

綜合性實驗設計－密閉器中燃燒與氣相成分變化之研究

國中組化學科第三名

基隆市立暖暖國民中學

作者：陳書貽、張震宇、陳姝蓉、羅駿華

指導教師：李燈煌

一、研究動機

在國中理化課本第一冊第四章空氣成分中，我們發現蠟燭燃燒後能使瓶內水位上昇的奇妙現象，使我們深深體會到空氣的奧秘，也因為如此才促使我們更加好奇的想了解空氣的真面目，以及改用酒精、鎂帶等來代替蠟燭重新設計多樣化實驗裝置，以利更深入的探討和研究。

二、研究目的

- (1)設計較正確而又有趣的實驗裝置。(如下頁圖)
- (2)觀察密閉容器中燃燒產物的特性及檢測方式。(實驗一)
- (3)利用自行設計的裝置來探測定量空氣中所含的主要成分氮和氣體積關係。(實驗二)
- (4)探測可燃物燃燒時所需氧氣體積量的關係。(實驗三)
- (5)以噴泉方式來證明大氣壓力的存在和器中氣壓大小。(實驗四)
- (6)觀察氣體熱脹冷縮的現象。(實驗五)
- (7)證明物質不滅定律。(實驗六)

三、研究器材與藥品

(一)器材：

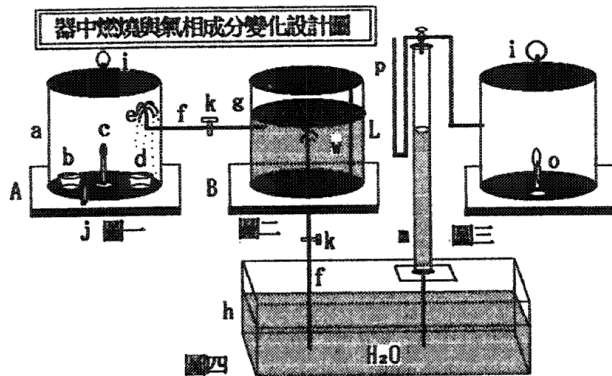
- (1)密閉式壓克力透明圓筒一組
- (2)橡皮管
- (3)金屬夾
- (4)氣球
- (5)水槽
- (6)尺
- (7)軟木塞
- (8)玻璃管
- (9)三腳架
- (10)中空圓球

(二)藥品：

- (1)蠟燭
- (2)酒精
- (3)鎂帶
- (4)廣用指示劑
- (5)廣用試紙
- (6)石蕊試紙
- (7)氯化亞鈷試紙
- (8)澄清石灰水
- (9)氫氧化鈉
- (10)氧化鈣
- (11)焦性沒食子酸

四、研究過程及方法

(一)實驗設計圖：如附圖



說 明
 a.g.h.m 密閉式透明膠筒 b.d小燒杯 o.酒精
 c 蠟燭 e 噴水 f 導管 k 開關 w 水 i 氣球
 j 氯化亞砷試紙 L 尺 A.B.C 橡皮墊 p. 氣壓計

(二)儀器製作方法：

- ①依設計圖利用黏劑如氯仿等將材料連接而成。
- ②使用剪刀、鑽孔器、鋸子為輔助之工具依形狀大小製作而成。

五、實驗步驟及結果

(一)實驗一 燃燒產物之檢驗

1. 步驟：

- ①將各儀器銜接如圖一、圖二、圖三、圖四所示。
- ②檢視各導管接口有否塞緊以防漏氣。
- ③預先將導管f插入水槽中。
- ④將a筒上方接上氣球，內部小心置方小圓杯三個，各杯分別裝入澄清石灰水、廣用指示劑、無水硫酸銅粉末等。
- ⑤將特製橡皮塞上置放蠟燭、酒精等燃燒物，點燃後迅速塞入底部之圓孔中，勿使漏氣。
- ⑥待燃燒熄滅後檢試各試劑變化之情形，將結果記錄於表一中。

2. 結果：

表一 燃燒產物特性檢驗

種類 杯號	蠟 燭	酒 精	鎂 帶
杯 一 澄清石灰水	混 濁	混 濁	不 變 色
杯 二 廣用指示劑	變 黃 色	變 黃 色	變 紫 色
杯 三 無水硫酸銅	變 藍 色	變 藍 色	不 變 色

(二) 實驗二 實驗中含氧和氮體積比關係

控制變因：(1) 固定圓筒內空氣之體積

(2) 固定水位之高度

1. 步驟：

(1) 將a筒中的小圓杯移出，並趕出筒中的氣體，重作以上(2)~(5)的步驟，並注意燃燒的氣形。

(2) 打開金屬夾注意M管水位上昇之現象並記錄其高度。

(3) 重作以上之步驟四次，記錄其結果於表二中。

2. 結果：

表二 空氣中含氧和氮的體積比關係 $V = 104.0\text{ml}$

成分 \ 次數	1	2	3	4	5	平均	比率
氧 ml	218.4 ml	215.0 ml	216.7 ml	217.9 ml	218.0 ml	217.2 ml	1
氮 ml	832.8 ml	833.0 ml	832.0 ml	832.5 ml	832.4 ml	832.5 ml	4

