

創意微型實驗

— 微型氫氣製備與微型氫氣槍

方金祥

創意微型科學工作室

chfang1273@yahoo.com.tw

■ 氫氣的特性

氫原子是所有元素中最輕的元素，氫原子也是最簡單的化學元素。氫原子 (H) 是由有一個帶正電荷的質子構成的原子核和原子核外之電子軌道上之一個帶負電荷電子所組成。原子序及原子量為 1，通常是以三種同位素的型態存在於自然界中，分別為氫 (H)、氘 (D)、氚 (T)。氫原子非常活潑，由 2 個氫原子 (H) 組成雙原子分子，也就是氫氣 (H₂)。氫氣是一種無色、無臭、無味、無毒的可燃性氣體物質，也是所有氣體中最輕的氣體。雖然氫在地球上的含量只佔第九位，約為地球質量的 0.9%。但是氫在宇宙中是最豐富的元素，約佔所有物質質量的 3/4。氫可與碳及其他元素形成化合物存在於所有動植物中，石油和煤中也含有氫，氫約佔水的質量的 11%。

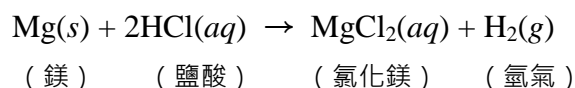
氫氣 (H₂) 早在十六世紀初就被科學家利用在強酸加入較活潑的金屬實驗室製氫法製造出來，氫氣化性活潑、常溫常壓下易燃，燃燒時與氧氣作用生成水 (2H₂ + O₂ → 2H₂O)。氫氣之原文為 Hydrogen，其中 Hydro 是

取自於拉丁文「hydrogenium」(即生成水之意)。

■ 製造氫氣之原理與傳統氫氣製備裝置

(一) 原理

利用活潑金屬如鋅 (Zn) 或鎂 (Mg) 等與強酸 (鹽酸，HCl(aq)) 作用會釋放出氫氣來 (H₂)。其反應是如下：



(二) 傳統氫氣製備裝置

早期的氫氣製備裝置即所謂的氣體製備裝置，如啟普式氣體製備 (Gipps Gas



相片一：啟普式氣體製備裝置 (左)，傳統排水集氣法 (右)

Generator) , 如相片一所示。

■ 微型氫氣製備裝置與微型氫氣槍

由於早期的氫氣製備裝置皆為玻璃材質，在組裝及操作不慎時容易破裂受傷，藥品用量太多，反應時間也過長，最後檢驗時不方便或易有爆炸可能。如將氫氣製備裝置改以塑膠材質來設計改良而成的「微型氫氣製備裝置」時，會更為安全有趣。茲將微型氫氣製備裝置之設計與製作說明如下：

(一) 材料

鎂帶 (Mg)、鹽酸 (清潔用)、火柴，如相片二所示。

(二) 微型氫氣製備裝置之設計與組裝

1. 微型氫氣製備裝置之

設備很簡單，包括塑膠罐、橡皮管、單孔塑膠塞及塑膠注射筒，如相片三所示。



相片二：鎂帶 (上左)、鹽酸 (上右) 及火柴 (下)



相片三：塑膠罐、橡皮管、塑膠注射筒 (左) 及單孔塑膠塞 (右)



相片四：蓋子中央小孔 (左) 及單孔塑膠塞用熱熔膠固定 (右)



相片五：單孔塑膠塞下方接橡皮管



相片六：微型氫氣製備裝置



相片七：稀鹽酸溶液塑膠罐中裝入

2. 在塑膠罐之蓋子中央處鑽一個小孔，用熱熔膠將一粒單孔塑膠塞固定在孔中，



相片八：折疊的鎂帶

如相片四所示。

3. 在單孔塑膠塞下方接一條長約 8 cm 橡皮管，如相片五所示。
4. 再將一支塑膠注射筒插在塑膠蓋上之單孔塑膠塞中，即組成『微型氫氣製備裝置』，如相片六所示。

