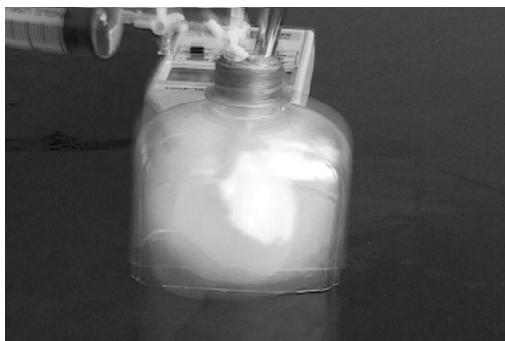


氫爆安全教具之製作

葉政皇 * 楊舒婷 ** 林欣怡 **

* 台中縣沙鹿國民中學

** 桃園縣福豐國民中學



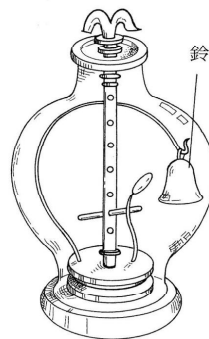
(氫氣爆炸實況照片)

一、前言

一般在國中理化實驗檢驗氫氣的方式為：一手握住收集好氫氣的試管，另一隻手點燃火柴檢驗之。這種方式不但不易一次就成功且危險性極高。因此，目前教材中有關檢驗氫氣的部分，均已改為教師示範實驗，學生只能觀看卻不能動手操作，十分可惜。為了改進傳統理化氫氣爆炸實驗之危險性，本研究主要是設計一個既安全、體積小又能帶著走的新實驗裝置，打破以往必須在氫氣爆炸實驗室進行的空間限制，並採用分貝計測量爆炸的響度，將氫氣爆炸的威力實際、明確地以數據呈現，提供研究參考。製作時可免去使用分貝計，這樣一來，整個裝置只須花費約二百元，就可完成一套教具，教師及學生人人可自行製作，達到普及化的目標。授課時藉由觀察爆炸聲音、焰色及體積膨脹等變化，讓學生親自操作，實際感

受爆炸的震撼力，爆炸後尚可測量出反應後的剩餘體積，與亞佛加厥假說相驗證。

理化課本第一冊3-2節「聲音的傳播」中，以十七世紀波以耳的一項實驗說明聲音傳播須靠介質，若將玻璃罩中的空氣以抽氣機抽出，玻璃罩中的鈴聲則逐漸消失。筆者也曾仿照此實驗操作，結果發現實際上抽氣馬達的噪音非常大，故很難分辨玻璃罩中鈴聲的變化，因此，我們便進行改良。此教具具有容易抽成真空的優點，加上電子點火槍本身就可發出聲音，於是將此教具應用於聲音傳播的實驗，並於課堂上演示，發現效果極佳，學生的反應普遍十分良好。



