

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作者說明書

高中組化學科

040204

國立花蓮女子高級中學

指導老師姓名

陳玉時

閻國中

作者姓名

王奕婷

曾思佳

熊思媛

第 44 屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別： 化 學 科

組 別： 高 中 組

作 品 名 稱：1/5 的疑惑

-悶熄蠟燭實驗的探討

關 鍵 詞：悶熄蠟燭實驗、道耳吞分壓定律

理想氣體方程式

編 號：

壹、摘要

在悶熄蠟燭的實驗中，水位會上升多少？以往都是以「燃燒消耗空氣中 1/5 的氧氣，所以水位會上升 1/5」來說明，並藉由水位上升高度為容器高度之若干比例來加以證明。但當我們探討其中的變因時，除了發現此說法是不恰當的，此外也找出影響水面升降的因素，包括：不同的容器、蠟燭的粗細與長短、火焰的大小以及瓶內溫度的高低等，並發現最主要的因素，是氣體的熱脹冷縮。由於此現象使得瓶內氣體在瓶子密蓋之前因受熱膨脹而逸出瓶外，而且水位在火焰熄滅前會因燭火忽滅忽明而有升降，並於火焰熄滅後瞬間快速上升，充分說明了瓶內空氣的熱脹冷縮對水位的影響。

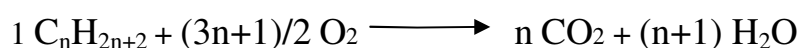
因此我們利用點火槍取代蠟燭，在無空氣逸出的實驗條件下，將點火槍點燃。在假設點火槍釋出的丁烷完全燃燒、二氧化碳在短時間內不溶於水中以及水蒸氣完全液化的前提下，根據實驗所得水位上升的體積分率(1/67)，求出在燭火熄滅後瓶中仍存有 9.52%的氧氣。此結果與文獻所述，利用色譜分析求得的結果(11%)相近。

如果我們以點火槍結果，模擬蠟燭燃燒，來對照我們蠟燭實驗的結果，在模擬的過程中，我們設法測出蠟燭燃燒時瓶內的溫度（將蠟燭與容器頂端之中點的溫度視為瓶內的均溫）將因受熱膨脹而逸出瓶外的氣體扣除，又因蠟燭燃燒前後的質量變化極小，無法以天平秤得，故以丁烷燃燒後殘留 9.5%的氧氣來模擬蠟燭燃燒後的狀況，並將瓶中蠟燭所佔體積扣除，利用理想氣體方程式求出水位應上升的體積分率為 1/6.5，此數據與我們的實驗結果（1/7.7）相近。

貳、研究動機

有一次化學老師在提到廣口瓶吞蛋之實驗的現象時，提出了這樣的一個想法：如果在「吞蛋」的過程中，只是單純的消耗氧氣，則在加熱的時候，不應該會有不穩定的跳動，而是從一開始就很平順的被吸入瓶內」。從這一個想法出發，我們想到了，國中教材⁽¹⁾上有提到「蠟燭在廣口瓶內燃燒，會因消耗了空氣中 1/5 的氧，而使瓶內水位上升 1/5。」但我們認為，由「燃燒消耗空氣中 1/5 的氧，推得水位會上升 1/5」是不合理的。因此，我們探討了幾個可能影響水位上升的因素，並提出以下的假設：

(一) 假設蠟燭的組成為 C_nH_{2n+2} （且不考慮燭蕊部分及不完全燃燒）若能完全燃燒生成 CO_2 與 H_2O ，則反應式可寫為：



根據反應式係數：

反應消耗 $(3n+1)/2$ mole 的氣體，生成 $(2n+1)$ mole 的氣體；

若水蒸氣液化，則體積減少 $(n+1)/2$ 。

又因空氣中氧佔 $1/5$ ，所以容器內空氣可表為 $5(3n+1)/2$ ，

若造成水位上升 $1/5$ ，則：

$$[(n+1)/2] / [5(3n+1)/2] = 1/5 \quad \text{解出 } n=3n, \text{ 此結果不合理。}$$

(二)若水蒸氣完全液化且生成的二氧化碳全溶於水，瓶內水位才有可能上升 $1/5$ ，但 CO_2 對水的溶解度實際上並不大 (NTP 下，1 升水可溶 0.83 升 CO_2)⁽²⁾。

而且溶解平衡並不能在數秒內達成，故假設 CO_2 完全溶於水並不合理。

(三)一般而言，在氧氣濃度太低時，是無法進行燃燒的。因此，我們認為氧氣在瓶內應該不至於消耗殆盡。並由文獻⁽³⁾得知，在蠟燭燃燒實驗結束後，瓶內氣體經“色譜分析，仍有 10% 以上氧氣存在。

(四)氣體受熱時會熱脹冷縮，可能在加熱時將氣體排出，瓶內溫度下降時再將水吸入，但此一因素並不能由反應式或教科書上所述內容得知其影響的多寡。

綜合以上幾點，我們知道，瓶內水位會上升，不單只有一個變因，除了上述所提及的因素外，甚至包括蠟燭的高度、燭火的大小、不同容器等等，是不是也都會影響水位上升的情形？

最後，爲了知道「水位上升的體積分率」到底爲何？我們將試著求得瓶內氧氣的殘留量，並利用道耳吞分壓定律和理想氣體方程式，配合實驗結果來進行推測，讓此實驗更趨於完備，以解心頭之惑！