(三) 動動手

1. 將微型氫氣製備裝置之塑膠罐之塑膠蓋打開。
2. 將 30 mL 之 3 M 稀鹽酸溶液（可以洗廁所用的無煙鹽酸加水稀釋一倍替代）倒入微型氫氣製備裝置之塑膠罐中，然後再將微型氫氣製備裝置之塑膠罐之塑膠蓋蓋緊，如相片七所示。
3. 把 5 cm 長之鎂帶 (Mg) 對摺再對摺至約為 1 cm 長之大小，如相片八所示。
4. 打開塑膠注射筒之活塞，將已折疊好的鎂帶放入塑膠注射筒中，然後再將塑膠注射筒之活塞塞入塑膠注射筒中，如相片九所示。



相片九：鎂帶放入注射筒中後再將活塞塞入注射筒中

■ 做做看(「鎂」的冒泡)

1. 將微型氫氣製備裝置之塑膠罐之塑膠蓋稍微鬆開一點點。
2. 將塑膠注射筒之活塞慢慢地往上抽取，此刻在塑膠罐中之稀鹽酸即會經由接在塑膠蓋子下面的橡皮管上升至塑膠注射筒中，如相片十一所示。
3. 被抽至塑膠注射筒中之稀鹽酸與注射筒內之鎂帶接觸之同時，會即刻發生化學反應而產生許多氣泡。

5. 將裝有鎂帶的塑膠注射筒插在塑膠罐蓋子上的單孔塑膠塞上，準備製備氫氣，如相片十所示。
4. 此氣泡是由鎂與稀鹽酸作用所產生的，故謂之「鎂」的冒泡，此氣泡會自動上升至塑膠注射筒的上方，所上升的氣泡



相片十：塑膠罐中裝入稀鹽酸



相片十一：活塞往上抽取稀鹽酸



相片十二：自動排水集氣



相片十三：點燃的火柴水平靠近注射筒口

也會將注射筒中之稀鹽酸向下排出而進入塑膠罐中，直至注射筒中之稀鹽酸完全被排出，即表示在塑膠注射筒中已收

集滿氣泡，此氣體收集法乃是一種自動排水集氣法，如相片十二所示。

■ 試試看 (氣體測試)



相片十四：各種造型的微型氫氣槍



相片十五：將注射筒拔離塑膠罐

要確定被收集在塑膠注射筒中之氣體是不是氫氣，就必須經由簡單的化學性質檢驗——點燃測試（利用火柴引燃與氫氣槍引爆）。

一、火柴引燃測試

1. 小心地將塑膠注射筒上方的塑膠活塞拔出。
2. 塑膠活塞被移開約 2~3 秒鐘之後，再將已點燃的火柴以水平方式靠近塑膠注射筒之筒口（注意：請勿將點燃的火柴丟入塑膠注射筒中），如相片十三所示。



