

大容器內的燭火悶得久嗎？

初小組物理科特別獎第二名

臺北市日新國民小學

作者：林奕成、張欣偉

指導教師：謝文哲、劉玉籃

一、研究動機

我們在自然科學課程（第七冊第八單元）做「悶熄蠟燭」的實驗，結果是「容器愈大，悶熄燭火的時間會愈久。」但是我們所用的容器，雖然大小不同，而高度都一樣。我想：如果容器的截面積一樣，而高度不同時，容器大的，蠟燭燃燒是不是也一樣需要很長的時間才會悶熄呢？這個想法引起我進行這個實驗的興趣，希望找出答案來。

二、研究目的

容器愈高，容積愈大，悶熄蠟燭火焰的時間會愈久嗎？

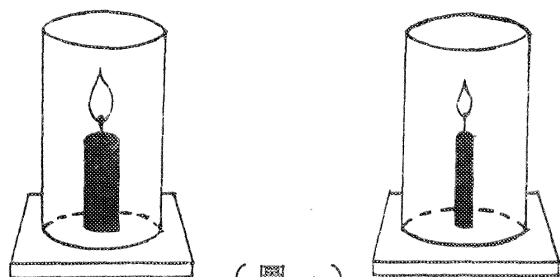
三、研究器材

寶特瓶多個、量筒、尺、蠟燭、玻璃瓶、馬錶、剪刀（或小刀）、膠帶、火柴、奇異筆、水、打氣筒、紀錄紙、方眼紙。

四、研究方法與結果

實驗(一)：在同一個瓶子（750公撮）裏，蠟燭燃燒的時間會一樣嗎？

方法1：蠟燭長度、燭心長度相同，燭心粗細不同。（如圖一）



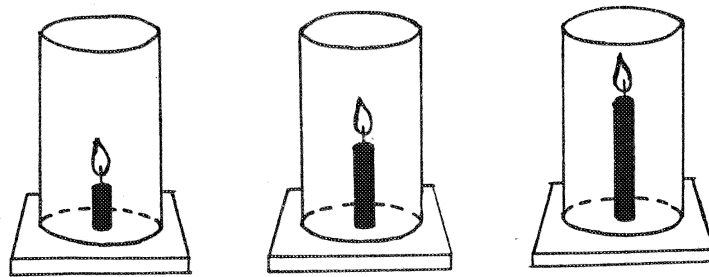
(圖一)

結果：

燭心粗細	次數			平均值	備註
	1	2	3		
粗燭心	18.2	17.4	18.5	18.0	蠟燭粗則燭心較粗；蠟燭細則燭心較細。
細燭心	26.0	25.5	25.3	25.6	

由以上結果可知：粗燭心的火焰較大，燃燒時間較短。

方法 2：燭心粗細及燭心長度相同，蠟燭長度不同。（如圖二）

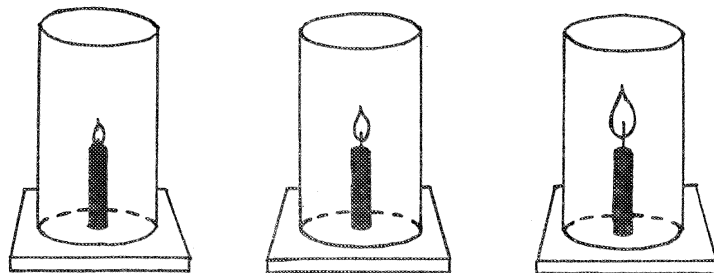


（圖二）

結果：

蠟燭長度	次數			平均值
	1	2	3	
蠟燭長 3 公分	26.0	25.2	25.8	25.7
蠟燭長 6 公分	25.4	26.3	25.2	25.6
蠟燭長 9 公分	25.7	25.9	25.8	25.8

方法 3：蠟燭高度、燭心粗細都相同，燭心長短不同。（如圖三）



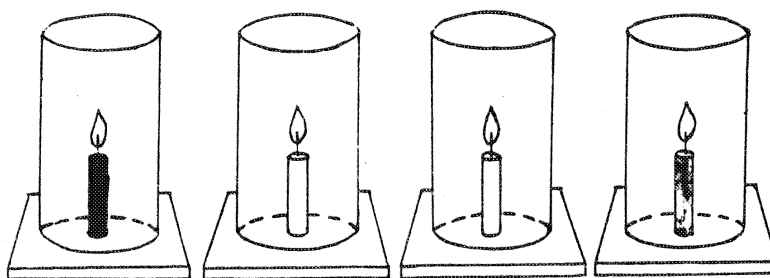
（圖三）

結果：

燭心長度 燃燒時間 (秒)	次數			平均值	備註 燭心長則火焰較大；燭心短則火焰較小。
	1	2	3		
燭心長 0.3公分	103.5	104.2	103.8	103.8	
燭心長 0.5公分	72.0	71.4	71.9	71.8	
燭心長 1 公分	26.0	25.5	25.7	25.7	