參、目的

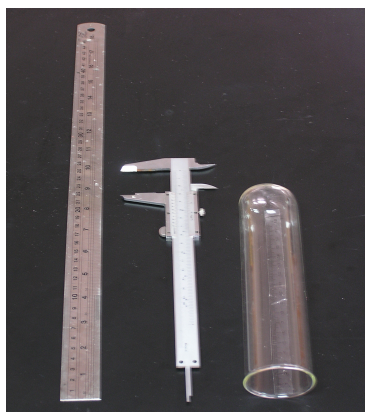
- 一、找出悶熄蠟燭實驗中影響水位上升的因素
- 二、求出燃燒後瓶中氧氣的殘留量
- 三、推測出水位上升分率

肆、實驗器材：

- 一、蠟燭（神光牌，直徑 1.88cm）
- 二、保鮮盒
- 三、大試管（內徑 4.1cm，高度 20cm）
- 四、玻璃片
- 五、附溫度計之大試管
- 六、點火槍（螢光牌，燃料:丁烷）



七、鐘型瓶 (內徑 8.9cm，高度 18cm，體積 831.5ml)



伍、實驗方法及流程：

一、蠟燭實驗：

步驟一：將蠟燭固定於玻璃片邊緣，置於保鮮盒內。

步驟二：在保鮮盒內加入 1 公分之水。

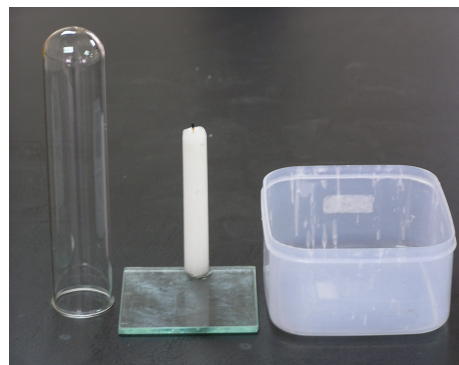
步驟三：點火，控制火焰大小約 1.5 公分。

步驟四：將大試管管口朝下，用玻璃片蓋住，以防止氣體提早受熱膨脹外冒。

步驟五：在與燭火齊高處快速將大試管垂直蓋上。

步驟六：觀察火焰、液面變化情形及燃燒時間並加以紀錄。

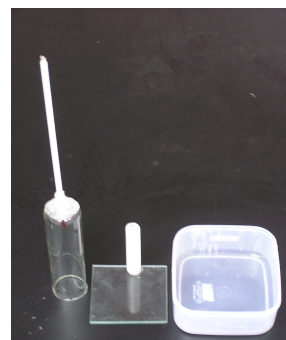
〈※備註：每人都事先練習過蓋瓶之動作 50 次以上，使人為影響因素降至最低。〉



二、溫度計實驗：

步驟一：請玻璃師傅在大試管正上方鑽孔，用熱融膠將溫度計固定於蠟燭至大試管頂端一半之距離⁽⁴⁾。

步驟二到步驟六與蠟燭實驗同。



三、點火槍實驗：

步驟一：將保鮮盒底部穿孔，用熱融膠將點火槍固定於孔內，點火槍頂端約在鐘型瓶一半高度。

步驟二：試點燃點火槍，調整其火焰大小約 1.5 公分。

步驟三：在保鮮盒內放置玻璃片並加入 3.3 公分之水（經測試，



此水位高度可不使氣體排出)。

步驟四：將未加塞之鐘型瓶置入水中，使瓶內及瓶外等壓。

步驟五：確定內外水位等高後，蓋上塞子，並在瓶口周圍抹上肥皂水後點火。

步驟六：觀察液面變化情形及燃燒時間並加以紀錄。

陸、結果與討論

一、悶熄蠟燭實驗中，影響水位上升的因素

(一)容器的影響

表一：不同容器對水位上升之比例關係

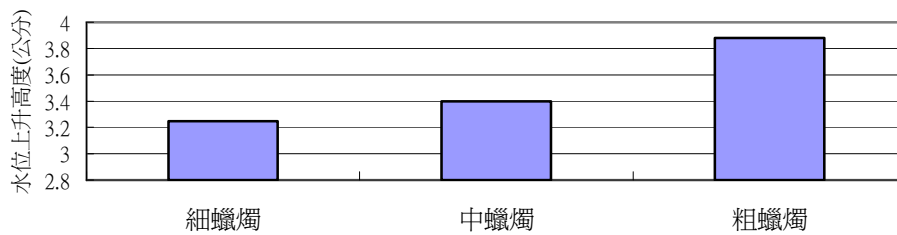
| | 鐘型瓶 | 廣口瓶 | 大試管 | 小試管 |
|----------|--------|-------|--------|--------|
| 高度(cm) | 13.5 | 15 | 20 | 32 |
| 內徑(cm) | 8.9 | 7.5 | 4.1 | 2.1 |
| 體積(ml) | 831.5 | 570 | 270 | 132.5 |
| 水位上升(cm) | 1.3 | 2.5 | 4.2 | 12.1 |
| 上升體積(ml) | 80.83 | 75 | 59.3 | 49.2 |
| 上升高度比例 | 1/10.4 | 1/6 | 1/4.8 | 1/2.6 |
| 上升體積比例 | 1/10.3 | 1/7.6 | 1/4.55 | 1/2.69 |

- 1.廣口瓶的形狀並不規則，在瓶口附近明顯較小且半徑並不固定，不適合以高度來表示水上升的體積；所以我們先求出水位上升的體積變化，再算出水位上升的比例。
- 2.我們發現細長型的容器，蠟燭沒於溶液中所佔體積比例會增大，造成上升比例越多。

