

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

佳作

081528

化「生氣」為「力氣」！

桃園縣平鎮市文化國民小學

作者姓名：

小六 黃炳琛 小六 陳紀元 小六 葉登元

小六 陳鼎濤 小六 吳聿

指導老師：

劉玫瑛 陳素貞

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會作品說明書

化「生氣」為「力氣」！



科 別：自然科

組 別：國小組

關鍵詞：滅火器、二氧化碳、教具

編 號：

（由國立台灣科學教育館統一填列）

目 錄

壹、摘要	-----	1
貳、研究動機	-----	1
參、研究目的	-----	1
肆、研究設備與器材	-----	2
伍、研究過程與討論	-----	2
研究一、找出最適合用來產生二氧化碳的材料	-----	2
實驗一、找出金桔汁、葡萄柚汁、檸檬汁、醋和小蘇打粉酸鹼中和時的用量。	-----	2
實驗二、找出金桔汁、葡萄柚汁、檸檬汁和醋，誰的 pH 值最穩定？	-----	3
研究二、以 600c.c.的汽水瓶設計一個簡易滅火器，找出在這個瓶子的容積下，材料的最少用量。	-----	5
實驗一、找出 600c.c.簡易滅火器所需醋和小蘇打粉的最少用量。	-----	6
研究三、變更簡易滅火器的大小，探討在各種容積下，利用研究二的結果等比例計算出來的材料量，是否都可以成功地滅火？	-----	7
實驗一、改變瓶子的容積為 1500c.c、1250c.c.和 280c.c.。	-----	7
實驗二、補做小尺寸之汽水瓶（370 c.c.）。	-----	8
實驗三、探討以塑膠硬瓶（280c.c.）製作簡易滅火器所需材料之最少用量。	-----	8
實驗四、研究增加塑膠硬瓶瓶蓋密合度，對於滅火效果的影響。	-----	9
實驗五、探討非汽水瓶和自己的瓶蓋是否普遍都無法完全密合？	-----	10

研究四、設計一個操作簡便且能重複使用的二氧化碳滅火器 教具	-----	12
陸、結論	-----	15
柒、心得與感想	-----	15
捌、參考資料	-----	16

「生氣」為「力氣」！

壹、摘要

在六上自然課「氧與二氧化碳」這個單元，課本教我們做的二氧化碳滅火器，會因漏氣導致壓力不足，噴不出氣體來滅火，所以我們想要研發出一個成功的替代品，讓老師和小朋友在課堂上有更好用的教具。

在研究中，我們先決定產生二氧化碳的材料，最後選擇以優點最多的醋去和小蘇打粉混合；然後用 600c.c.的可樂瓶設計出一個簡易型滅火器，發現在 600c.c.的尺寸下，只需要 4c.c.的醋和 0.39 公克的小蘇打粉，就能把燭火熄滅；並且研究出上述瓶子大小和材料量的關係等比例縮放後，也都可以成功地滅火；而在研究過程中，更發現瓶子的氣密性是實驗能不能成功的關鍵；最後在不斷的研究和改良下，終於研發出兩型操作簡便又可重複使用的二氧化碳滅火器教具。

貳、研究動機

在六上自然課「氧與二氧化碳」這個單元，課本曾經教我們在廣口瓶內放小蘇打粉和檸檬汁，然後插入吸管、蓋上培養皿來做二氧化碳滅火器，但這種方法密閉效果不好，會導致漏氣，根本噴不出氣體來滅火，於是我們了解在製作二氧化碳滅火器時，光是會產生二氧化碳氣體是不夠的，還必須讓二氧化碳在瓶內累積到足夠的壓力，也就是要化「生氣」為「力氣」，才能噴出氣體來滅火，所以我們想研究出怎樣才能做出一個好用的教具，讓小朋友在課堂上體驗二氧化碳滅火的威力。

參、研究目的

- 一、找出最適合用來產生二氧化碳的材料。
- 二、以 600c.c.的汽水瓶設計一個簡易滅火器，找出在這個瓶子的容積下，材料的最少用量。
- 三、變更簡易滅火器的大小，探討在各種容積下，利用研究二的結果等比例計算出來的材料量，是否都可以成功地滅火？
- 四、設計一個操作簡便並且能重複使用的二氧化碳滅火器教具。