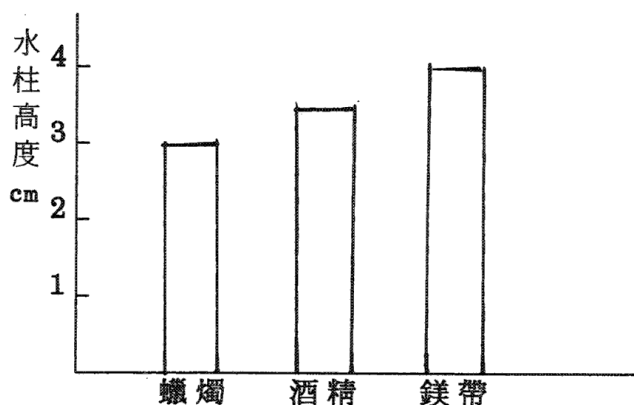
(三) 實驗三 比較蠟燭、酒精、鎂帶，燃燒所需之質量與氧量關係

$V = 1040\text{ml}$ $D = 9.4\text{cm}$ $m = 0.1\text{g}$

表三 燃燒後水柱上昇高度比

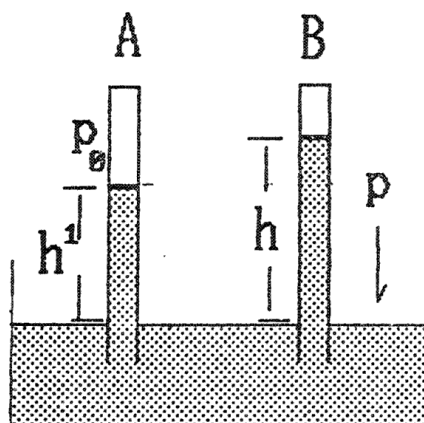
名稱 \ 次數	1	2	3	4	平均	比率
蠟燭 0.1g	3.0 cm	3.1 cm	3.0 cm	3.1 cm	3.1 cm	31
酒精 0.1g	3.2 cm	3.2 cm	3.1 cm	3.2 cm	3.2 cm	32
鎂帶 0.1g	3.5 cm	3.4 cm	3.5 cm	3.5 cm	3.5 cm	35

表三 燃燒後水柱上昇高度比



(四) 實驗四 密閉容器內氣體壓力和大氣壓力的觀測 (噴泉實驗)

1. 原理：如右圖



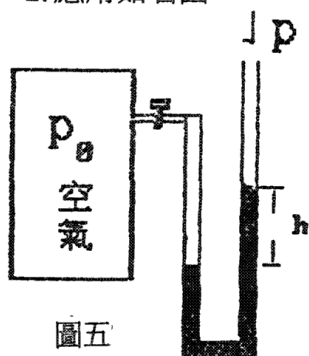
在A管中： $P = P^0 + h^1d \dots\dots(1)$

在B管中： $P = hd \dots\dots(2)$

$\therefore P^0 + h^1d = hd$

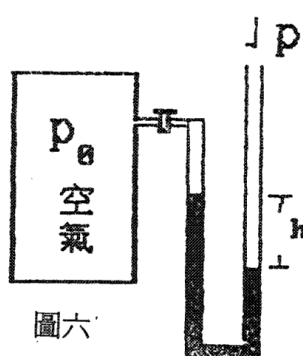
$\therefore P^0 + hd - h^1d = (h - h^1)d$

2. 應用如右圖：



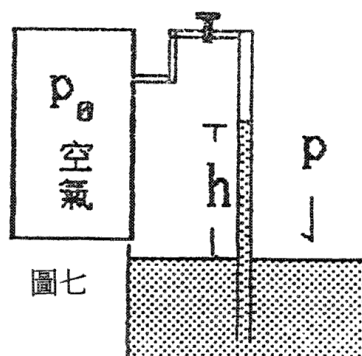
圖五

$\therefore P_0 = p + hd$



圖六

$\therefore P_0 = p - hd$



圖七

$\therefore P_0 = p - hd$

3. 結果：

(1) 數據：

表四 燃燒後器中氣壓大小

種類 \ 氣壓	次數					平均值
	1	2	3	4	5	
蠟燭	7.6 cmHg	7.5 cmHg	7.4 cmHg	7.6 cmHg	7.6 cmHg	7.5 cmHg
酒精	8.5 cmHg	8.7 cmHg	8.4 cmHg	8.6 cmHg	8.5 cmHg	8.6 cmHg
鎂帶	10.5 cmHg	10.8 cmHg	10.4 cmHg	10.6 cmHg	10.5 cmHg	10.6 cmHg