(二)蠟燭粗細的影響

圖一：三種粗細不同的蠟燭對水位的變化。(大蠟燭直徑：1.88 公分，中蠟燭直徑：1.19 公分，小蠟燭直徑：0.88 公分)此圖為四次實驗之平均值。

蠟燭粗細對水位之影響

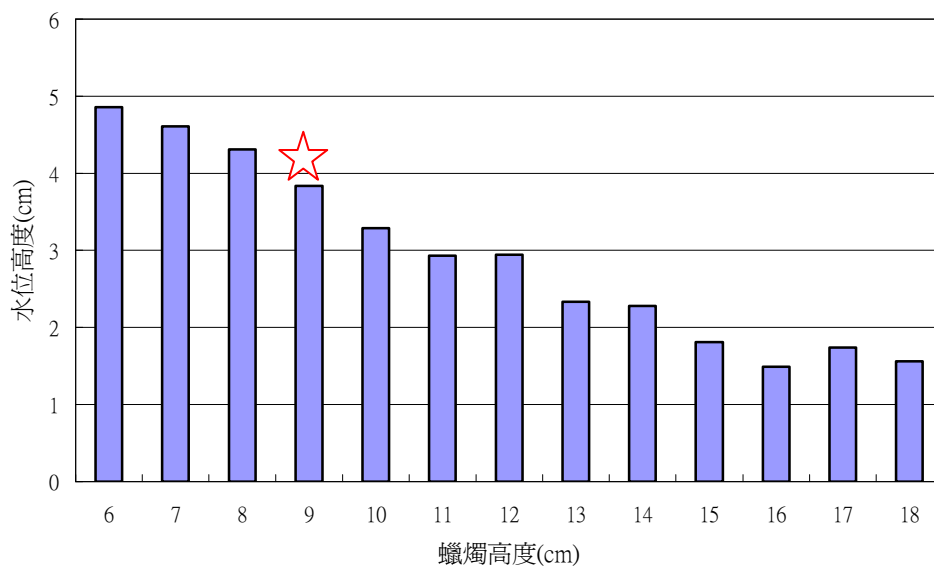


- 1.在悶熄蠟燭實驗過程中，蓋上容器後，火焰會有忽大忽小現象，尤其以細蠟燭的火焰變化次數最多，可能原因將於第〈八〉項水位上升方式之處討論。
- 2.因細蠟燭和中蠟燭的粗細沒有太大的差別，所以水位的變化差異不大。
- 3.粗蠟燭的水位上升最多，因為蠟燭沒於液體中所佔體積比例會增大。

