的目標。

本作品內容係作者多年來在指導學生實驗時陸陸續續將實際遇到的或聽聞本校或他校化學科同仁共同所碰到的上述困難，經過多次研究或參考書籍再研究的點滴成果，以作為各位同仁教學上的參考，改良後具體成效概說如下：

1. 電解水將稀硫酸改用碳酸鈉溶液幫助水的導電，操作時較能保護實驗者的雙水，電極以鉑片最好，鎳片次之，但鎳片較經濟

，且電解所得氫，氧體積比，較能接近 2 : 1 的理論值。( 電解 4 %  $H_2SO_4$  溶液產生氫、氧體積比約 5 : 1 用 4 % NaOH 溶液約 3 : 1 )

2. 氫氣燃燒為避免玻璃管內氧氣未排除而在管內據烈燃燒引起玻璃管爆炸，裝置上應加裝防爆管以維安全。
3. 氫氣與氧燃燒時應有淡藍色火焰及爆鳴聲，但不易察覺，改良後裝置可以讓反應連續發生，效果非常良好。
4. 雙氧水製氧，以液體催化劑替代粉狀二氧化錳，不必搖動就能均勻混合，其效果更佳。
5. 傳統式氨、氯、氯化氫等易溶於水的氣體收集時，嚴重造成實驗室空氣的污染，經研究改良後，大大的維護了實驗者之健康
6. 電池中的鹽橋將液態改為半固態操作方便，加指示劑便於明瞭反應情形，增進學習效果。
7. 電鑄銅電流以 0.1 A，硫酸銅溶液以 0.1 M，應加硫酸防止沉澱，所得產品最美觀。
8. 接觸硝酸銀或過錳酸鉀等之強氧化或腐蝕性藥品，應要求戴橡皮手套，以免皮膚受害。

以上一些改良淺見，用以增進國中化學實驗教學時的效果或防止危險的發生，維護實驗時的安全，是否可以請專家不吝指正。謝謝！

## 五、參考書籍

國中化學課本( 1、2、3、4 冊) 國立編譯館

CHEMISTRY Collected Experiments

GENERAL COLLEGE CHEMISTRY, KEENAN WOOD

國中化學教師手冊( 1、2、3、4 冊) 國立編譯館

評語：(1)將國中實驗中，數種具危險性或效果欠佳的方法，提出改良，簡單而實用，深具教學上的價值。

(2)對氫氣燃燒效果的改良，應注意加長反應器及點火點的距離

(3)腐蝕性的藥品種類極多，均應教導學生多加防護，此外多種氣體均應加注意。