肆、研究設備與器材

一、設備：pH 儀、鑽孔機、榨汁機、固定架、天秤。

二、器具：燒杯、玻棒、量筒、滴管、塑膠飲料瓶、熱熔槍、鑷子、尺、打火機。

三、材料：金桔汁、葡萄柚汁、檸檬汁、工研糯米醋、小蘇打粉、衛生紙、吸管、蠟燭、膠帶。

伍、研究過程與討論

研究一：找出最適合用來產生二氧化碳的材料

實驗一、找出金桔汁、葡萄柚汁、檸檬汁、醋和小蘇打粉酸鹼中和時的用量。

方法：1、我們先固定小蘇打粉的量為 10g，然後將小蘇打粉倒入燒杯裡。

2、分別將少量的上述液體(照片一)倒入燒杯中，並攪勻(照片二)。

3、用 pH 儀測量混合液的 pH 值(照片三)，若已達到中性(pH=7.00) (照片四)則停止；

若仍為鹼性則再加入少量的酸性液體(照片五)，若已變成酸性就回到方法 1 重做。

4、紀錄達到酸鹼中和時，上述酸性液體的用量。



照片一、實驗中選用的四種酸性液體



照片二、把酸性液體和小蘇打粉攪拌均勻



照片三、利用 pH 儀測量溶液的酸鹼性



照片四、達到酸鹼中和時之 pH 值



照片五、把酸性液體滴入混合液中

紀錄：

表一、各種酸性液體與 10g 小蘇打粉達到酸鹼中和時的用量

項目	酸性液體				
	次數	金桔汁	葡萄柚汁	檸檬汁	醋
用量(c.c.)	1	102	294	101	102
	2	113	313	101	104
	3	110	307	100	101
	平均	108	305	101	102

討論：1、在上面數據中，我們發現金桔汁、葡萄柚汁的三重覆數據相差較大，我們檢討原因，

發現是在測量 pH 值時，它們的果肉有時會卡在 pH 儀的探測電極棒上所造成的。

2、在做檸檬汁的實驗時，我們特別注意上述問題，果然實驗的精密度就提高了。

結果：這四種酸性液體的用量，比較如下：檸檬汁 < 醋 < 金桔汁 < 葡萄柚汁。

實驗二、找出金桔汁、葡萄柚汁、檸檬汁和醋，誰的 pH 值最穩定？

方法：1、我們到三家不同的店去購買金桔、葡萄柚和檸檬這三種水果，以及工研糯米醋。

2、用榨汁機把金桔、葡萄柚和檸檬榨成果汁。

3、用 pH 儀分別測量這三種果汁和醋的 pH 值。

紀錄：

表二、各種酸性液體的 pH 值

酸性液體		金桔汁	葡萄柚汁	檸檬汁	醋
項目	樣品				
pH 值	樣品 1	2.29	3.60	2.26	2.55
	樣品 2	2.32	2.94	2.10	2.55
	樣品 3	2.20	2.89	2.12	2.55
	平均	2.27	3.14	2.16	2.55

結果：如表二，發現醋的 pH 值最穩定。

研究一之討論：綜合實驗一、實驗二之結果，以及考慮實驗時材料取得的方便性，和材料用量的穩定性，我們分析這四種酸性液體的優缺點，見表三。

表三、各種酸性液體優缺點之比較

分析 酸性液體	酸性液體	
	優 點	缺 點
金桔汁	用量中等	◆ 有季節性，有時買不到。 ◆ pH 值較不穩定。 ◆ 要榨成汁，且果汁中的果肉會影響用量的多寡。
葡萄柚汁	無	◆ 用量多。 ◆ 有季節性，有時買不到。 ◆ pH 值較不穩定。 ◆ 要榨成汁，且果汁中的果肉會影響用量的多寡。
檸檬汁	用量少	同金桔汁
醋	◆ 用量少。 ◆ pH 值穩定。 ◆ 沒有季節性，只要去商店就買得到。	無

研究一結論：我們選擇用優點最多的醋去和小蘇打粉混合，做為日後實驗的材料。

研究二：以 600c.c.的汽水瓶設計一個簡易滅火器，找出在這個瓶子的容積下，材料的最少用量。

※自製的簡易二氧化碳滅火器設備 ~ 製作方法及使用方式：

- 1、利用鑽孔機將 600c.c.的可口可樂汽水瓶的瓶蓋，在中間打個洞(照片六)。
- 2、將吸管口用鑷子夾緊後用火烤一下，把吸管口封起來(照片七)，再把吸管穿過瓶蓋中間，當作滅火器的噴管。
- 3、利用熱熔膠把吸管和瓶蓋間的空隙完全密閉(照片八)。
- 4、自製一座固定架(照片九)，方便讓滅火器與蠟燭固定，且調整噴嘴上畫黑線之位置與燭蕊間的距離為 5 公分(照片十)。
- 5、先把醋倒入汽水瓶中，再用衛生紙包住小蘇打粉後丟入瓶中，迅速蓋上瓶蓋後搖勻。
- 6、待醋與小蘇打粉充分混合後，迅速剪斷噴嘴黑線位置(照片十一)，讓二氧化碳噴出來滅火。