(三)蠟燭長短的影響

圖二：取長度為 6~18 公分的蠟燭，自燃燒至悶熄之水位變化。此圖為 6 次實驗之平均值。

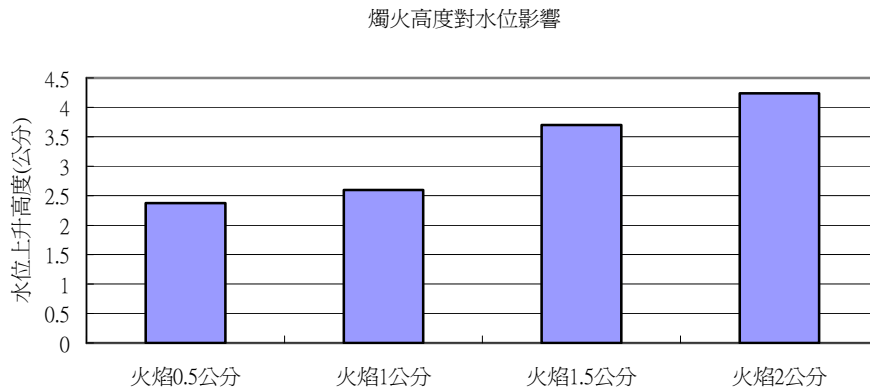
蠟燭長度對水位的影響



由實驗得知，蠟燭長度越短，水位上升越高。但於 9 公分以下發現：容器蓋上後會冒出大量氣泡。因此我們選擇 11 公分作為往後實驗的條件。

(四)火焰大小的影響

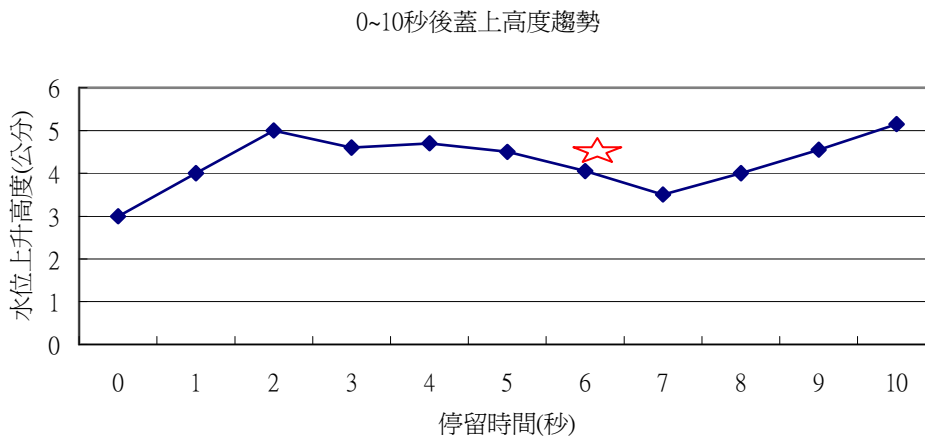
圖三：燃燒時火焰高度對水位之變化。此表為 6 次實驗之平均值。



火焰越大，水位上升越顯著，猜想是因燭火較慢熄滅、燃燒較旺盛，消耗較多的氧氣量，且瓶內溫度較高，熱脹現象明顯，水位上升越高。

(五)容器在火焰上停留時間的影響

圖四：試管口在火焰上方 1 公分處停留 0—10 秒後再蓋下。此圖為實驗 6 次之平均值。

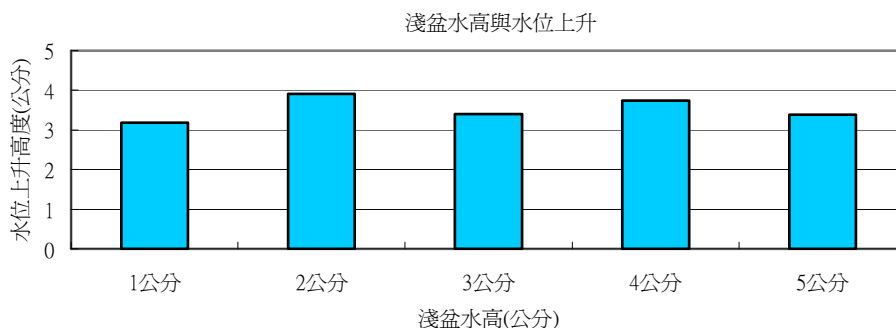


- 1.若停留時間在六秒以上，一蓋上大試管，火焰立刻熄滅。停留越久，氣體因熱膨脹逸出瓶外越多，試管內所剩氧氣量會越少，使管內燃燒時間變短，冷縮熱脹因素會較不顯著，不利於水位上升。
- 2.另一方面停留時間越久，試管內氣體溫度也會較高；火焰熄滅後，降溫收縮有利於水位上升。
- 3.因上述因素作用，使得結果未顯出一定趨勢，但我們發現水位有 2 公分範圍

內差異。而且一般蓋瓶子的速度約在 0~1 秒間，因此蓋瓶速度越慢水位越高。

(六)淺盆〈保鮮盒〉水位高低的影響

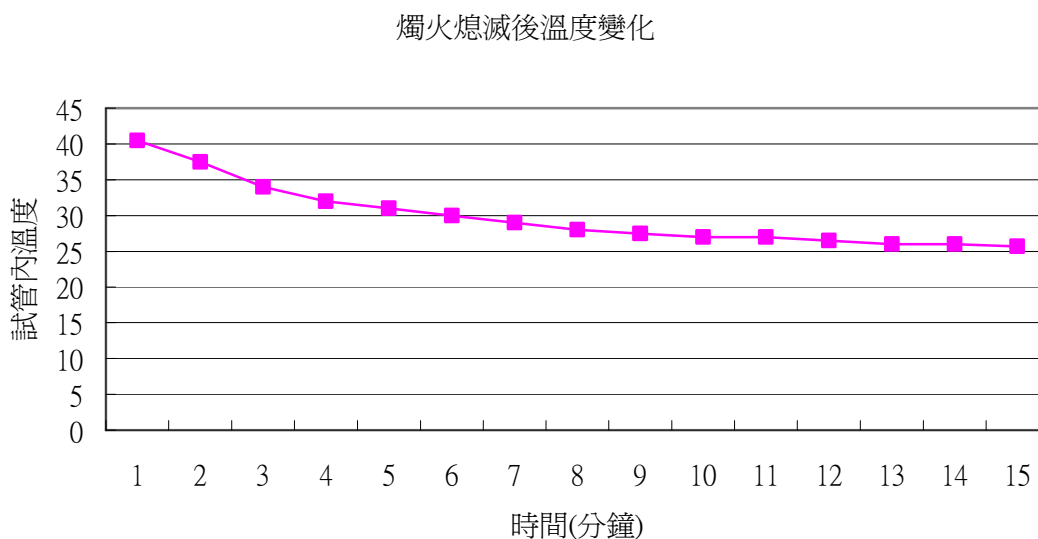
圖五：淺盆水位對水位上升高度的影響。此圖表為 4 次實驗之平均值。



- 1.水位越高〈約 4 - 5 公分〉，有時管內水位上升高度會比保鮮盒內液面更低或相近，不易讀取。
- 2.水位越高，浮力越大，試管較易傾倒。
- 3.根據實驗結果發現，淺盆水位與瓶內液面高度未呈現出特定相關性，因此選擇 1cm 作為淺盆水位的高度。