相片十七：將氫氣打入底片空盒子中

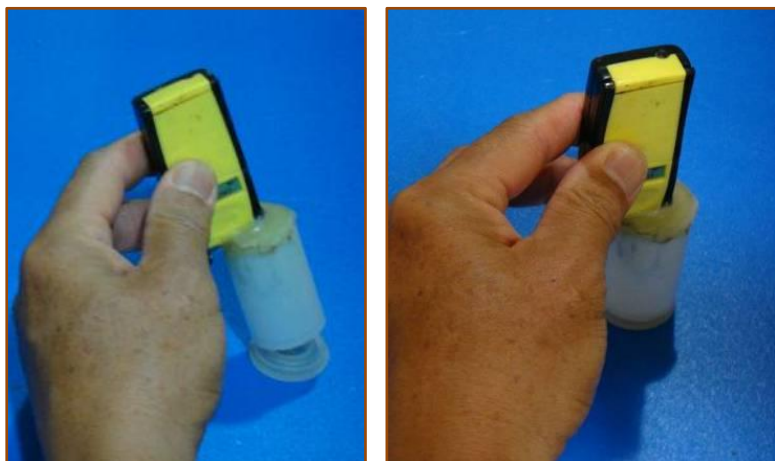


相片十六：打開底片空盒子的蓋子

3. 火柴引燃時會產生一聲小小爆鳴聲，如果有此一現象產生時，即可證明所收集在塑膠注射筒中之氣體就是氫氣。

二、氫氣槍引爆測試

1. 實施多年的李遠哲科學實驗競賽中曾有「氫氣槍」之比賽項目：看誰射得遠？看誰射得準？看誰最有創意？
2. 本實驗所採用之「氫氣槍」有別於李遠哲科學實驗競賽中所用氫氣槍，此氫氣槍是本創意微型科學工作室所設計，由市售各種類型之電子打火機、玩具槍與底片空盒子所組成的「微型氫氣槍」，如相片十四所示。
3. 利用微型氫氣槍引爆氫氣時，只需將收集再注射筒中之氫氣打入微型氫氣槍之底片空盒子內即可引爆，引爆的步驟如下：
 - A. 將微型氫氣製備裝置上收集滿氫氣之塑膠注射筒拔離，如相片十五所示。
 - B. 打開微型氫氣槍上的底片空盒子的蓋子，並將蓋子朝上且置於桌上，如



相片十八：將底片空盒子的蓋子蓋緊

相片十六所示。

- C. 將微型氫氣槍上的底片空盒子開口朝下，裝有氫氣之塑膠注射筒朝上，如相片十七所示。
- D. 將塑膠注射筒中 10 mL 氫氣慢慢地打入微型氫氣槍上的底片空盒子(30 mL) 中，底片空盒子中之氫氣與空

氣體比約為 1:2(10 mL 氫氣：20 mL 空氣)，並迅速地將底片空盒子的蓋子蓋緊在微型氫氣槍上的底片空盒子，如相片十八所示。

E. 手持裝有氫氣的『微型氫氣槍』朝空況且無人之處，槍頭朝上用食指扣上微型氫氣槍之扳機(原電子打火機之按扣)，瞬間會發出一聲非常「ㄅ一ㄅ」的爆鳴聲，並將底片空盒子的塑膠蓋擊出，如相片十九所示。

■ 微型氫氣製備裝置之特點

本微型氫氣製備裝置具有如下之特點：



相片十九：微型氫氣槍之擊發

1. 塑膠材質組裝，塑膠注射針筒，大小皆可適用，輕便易攜帶及保管。
2. 製備氫氣操作容易且安全，實驗室、教室以及戶外等任何場所皆可進行。
3. 氫氣檢驗容易且安全，以微型氫氣槍來演示更具震撼且有趣。
4. 利用微型氫氣製備裝置配合微型氫氣槍進行實驗教學更為生動活潑有趣。
5. 鹽酸可用清洗廁所用之鹽酸替代，鎂帶可用回收乾電池鋅質外殼來替代更為方便。

■ 結語

氫氣是大家耳熟能詳的一種氣體，實驗室製造氫氣，不呼用強酸如硫酸或鹽酸與活潑金屬作用來產生氫氣。而實驗裝置早期大多用相片一的啟普式製備氣體裝置或傳統的排水集氣裝置，甚至在七十年代前後國中理化課本也曾用塑膠臉盆裝稀鹽酸，將鎂帶置入膠囊中保護起來，然後再投入裝滿稀鹽酸的玻璃量筒中，以排水集氣法收集氫氣，然都由於用藥太多，反應時間過長，最後檢驗時引燃氫氣時有可能爆炸，因此在懼怕之下在還沒檢驗時常常會把玻璃量筒推倒而破損，基於上述原因，目前國中及高中都以把氫氣製備實驗刪掉，如此有趣的氫氣實驗被刪掉，學生無法親自動手操作實覺可惜。如能將氫氣製備裝置改以塑膠材質來設計改良而成的「微型氫氣製備裝置」時，在化學教學與實驗操作會更為安全有趣且生動活潑，更能提昇化學教學成效。