圖一 波以耳利用圖中裝置證實聲音無法在真空中傳播

二、製備氫氣並混和空氣：

(一) 器材及藥品

薊頭漏斗

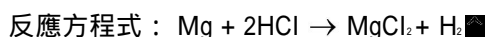
1個

水槽	1 個
養樂多瓶	1 個
側管錐形瓶	1 個
1M 鹽酸	適量
鎂帶	適量
塑膠三通活栓	1 個

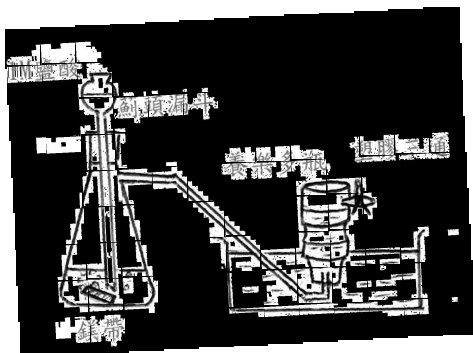


圖三 混和氫氣和空氣

(二) 製備氫氣並混和空氣裝置



1. 取一水槽裝水約八分滿，並將養樂多瓶裝滿水。
2. 將適量的鎂帶折成折好，放入側管錐形瓶中。
3. 將薊頭漏斗及側管錐形瓶裝好如（圖二），再將 1M 稀鹽酸由薊頭漏斗加入錐形瓶中，使其與鎂帶反應產生氫氣。
4. 以排水集氣法收集純氫氣，收集完畢，以橡皮塞塞好並正立於桌上如（圖三）。
5. 將三通轉向針筒與養樂多瓶相通，慢慢拉動針筒活塞至想要收集氫氣的體積，再將活塞轉至與空氣相通，抽至總體積為 50mL。（例如欲收集氫氣 20mL 混和空氣 30mL，則先抽氫氣 20mL，再用三通轉抽空氣，將活塞拉至 50mL，即可使氫氣:空氣 = 20:30=2:3 混和。）

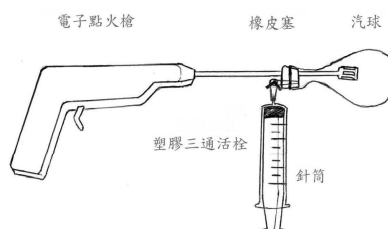


圖二 製備氫氣裝置

(三) 特點

「混合氫氣及空氣」裝置，採用三通塑膠活栓及塑膠針筒，可隨意精確混合出欲混和氣體的比例，並可直接將含混和氣體的針筒移至檢驗氫氣爆炸的裝置中，直接打入汽球內測量其威力，十分方便。

三、檢驗氫氣爆炸裝置：



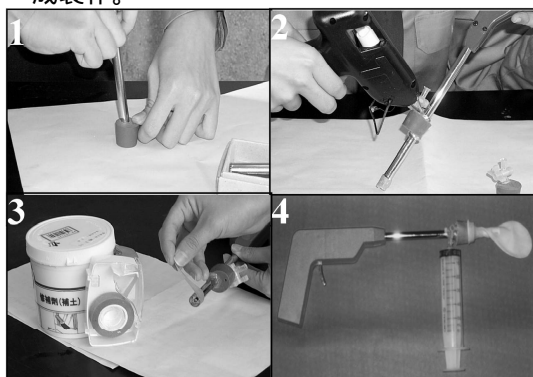
圖四 檢驗氫氣爆炸裝置圖

(一) 器材及藥品

透明橡皮大汽球	1 個
電子點火槍	1 隻
電子分貝計	1 台
三通塑膠活栓 (Top3 - way stopcock)	1 個
塑膠針筒 (50mL)	1 支
8號橡皮塞	1 個
透明寶特瓶空罐	1 個
熱熔膠(槍)	1 組
塑膠雙通活栓	1 個

(二) 製作方法 (如圖五檢驗氫氣爆炸製作流程)

- (1) 以鑽孔器在 8 號橡皮塞上鑽孔。
- (2) 將塑膠雙通活栓、電子點火槍分別以熱熔膠黏好固定。
- (3) 以補土將點火槍前端的空隙填滿，使其完全密封，再用膠帶將外部黏好。
- (4) 將透明汽球吹脹。(防止氫氣爆炸時體積迅速膨脹而使汽球爆破)
- (5) 將汽球套入橡皮塞中，針筒接好固定於塑膠雙通活栓之側邊。
- (6) 將透明寶特瓶空罐切掉下方，取瓶口上半部，並於側邊挖一小孔，將分貝計插入爆炸中心處，以利測量。
- (7) 最後將步驟(6)之裝置放入寶特瓶口，即完成製作。



圖五 檢驗氫氣爆炸製作流程

(三) 爆炸測量方法

- (1) 將雙通活栓轉至針筒②與汽球相通，再將針筒②將汽球內的空氣全部抽出，使之成為真空狀態。
- (2) 按下點火器確定其無聲音。
- (3) 移去針筒②，改將混合好氣體的針筒①與汽球相接，將針筒 j 活塞往前推，將之前混合