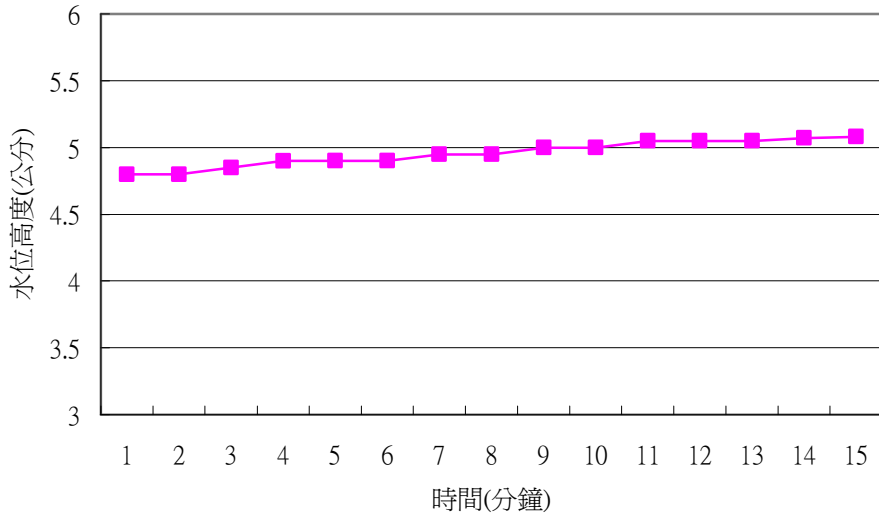
(七)瓶內溫度的高低與水的液化情形

圖六：取一隻上方裝有溫度計的大試管，觀察 1~15 分鐘內溫度與時間的關係。



圖七：與圖六相對照，在相同時間內與水位高度之關係圖。

燭火熄滅後水位變化



以下為利用 $PV = nRT$ 的計算，來證明水蒸氣應是在極短時間內液化：

- 溫度為 40°C 時，空氣柱體積為： $(20-4.8)A$
 $\rightarrow (1-0.0728) \times (20-4.8)A = nR \times 313$
- 溫度降至 25°C 時，空氣柱體積設為 $(20-x)A$
 $\rightarrow (1-0.0313) \times (20-x)A = nR \times 298$
- 將以上兩式相除，可得： $(0.9272 \times 15.2) \div [(0.9687 \times (20-x))] = 1.0503$
 $x = 6.1\text{ml}$

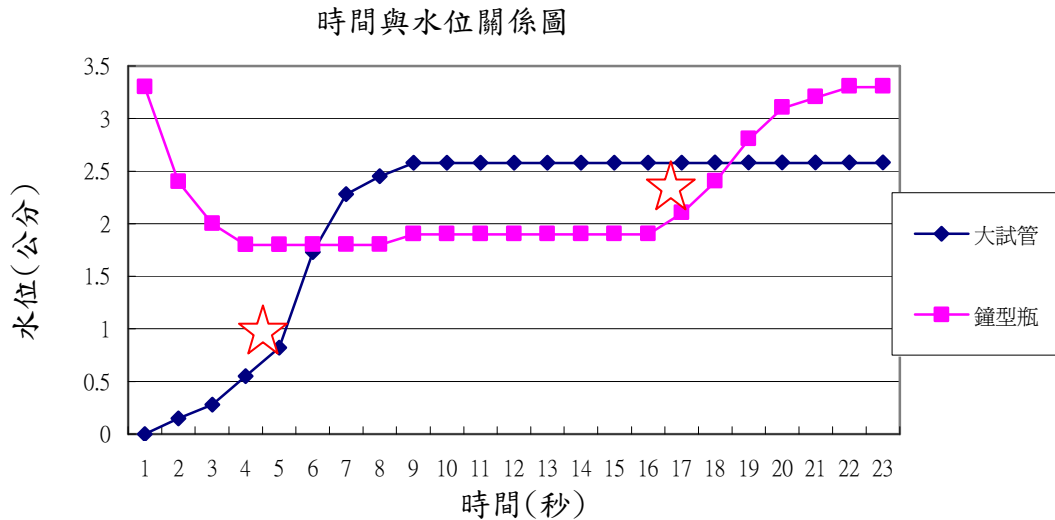
則表示：水位在溫度降至 25°C 時，應升至 6.1cm

- 與實驗結果比較：

由 $PV = nRT$ 的計算得知：當溫度由 40°C 降至 25°C 時，瓶內水位的高度應由 4.8cm 升至 6.1cm ，但實驗結果只上升至 5.08cm ，猜測其中的原因可能是因真實氣體本身具有體積，造成氣體的收縮不如理想來得大；若考慮降溫和水蒸氣緩慢液化的效應，水位應有更明顯的變化，因此推論大部分水蒸氣應在 $0\sim 1$ 分鐘內，完全液化；並在往後的計算中，皆假設水蒸氣完全液化。