照片六、利用鑽孔機在瓶蓋上打洞



照片七、利用燭火和鑷子把吸管口封住



照片八、用熱熔膠填滿吸管和瓶蓋間的空隙



照片九、用來固定簡易滅火器和蠟燭的固定架



照片十、燭蕊到噴嘴黑線位置之距離



照片十一、從黑線位置剪開噴嘴後迅速移開剪刀

實驗一、找出 600c.c.簡易滅火器所需醋和小蘇打粉的最少用量。

方法：1、以研究一裡，醋和小蘇打粉酸鹼中和時的用量為起點，進行試驗，成功滅火時則減量，失敗時則增量，並以二分法來決定下一次試驗的材料量。

2、利用量筒和天平來測量所需的醋和小蘇打粉(照片十二、十三)。



照片十二、利用量筒來測量醋的用量



照片十三、利用天秤來測量小蘇打粉的用量

3、一直到所用材料量無法滅火，且醋和小蘇打粉的用量和上次成功滅火時的差距分別在 1c.c.和 0.1g 以內，就停止實驗，並且以上次成功時之材料量為成功滅火的最少用量。

紀錄：

表四、600c.c.簡易型滅火器材料用量和滅火結果

項目 \ 材料倍數		1	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	3/64	5/128
醋 (c.c.)		102	51	25.5	12.75	6.375	3.2	4.8	4
小蘇打粉(g)		10	5	2.5	1.25	0.625	0.313	0.47	0.39
滅火結果	第一次	○	○	○	○	○	x	○	○
	第二次	○	○	○	○	○	x	○	○
	第三次	○	○	○	○	○	x	○	○

註：○表示成功，X 表示失敗。

結果：1、由表四可知，我們自製的 600c.c.簡易型滅火器，只需 4c.c.的醋混合 0.39g 的小蘇打粉，所產生的二氧化碳就可以成功地噴熄燭火，這個材料量真是少到令我們非常驚訝。

研究二結論：自製之 600c.c.簡易型滅火器，能成功滅火之最少材料用量為：醋 4c.c.、小蘇打粉 0.39g。

研究三：變更簡易滅火器的大小，探討在各種容積下，利用研究二的結果等比例計算出來的材料量，是否都可以成功地滅火？

實驗一：改變瓶子的容積為 1500c.c.、1250c.c.和 280c.c.。

方法：同研究二。

紀錄：

表五、不同容積之簡易型滅火器材料用量和滅火結果

項目 \ 滅火器容積		1500 c.c.	1250 c.c.	280 c.c.		
材料倍數		1 倍	1 倍	1 倍	2 倍	3 倍
醋 (c.c.)		10	8.3	1.9	3.8	5.7
小蘇打粉 (g)		0.975	0.81	0.18	0.36	0.54
滅火結果	第一次	○	x	x	x	x
	第二次	○	○	x	x	x
	第三次	○	○	x	x	x
	第四次		○			

註：1、材料倍數是指按照瓶子大小，由研究二的結果直接換算而來之材料量的倍數。

2、○表示成功，X 表示失敗。

結果：1、基本上 1500 c.c.和 1250c.c.的都可以成功，而 1250c.c.的瓶子雖然有一次失敗，檢討後發現是因為剪刀在剪完吸管噴口密封處後，沒有馬上拿開，擋在噴口和燭火之間，使二氧化碳不能滅掉燭火，改善這個缺點後，就都成功了！