(2) 噴泉現象：由實驗觀察得知由於容器內氣體壓力小於外面之大氣壓力故大氣將水壓入容器中以達內外氣壓平衡為止。

(五)實驗五 氣體熱脹冷縮現象觀察

證據：(1)氣球之脹縮

(2)水銀柱高度變化

(六)實驗六 證明質量守恆定式

證據：(1)蠟+氧=二氧化碳+水

(2)酒精+氧=二氧化碳+水

(3)鎂+氧=氧化鎂

六、討 論

(一)本裝置富有以下之特色：

(1)可在透明密閉器中進行燃燒實驗，具創意性。

(2)可將多個實驗主題連貫起來，具統整性。

(3)可增強同學們自己動手作實驗的習慣，具教育性。

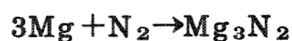
(4)構造簡單、操作容易，且安全性。

(5)設計成噴泉狀，具娛樂性。

(二)裝設氣球的目的是作為氣體受熱膨脹時緩衝之用，以保持一定的定積。

(三)可燃物點燃後要迅速塞入器中，以免漏器發生誤差。

(四)水蒸氣和二氧化碳可用乾燥氧化鈣和氫氣化鈉來吸收。氧則用焦性沒食子酸和氫氧化鈉的混和液來吸收，剩餘氣體氮使之緩緩通過高溫鎂粉的玻璃管即生成固體的氮化鎂。



由氣體體積減少的量，可計算出氮的含量，殘餘的少量氣體則為稀有之氣體。

空氣成分如下表：

成 分	體 積 比 %	質 量 比 %
氮	78.08%	75.50%
氧	20.94%	23.14%
氫	0.94%	1.30%
二 氧 化 碳	0.03%	0.05%
其他水蒸氣，氫，等	0.01%	0.01%

(五)實驗操作時要注意器材有否漏氣以增加精確度。

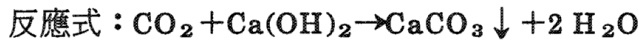
(六)由本實驗證明空氣是混合物，主要成分是氮和氧以外還含少量的二氧化碳、水

蒸氣及稀有氣體等。

(t) 氣相成分變化最主要的因素是物質燃燒的結果。

(v) 燃燒是物質與氧起、烈的氧化作用同時產生光與熱的現象。

(w) 澄清石灰水變混濁的原因是因二氧化碳與氫氧化鈣產生不溶於水的鈣酸鈣之故。



七、結 論

(1) 本實驗歷經長久的設計與構想逐漸改良而成，以便配合我們研究的需要，但有些地方仍待克服如誤差、燃燒熱等。

(2) 政府舉辦這種有意義的活動目的在激發科學研究精神以提昇國內科學、促進經濟發展，引導我們由做中學得到很多的樂趣和知識。

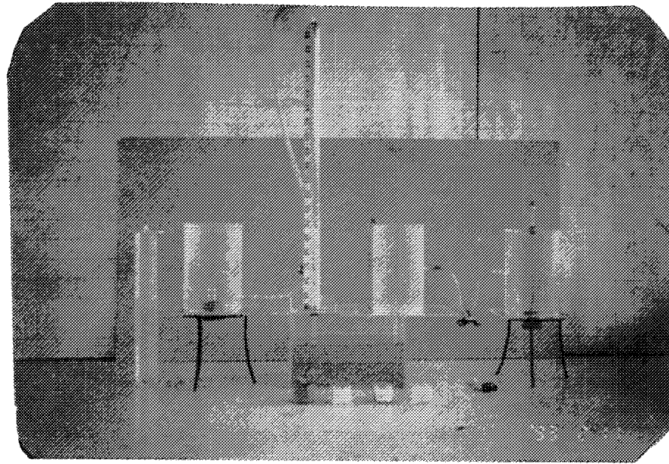
八、參考資料

(一) 國中理化課本第一冊。

(二) 國民中學理化教師手冊第一冊。

(三) 科展作品專輯三十一屆。

(四) 國中超群理化第一冊。



評語

優點：

1. 本實驗為改進國中蠟燭燃燒偵測空氣中含氧量實驗，使實驗更精確、更方便具有教學改進價值。
2. 本實驗本系列的裝置皆為自行設計，原創性較高。
3. 本實驗裝置不只可做蠟燭燃燒實驗，亦可做為其他實驗，如鎂帶燃燒實驗，故本實驗所設計實驗裝置具有多功能應用價值。

待改進地方：

本實驗若能針對燃燒後二氧化碳有沒有完全吸收做進一步研究並做必要改進，對本實驗精確性也許會有改進。