(八)容器內水位上升方式

圖八：自容器蓋上碰到液面至燭火熄滅後，水位高度隨時間變化之關係。(於第五秒時熄滅)此圖表為 6 次實驗之平均值。

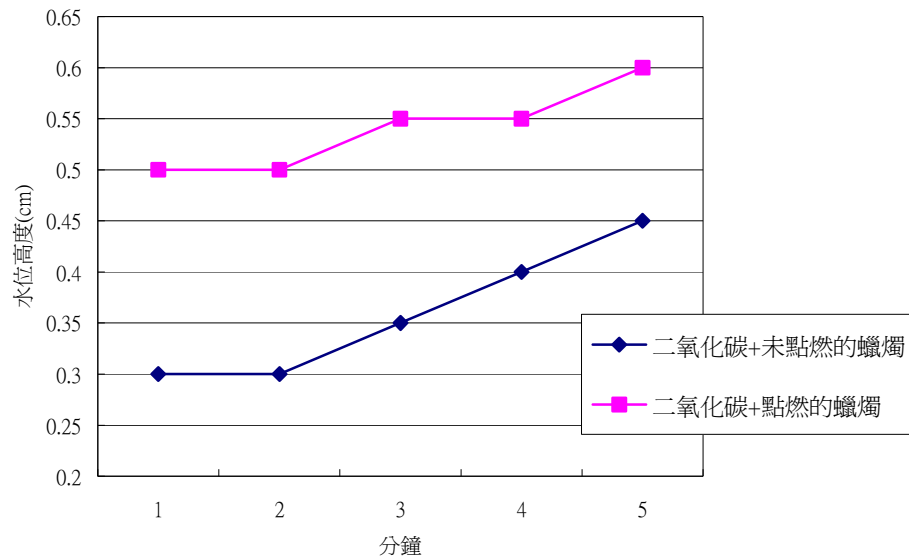


- 1.由大試管的實驗發現，在燭火未熄滅之前，水位有緩慢上升的趨勢，推測是因空氣中的氧氣被消耗掉所造成；至燭火熄滅後(約 5 秒時)，水位在 2 秒內迅速上升，應是氣體溫度驟降且水蒸氣快速凝結所造成。
- 2.在實驗過程中，我們觀察到燭火有忽明忽滅閃爍的現象，推測可能是氣體體積膨脹造成氣體排出，當瓶內氧氣濃度減少，燃燒現象變弱，造成大試管內溫度降低，壓力變小，因此將水吸入。水一旦吸入後，大試管內氣體體積變小，氧氣濃度稍增，所以燃燒現象增強，火焰也因此變大。至燭火熄滅後，大試管內溫度驟降，水位始再度快速上升。
- 3.因鐘型瓶是在密閉的情況下將火點燃，氣體被加熱壓力變大，造成水面下降。火焰約在 17 秒時熄滅，熄滅之前水位有些微的上升，但極不明顯；待火焰熄滅後，水位快速上升，但情形不如大試管那麼迅速，因鐘形瓶的截面積較大，殘留氣體較多，熱傳導所需時間較長，間接影響水汽液化的速度(約在 5 秒內完成)。
- 4.由此推論：溫度造成的效應(包括：在瓶子未蓋好前，氣體受熱逸出、降溫後，水蒸氣凝結)，是影響水位上升最重要的因素。

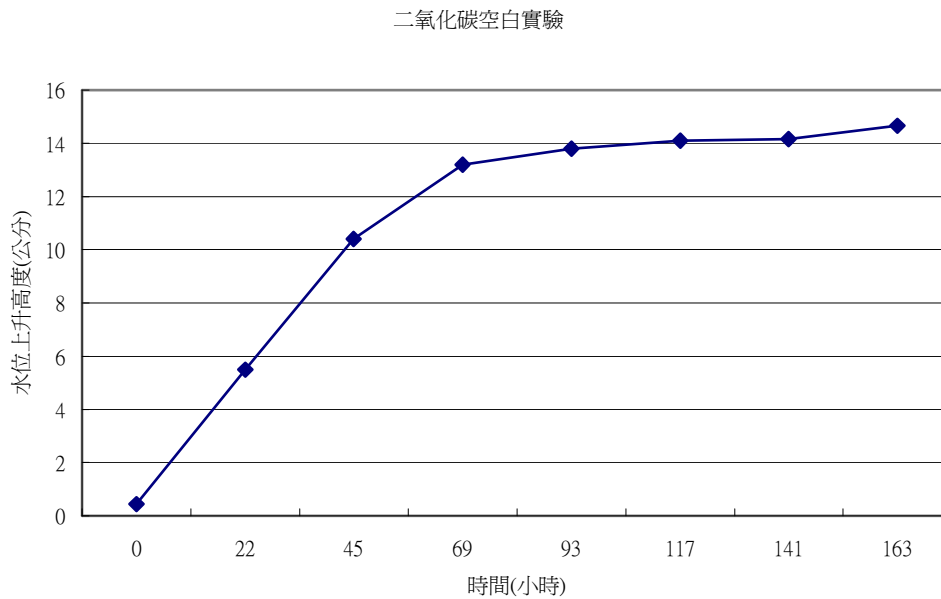
二、求出燃燒後瓶中氧氣殘留量

(一) 探討二氧化碳溶解達平衡的時間

圖九：將大試管內的氣體改以二氧化碳取代之，並比較在有燃燒和未燃燒的情況下，水位上升高度的情形。



圖十：將大試管內的氣體改以二氧化碳取代之，並比較在蠟燭有點燃和未點燃的情況下，以水位上升的高度來觀察二氧化碳溶解達平衡所需的時間。



- 1.用裝有 CO_2 的容器去悶熄蠟燭，容器蓋入一半時，蠟燭即已熄滅。但仍有短暫加熱的時間，使得一些 CO_2 受熱膨脹而逸出，故水位較未點燃蠟燭的實驗略高。
- 2.蠟燭熄滅後，過了五分鐘，水位高度約只上升 0.1 公分，由此實驗可知，純二氧化碳在短時間內溶解的量很少。因此，在往後的實驗計算中，皆排除二氧化碳對水的溶解之因素。

3.由實驗發現，二氧化碳溶解要達平衡，需要 90 個小時以上。若以長時間做觀測，二氧化碳的溶解不可忽略。

(二)偵測燃燒所消耗丁烷莫耳數

表二：使點火槍在不燃燒情況下放出丁烷 17 秒

(28°C 水的飽和蒸氣壓約=0.0366atm) ⁽⁵⁾

| 次 數 | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 | 平 均 |
|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 水位變化(cm) | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.2 | 0.3 | 0.26 |
| 體積變化(mL) | 12.4358 | 18.6540 | 18.6540 | 12.4358 | 18.6540 | 16.1668 |
| 丁烷莫耳數(mmol) | 0.4854 | 0.7280 | 0.7280 | 0.4854 | 0.7280 | 0.6318 |