好的氣體打入汽球中，再將雙通鎖好，使氣體不外洩。

- (4) 按下打火器開關，瞬間氫氣爆炸，觀察汽球變化並記錄數據。
- (5) 將針筒往回抽，收集反應後氣體的體積，記錄並驗證亞佛加厥假說。

* 針筒①內裝有先前製備好之氫氣與空氣的混合氣體；針筒②僅為抽真空用。兩者前後分別接於塑膠雙通活栓之側邊，如(圖四)所示。

(四) 特點

1. 「測量爆炸程度」裝置使用精密的電子分貝計以數據化測量出爆炸響度，藉由響度大小可測知其爆炸威力，此外由於本實驗採用透明汽球，故可在實驗進行中直接觀察爆炸前後焰色、體積、溫度等變化。

四、利用此教具實驗實際操作三項理化實驗

(一) 氫氣爆炸實驗

控制總體積為 50mL，每隔 5mL 混合一定比例之空氣，分別作五次測量，並觀測爆炸其響度及汽球內的變化，紀錄如下(表一)。

(二) 國中理化 3-2 聲音的傳播章節

利用針筒將汽球內的空氣全部抽出，使整個汽球內呈現真空狀態，之後，再按下點火器。實驗結果顯示：聲音無法傳出。(表示聲音於真空中無法傳遞)

(三) 驗證亞佛加厥假說

亞佛加厥假說：「同溫同壓時，體積相同的一切氣體，都含有相等數目的分子。」即在同溫同壓下，任何氣體的體積比 = 分子數比 =

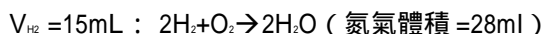
(表一) 混和不同比率之氫氣與空氣對爆炸威力影響之探討

氫氣 (mL)	空氣 (mL)	分貝計讀數						是否爆炸	反應剩餘氣體 (mL)	汽球的變化
		1	2	3	4	5	平均值			
50	0	63.84	64.18	64.08	63.97	64.03	64.02	均無爆炸	50	無變化
45	5	64.17	64.05	64.08	63.99	63.95	64.05	均無爆炸	50	無變化
40	10	64.57	64.49	64.81	65.03	64.18	64.62	均無爆炸	50	無變化
35	15	104.7	×	×	103.9	×	104.30	無爆炸的以×表示	49.5	略為膨脹
30	20	125.6	123.8	×	124.9	123.1	124.35	無爆炸的以×表示	41	快速膨脹
25	25	124.4	123.9	125.7	124.5	125.7	124.84	無爆炸的以×表示	35	紅色火焰、迅速膨脹
20	30	130.2	129.1	128.9	128.4	129.1	129.14	無爆炸的以×表示	32	紅色火焰、迅速膨脹
15	35	128.1	128.2	127.7	127.9	127.5	127.88	無爆炸的以×表示	29	紅色火焰、迅速膨脹
10	40	123.3	×	125.9		124.4	124.53	無爆炸的以×表示	41	快速膨脹
5	45	109.6	111.3	×	115.2	×	112.03	無爆炸的以×表示	49	略為膨脹
0	50	65.1	63.2	63.8	64.3	64.5	64.18	均無爆炸	50	無變化

莫耳數比 = 方程式係數比。

Ex.