由以上結果可知：燭心較長，火焰較大，燃燒時間較短。

方法 4：蠟燭高度、燭心長度及粗細均相同，蠟燭顏色不同。（如圖四）



(圖四)

結果：

蠟燭顏色 燃燒時間 (秒)	次數			平均值
	1	2	3	
紅色蠟燭	27.2	27.3	26.8	27.1
白色蠟燭	26.7	27.2	27.0	27.0
黃色蠟燭	27.0	27.3	27.1	27.1
綠色蠟燭	26.8	27.3	26.7	26.9

由實驗結果可知：蠟燭的顏色，不影響燃燒時間的長短。

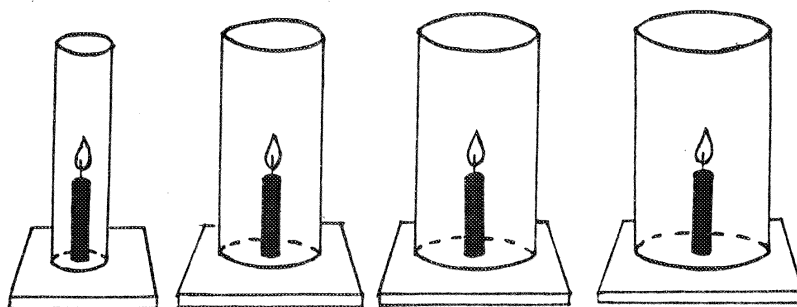
實驗(二)：瓶子的高度相同，而容量大小不同，瓶子裏的蠟燭，燃燒時間會有什麼不同？

1. 方法：

(1)取甲、乙、丙、丁四個高度相同，截面積不同的容器，先用

量筒裝水倒入各容器中，測量出各容器的容量。

(2) 點燃燭心粗細及長度相同的蠟燭，測量瓶內蠟燭燃燒的時間。
。(如圖五)

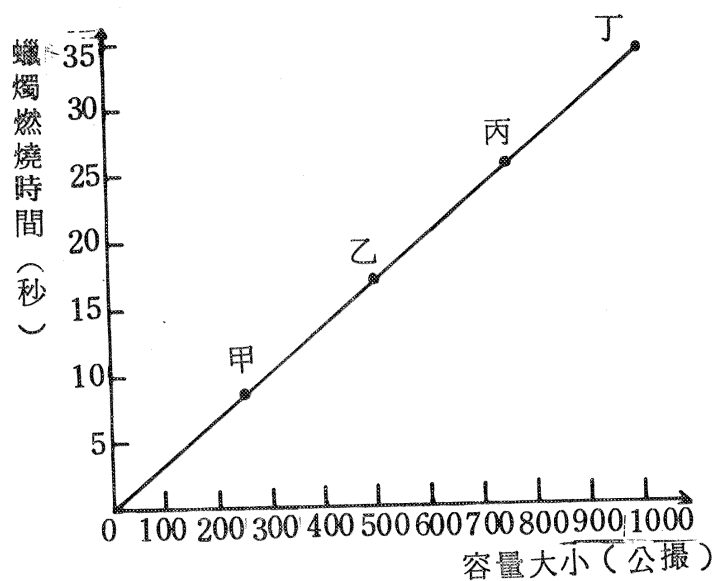


(圖五)

2. 結果：

瓶別	容 量 (公撮)	燃 燒 時 間 (秒)			
		第 1 次	第 2 次	第 3 次	平均值
甲	250	9.0	8.5	8.6	8.7
乙	500	17.0	16.8	17.2	17.0
丙	750	25.1	25.4	25.3	25.3
丁	1000	34.1	33.1	33.0	33.4