(三)比較沒有氣體進出及有氣體逸出時，燃燒後水位上升分率

表三：N.T.P 下，先蓋好鐘形瓶，再點燃點火槍 17 秒，水位變化關係如下：

| 次 數 | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 平 均 |
|----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 高度變化(cm) | 0.1500 | 0.1500 | 0.1500 | 0.1500 | 0.1500 |
| 體積變化(ml) | 9.3270 | 9.3270 | 9.3270 | 9.3270 | 9.3270 |
| 上升分率 | 0.01498 | 0.01498 | 0.01498 | 0.01498 | 0.01498 |

表四：先點燃點火槍，再將鐘型瓶蓋上，水位變化關係如下：

| 次數 | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 平均 |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 高度變化(cm) | 1.8000 | 2.0000 | 1.7000 | 1.8500 | 1.8375 |
| 體積變化(ml) | 111.9237 | 124.3597 | 105.3027 | 115.3027 | 114.2555 |
| 上升分率 | 0.1797 | 0.1997 | 0.1697 | 0.1847 | 0.1835 |

比較表三與表四結果，發現在沒有氣體進出(表三)的情況下，水位變化非常不明顯(約為 1/67)，與有氣體進出(表四)的結果(約/15.4)相差甚多。更充分證明：在悶熄蠟燭實驗中，影響水位上升最主要的原因，應該是氣體受熱膨脹，被排出瓶外，使瓶內氣體莫耳數減少所致。

(四)推測燃燒後氧氣的殘留量：

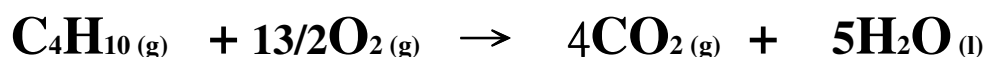
在沒有氣體進出的情況下，假設：

1. 丁烷完全燃燒
2. 生成的 CO_2 不溶於水中
3. 水蒸氣全部液化

將表二及表三數據整理如下：

| 瓶內氣體總毫莫耳數 | 丁烷毫莫耳數 | 上升分率 |
|-----------|--------|--------|
| 24.3094 | 0.7280 | 0.0150 |

依丁烷燃燒的方程式：



| | | | |
|-----|---------|-------------|----------|
| 反應前 | 0.7280 | 24.3094×1/5 | |
| | | =4.8619 | |
| 反應後 | -0.7280 | ? | 0.7280×4 |
| | 0 | | 2.9120 |

$$\Delta v / v = \Delta n / n = 0.0150 = (\text{消耗的 } \text{O}_2 + 2.9120) / 24.3094$$

$$\therefore \text{消耗 } \text{O}_2 = 2.5480 \text{ mmol}$$

$$\text{剩餘 } \text{O}_2 \% = \{ [4.89619 - 2.5480] / 24.3094 \} \times 100\%$$

$$= 0.09518 \times 100\% = 9.52\%$$

這個實驗排除了人為操作速度以及氣體因熱脹冷縮而逸出的影響，在瓶內空氣維持定量的情形下進行。在實驗前我們推測，蠟燭燃燒其實並不會消耗所有的氧氣；經過計算後也證實，氧氣剩餘量約為空氣的 9.52%。此結果與文獻所提色譜分析結果(11%)相近。

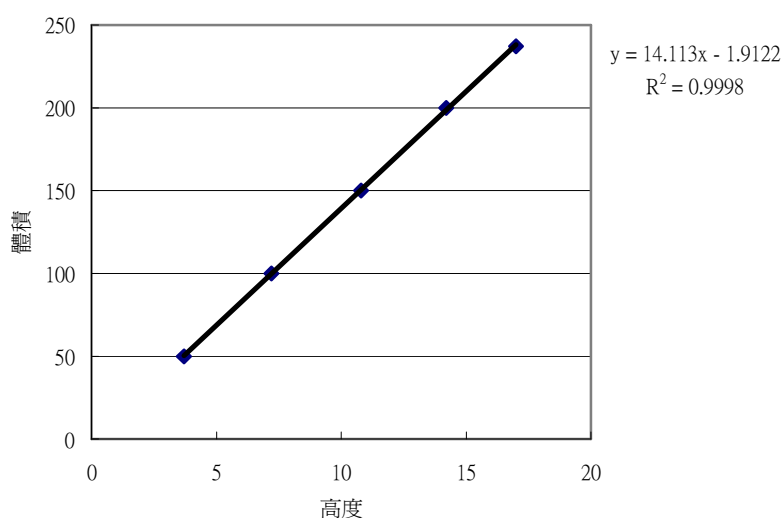
三、推測水位上升分率

(一)探討瓶內氣體的溫度

表五：以裝有空氣的大試管(頂端鑽孔插入溫度計，固定其約在離頂端 5 cm 處。)

| 項目 (含溫度計) | 第一次 | 第二次 | 第三次 | 第四次 | 第五次 | 平均 |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 溫度(°C) | 44 | 44 | 49 | 45 | 45 | 45.4 |
| 上升高度(cm) | 2.6 | 2.7 | 2.7 | 2.5 | 2.4 | 2.58 |
| 上升體積(ml) | 34.7816 | 36.1929 | 36.1929 | 33.3703 | 31.9590 | 34.4993 |
| 上升分率 | 1/7.6 | 1/7.3 | 1/7.3 | 1/8 | 1/8.3 | 1/7.7 |