因此，以氣體體積取代莫耳數在方程式中計算出剩餘氣體體積，即為我們所謂的理論剩餘體積。若將「理論剩餘體積」與實驗所得的「實際剩餘體積」相比，其結果如(表二)所示。



原: 15 7 0

反應: -14 -7 +14

剩餘: 1mL 0mL 14mL (水為液態，故體積不計)

* 理論剩餘體積：以氣體體積取代莫耳數在方程式中計算出剩餘氣體體積，即為本文所謂的理論剩餘體積。

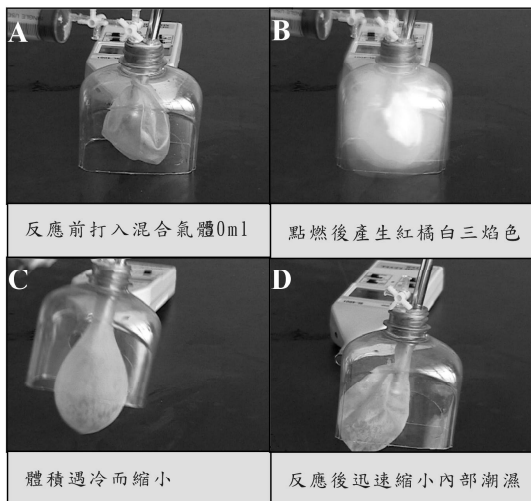
所求出的理論剩餘體積為 $V_{N_2} + V_{H_2} = (28+1)\text{mL} = 29\text{mL}$

(表二) 反應剩餘體積與理論剩餘體積之比較

氫氣(mL)	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0
空氣(mL)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
反應後剩餘體積(mL)	50	50	50	49.5	41	35	32	29	41	49	50
* 理論剩餘體積(mL)	—	—	—	41	38	35	32	29	35	42.5	—
備註	不爆炸	不爆炸	不爆炸	部分爆	部分爆	全都爆	全都爆	全都爆	部分爆	部分爆	不爆炸

我們發現：反應後實際剩餘體積與理論剩餘體積相吻合，表示先前使用體積取代莫耳數去計算極為合理，符合亞佛加厥假說！

(四) 爆炸前後之照片之比較



圖六 爆炸前後之對照

圖片說明：

(A) 為爆炸前

(B)、(C) 為點燃氫氣爆炸中

(D) 為爆炸後

以氯化亞鈷試紙檢驗，發現：顏色由藍變淡粉紅，表示汽球內存在水氣。

五、結語

理化是一門生活中的學問，如何讓學生對科學產生興趣，相信實驗是不可或缺的良方之一，藉由讓學生親眼所見、所做，來印證課本的內容，可讓知識更為活用。學生不會因而死背公式，而會將科學知識化作日常生活中的一部分。然而理化課本中有部分實驗，因其危險性較高，往往只能列為教師示範實驗，甚為可惜，因此，筆者針對課本中危險性較高的「檢

驗氫氣實驗」進行改良研究，使其不但安全，且容易觀測爆炸時的威力。事實上不單是氫氣，只要是任何可爆炸的氣體均可使用本教具進行示範，此外還可用以演示理化 3-2 節所述的「聲音的傳播」，以及驗證亞佛加厥假說，可說是兼具多用途的教具。在此願提供給各中學教師做參考，希望能對學生學習有關氫氣、聲音以及亞佛加厥假說等單元有所助益。

筆者現為國中實習教師，課餘時也嘗試讓學生運用各種常見的材料（如回收的廢棄空寶特瓶、養樂多瓶、鋁罐等），再配合塑膠三通活栓及塑膠針筒，思考如何來製作簡易好玩的科學遊戲，在這樣的師生互動、教學相長下，發現不僅可激發學生的想像力，提昇教學的效果，筆者個人也獲益良多。

六、致謝

筆者為高師大化學系畢業校友，因而感謝高雄師範大學方金祥教授在「教具製作」課程時之啟蒙，讓筆者對微型化學實驗產生高度興趣，進而著手研究改良國中理化科實驗。

七、參考文獻

1. 方金祥（民 87），「微型化學實驗之設計與製作」，高雄，高雄復文圖書出版社出版。
2. 國立編譯館（民 89），「國民中學理化」第一冊，國立編譯館，2000 年。
3. 國立編譯館（民 89），「國民中學理化」第二冊，國立編譯館，2000 年。
4. 國立編譯館（民 89），「國民中學理化」第三冊，國立編譯館，2000 年。