由上表繪出容量大小與蠟燭燃燒時間的關係圖如下：

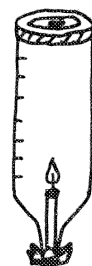


由實驗結果可知：瓶子的高度相同，容量較大，蠟燭燃燒的時間較長；容量較小，蠟燭燃燒的時間較短。

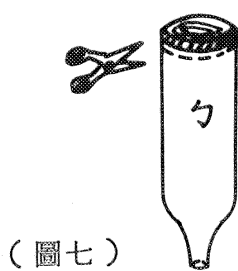
實驗(三)：容器較高裏的蠟燭燃燒時間會較長嗎？

1.方法：

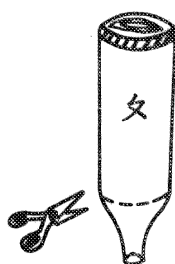
- (1)用量筒先一量筒又一量筒的裝水，然後倒入寶特瓶中，每100公撮為單位在寶特瓶上，用奇異筆標定容積的大小。
- (2)在寶特瓶蓋上滴些熔化的蠟油，然後將蠟燭立在蠟油上，讓它凝固，使蠟燭能固定在寶特瓶蓋上。
- (3)點燃蠟燭，讓燭焰維持一定高度。
- (4)右手拿已標定有刻度的寶特瓶，將寶特瓶覆蓋在瓶蓋的燭焰上，左手持住瓶蓋，右手轉動寶特瓶，使瓶子與瓶蓋栓緊而不使透氣。(如圖六)
- (5)當寶特瓶將燭焰覆上時，開始按下馬錶計時，直到燭火完全熄滅為止，測量燭焰悶熄時間。
- (6)將一個寶特瓶有硬墊底的部份剪去(如圖七ㄅ)，將另一個寶特瓶縮小的細頸部份剪去(如圖七ㄆ)，然後將ㄅ、ㄆ兩個



(圖六)



(圖七)



(圖七)

寶特瓶套在一起，再用膠帶將接口處緊貼使不透氣，利用這個方法可以將許多個寶特瓶接成一個很高而容積變大的寶特瓶。（如圖七）

- (7)將接合而成的大寶特瓶，利用一個已標定容積的寶特瓶（如圖六），以高度比對的方法，求出大寶特瓶的容積，並用奇異筆將容積標定出來。
- (8)使用不同高度的寶特瓶，重複(3)(4)(5)的實驗，並將結果紀錄下來。（但火焰變小時，應將此時間扣去，等火焰變大些時再計時。）
- (9)每次實驗完畢後，均須用打氣筒通入多次冷空氣，讓髒空氣完全排除後，才能進行下次實驗。

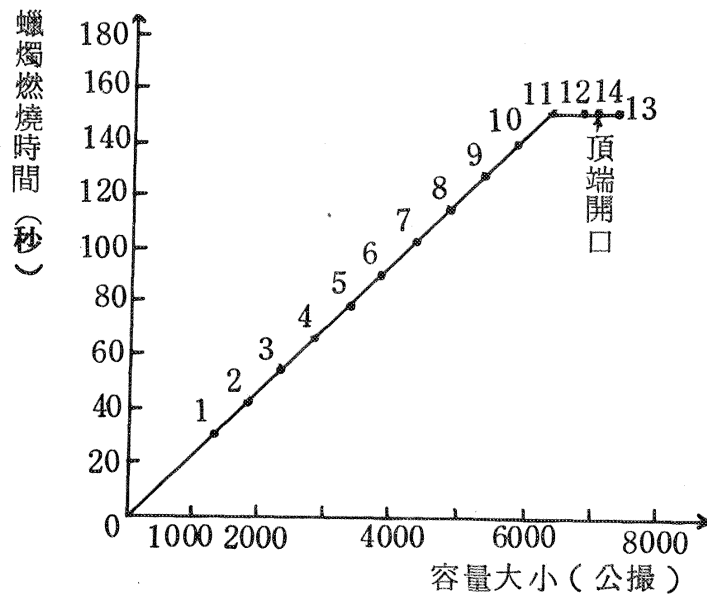
2.結果：

（ 1 至 13 均為密閉的容器， 14 為切去頂端開口的容器。）

瓶 別		1	2	3	4	5	6	7
容量（公撮）		1300	1800	2300	2800	3300	3800	4300
燃 燒 時 間 （秒）	第 1 次	32.3	42.6	52.4	68.0	77.6	92.6	103.4
	第 2 次	30.1	44.7	56.7	67.0	78.8	90.7	104.8
	第 3 次	31.2	41.7	56.8	66.3	82.1	90.9	103.8
	平均值	31.2	43.0	55.3	67.1	79.5	91.4	104.0
瓶 別		8	9	10	11	12	13	14
容量（公撮）		4800	5300	5800	6300	6800	7300	7000
燃 燒 時 間 （秒）	第 1 次	115.8	128.6	141.6	156.0	150.7	154.3	151.8
	第 2 次	117.3	126.7	138.8	151.6	153.8	152.6	152.7
	第 3 次	115.2	129.6	141.1	152.0	153.9	152.1	152.7
	平均值	116.1	128.3	140.5	153.2	152.8	153.0	152.4