圖十一:大試管中水位高度和體積的換算表



- 1.因溫度計不能直接與火焰接觸，所以選擇空氣柱的一半作為測溫的位置，但此處所測到溫度必定小於火焰處；並將此溫度視為瓶內所有氣體溫度。
- 2.每次蓋下瓶子時，盡可能使溫度計在火焰正上方，因測得的溫度和其相對位置有極密切的關係。

(二)推測水位上升分率

根據實驗結果，我們做出下列假設：

- 1.水蒸氣完全液化
- 2.生成的 CO₂ 不溶於水中

3. 瓶內最高溫為 45°C；且為均溫

(1) 以下未考慮蠟燭體積造成的影響：

- 45°C 時，大試管中空氣的體積 = 265.5ml，

利用 $PV=nRT$ ： $(1-0.0946) \times 265.5 = n \times 0.082 \times 318$

求得大試管中，含空氣 = 9.2186mmol $O_2 = 1.8437$ mmol

而燃燒完後 O_2 殘留量 = $9.2186 \times 9.52\% = 0.8776$ mmol

即消耗 $O_2 = 0.9661$ mmol

根據反應式： $C_nH_{2n+2} + \{(3n+1)/2\}O_2 \rightarrow nCO_2 + (n+1)H_2O$

可求出產生的 CO_2 約為： $0.9661 \times 2/3 = 0.6441$ mmol

瓶內氣體的總毫莫耳數 = 空氣 - 消耗的 O_2 + 生成的 CO_2

$$= 9.2186 - 0.9661 + 0.6441 = 8.8966 \text{mmol}$$

- 降至 25°C 時： $(1-0.0313)V = 8.8966 \times 0.082 \times 298$ $V = 226.2905$ ml

最後求得水位上升體積分率 = $(265.5 - 226.2905) / 265.5 = 0.1477$ ，約為 1/6.8

(2) 以下為扣除蠟燭體積(23.5088ml)的結果

- 45°C 時，大試管中空氣的體積 = $(265.5 - 23.5088)$ ml = 241.9912ml，

利用 $PV=nRT$ ： $(1-0.0946) \times (265.5 - 23.5088) = n \times 0.082 \times 318$

求得大試管中，含空氣 = 8.4023mmol $O_2 = 1.6805$ mmol

而燃燒完後 O_2 殘留量 = $8.4023 \times 9.52\% = 0.7999$ mmol

即消耗 $O_2 = 0.8806$ mmol

根據反應式： $C_nH_{2n+2} + \{(3n+1)/2\}O_2 \rightarrow nCO_2 + (n+1)H_2O$

可求出產生的 CO_2 約為： $0.8806 \times 2/3 = 0.5871$ mmol

瓶內的總毫莫耳數 = 空氣 - 消耗的 O_2 + 生成的 CO_2

$$= 8.4023 - 0.8806 + 0.5871$$

$$= 8.1088 \text{mmol}$$

- 降至 25°C 時： $(1-0.0313)V = 8.1088 \times 0.082 \times 298$ $V = 204.5490$ ml

最後求得水位上升分率 = $(241.9912 - 204.5490) / 241.9912 = 0.1547$ ，

約為 1/6.5

→ 1. 算出的水位上升分率，約為 1/6.5

2. 由實驗得知的水位上升分率，約為 $1/7.7 = 0.1299$

3. 誤差值： $\{(0.1299 - 0.1547) \div 0.1547\} = -16.03\%$

4.討論造成誤差的原因:

- a.在做實驗時，一定會有人為因素的影響，我們只能儘可能的將其控制到最小。
- b.因大試管為瘦長型，蠟燭在中間燃燒，空氣對流旺盛，因此我們假設瓶內為均溫。但當容器愈大、愈寬時，瓶內各處的溫度差也越大，此假設顯得不合理。
- c. 由結果知，我們測得的上升分率較小，可能的原因為瓶內氣體受熱膨脹情形，不如 45°C 均溫下來的明顯。
- d.因點火槍在大試管內點不著，而鐘形瓶截面積太大，不易觀察；因此，此處所用的氧氣殘留量，是將鐘型瓶的實驗所推導出來的數值，套用到大試管的實驗中，所以造成誤差。

柒、結論

一、影響水位上升的因素

- (一)不同容器、蠟燭的粗細、長短，火焰大小與容器在火焰上停留的時間，皆會影響液面上升高度。
- (二)除了氧氣被消耗造成水位上升外，瓶內氣體的溫度所造成的效應(包括：在瓶子未蓋好前，氣體受熱逸出；降溫後，水蒸氣凝結)，是影響水位上升最重要的因素。

二、推測出瓶中的氧氣殘留量約為 9.52%。

三、求出水位上升分率約為 1/6.5。

捌、參考資料

- (1)國民中學理化第一冊 國立編譯館
- (2)www.bud.org.tw/answer/0207/020749.htm
- (3)色譜分析/北京大學化工系/番薯藤搜尋
- (4) <http://s3.ntptc.edu.tw/nature/Inetpub/Wwwroot/Dgnat/q4.html#D>
- (5)最新大學化學/陳國成譯/大中國圖書

評語

040204 高中組化學科 佳作

1/5 疑惑

本實驗樣品蠟燭之燃燒，除了一般探討氧氣外，尚兼顧 CO_2 與 H_2O 的影響，值得肯定。