← 頂端開口

由實驗結果，畫出容量大小與蠟燭燃燒時間的關係圖如下：



由以上關係圖可知：

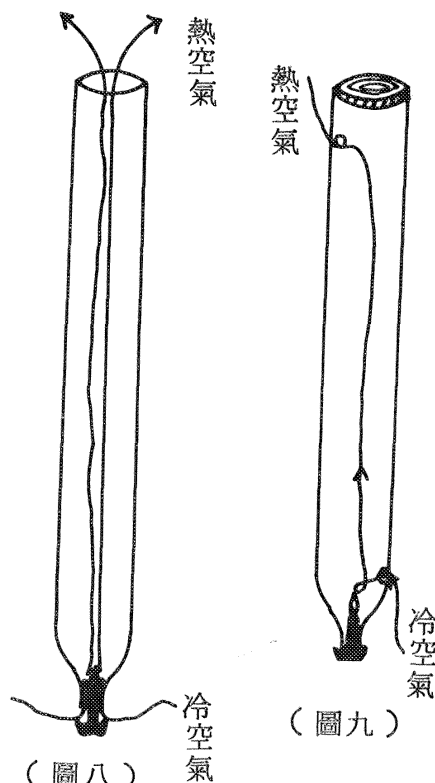
- (1) 1 至 11 次 (容積 6300 公撮) 的實驗，容器愈高，容積愈大，蠟燭燃燒時間愈久。
- (2) 但由 11、12、13 次的實驗，容積高到某一個程度時，蠟燭燃燒時間就不再增加了。
- (3) 由第 14 次的實驗發現，如果容積高至某一程度時，將頂端切一開口，將不影響蠟燭燃燒的時間。

實驗(四)：推廣的實驗

1. 將 7000 公撮頂端開口的長寶特瓶，讓底下之瓶蓋與瓶口間留有空隙，則瓶內燃燒的蠟燭，就不會熄滅了。若將線香的烟靠近開口，則可看到烟隨冷空氣由下方開口處流入，由上方開口處流出。

(如圖八)

2. 將原先封閉的容積 6300 公撮長寶特瓶的側邊，挖上下兩個直徑約 2 公分的小洞，若將線香的烟靠近洞口，亦可



看到烟隨著冷空氣由下方洞口流入，烟隨熱空氣由上方洞口流出。（如圖九）

五、討 論

- (一)瓶子容積愈大，所含的空氣就愈多，蠟燭燃燒的時間就愈長。
- (二)蠟燭燃燒須消耗空氣中的氧氣，產生大量不會燃燒的二氧化碳與水蒸氣，火焰愈大，與氧接觸的面積愈大，消耗的氧就愈快，蠟燭燃燒的時間就愈短；火焰愈小，與氧接觸的面積愈小，消耗的氧就愈慢，蠟燭燃燒的時間就愈長。
- (三)由實驗(三)可知，容積高度達到一定程度時，因熱空氣無法上升至此高度，底層充滿二氧化碳及水蒸氣，而上層含氧的冷空氣無法流下來幫助燃燒，不能產生冷熱空氣對流現象，因此容器太高時，容量雖然較大，但對蠟燭燃燒的時間不發生影響，縱使將頂端封口切去，也一樣不受影響。

六、結 論

- (一)由實驗(一)可知：瓶子裏有一定量的空氣，蠟燭燃燒需要空氣，蠟燭火焰的大小，將影響燃燒的時間。
- (二)由實驗(二)可知：高度相同的瓶子，容積愈大，所含空氣愈多，蠟燭燃燒的時間就愈長。
- (三)由實驗(三)可知：瓶子內的蠟燭燃燒，還需要冷熱空氣對流來幫助它進行，假如瓶子太高時，將阻礙對流現象的發生，因此瓶子高至某一程度時，蠟燭燃燒時間就不再增加了。

七、參考資料

- (一)國民小學自然科學課本第七冊。
- (二)國民小學自然科學教學指引第七冊。

評 語

本件作品能夠延長頂端開口之管長試驗出管長超過某一長度後反而

會燜熄燭火很有創意，並提出是由於空氣對流不良所致。對現象能仔細觀察綜合且推理預測未做完實驗的結果，很具有科學研究的正確態度，值得鼓勵。