2、280c.c.瓶子內的材料按等比例縮放後，1 倍不成功，原以為是因材料量太少，天秤測量時有誤差，而影響到滅火效果，但把材料量放大到 2、3 倍後還是不成功。

推測：1500 c.c.、1250c.c.的瓶子是汽水瓶，瓶身較軟；而 280c.c.的瓶子是裝蘋果醋的，瓶身較硬。我們推測可能是因為軟瓶身有彈性，所以在瓶內壓力大於大氣壓力時，瓶身會有一點膨脹，造成在剪開噴嘴時，二氧化碳快速噴出，瓶內壓力降低，使得瓶內壓力小於大氣壓力而讓瓶身收縮，瓶內空間減小，壓力又增強，所以還會多推出一些二氧化碳把火熄滅！可是硬瓶子沒有彈性，所以只能靠瓶內所產生的壓力自己推。

實驗二：補做小尺寸之汽水瓶（370 c.c.）。

方法：同研究二。

記錄：

表六、370c.c.汽水瓶材料用量和滅火結果

項目 \ 材料倍數		1 倍
醋 (c.c.)		2.5
小蘇打粉 (g)		0.24
滅火結果	第一次	○
	第二次	○
	第三次	○

註：○表示成功，X 表示失敗。

結果：從上表中我們得知，只要是汽水瓶，即使是 370c.c.的小瓶子，所需材料量也可用研究二的結果等比例縮小，就可以滅火。

實驗三：探討以塑膠硬瓶（280c.c.）製作簡易滅火器所需材料之最少用量。

動機：在實驗一中，我們推測 280c.c 的瓶子可能是因為比較沒有彈性，無法得到大氣壓力的幫助，所以必須要更多的材料量才能滅火，因此在這個實驗中，我們要找出塑膠硬瓶

(280c.c.)最少的材料用量到底是多少？

方法：由研究二的結果，等比例換算成 280c.c.所需要的材料量當作起點，試驗方法同研究二之實驗一。

記錄：表七、280c.c.塑膠硬瓶材料用量和滅火結果

材料倍數		1 倍	2 倍	4 倍	8 倍	16 倍
項目						
醋 (c.c.)		1.9	3.8	7.6	15.2	30.4
小蘇打粉 (g)		0.18	0.36	0.72	1.44	2.88
滅火結果	第一次	×	×	×	×	×
	第二次	×	×	×	×	×
	第三次	×	×	×	×	×

註：○表示成功，X 表示失敗。

討論：由表七我們發現，一直做到 16 倍的材料量都無法順利滅火，原以為是因為硬瓶彈力較差，瓶內需要較大的壓力，因此一直增加材料量，但在 16 倍時我們聽到嚴重的漏氣聲，因此我們推測是瓶蓋漏氣而影響滅火效果。

建議：改善塑膠硬瓶瓶蓋的密合度，再重新研究。

實驗四：研究增加塑膠硬瓶瓶蓋密合度，對於滅火效果的影響。

方法：我們發現 280c.c.塑膠硬瓶的瓶蓋和汽水瓶瓶蓋尺寸剛好相同，而汽水瓶瓶蓋就是以不易漏氣為原則所設計的，所以我們拿汽水瓶瓶蓋來取代它自己的瓶蓋。

記錄：表八、280c.c.塑膠硬瓶（使用汽水瓶瓶蓋）材料用量和滅火結果

材料倍數		16 倍	8 倍	4 倍	2 倍	1 倍
項目						
醋 (c.c.)		30.4	15.2	7.6	3.8	1.9
小蘇打粉 (g)		2.88	1.44	0.72	0.36	0.18
滅火結果	第一次	○	○	○	○	○
	第二次	○	○	○	○	○
	第三次	○	○	○	○	○

註：○表示成功，X 表示失敗。

討論：從表八中可知，自從換了汽水瓶的瓶蓋之後，只需用 1.9c.c.的醋和 0.18g 的小蘇打粉，就可以滅火，而這個用量剛好也是從研究二等比例換算來的 1 倍材料用量，所以只要密合度夠好，硬瓶子並不會比汽水瓶需要更多的材料用量。

結果：只要密合度夠好，不管是什麼瓶子，都可以用研究二的結果等比例換算出在這種容積下，所需的材料用量，就都可以成功地滅火。

實驗五：探討非汽水瓶和自己的瓶蓋是否普遍都無法完全密合？

方法：我們到超商再挑了兩種非汽水瓶，分別是 580 c.c.的奶茶瓶和 750 c.c.的豆漿瓶，並用研究二的結果，等比例換算出它們所需的材料用量，看是否能順利滅火，來判斷它們瓶蓋的密合度。

記錄：表九、580 c.c.奶茶瓶和 750 c.c.豆漿瓶

瓶子種類		580 c.c. 奶茶瓶	750 c.c. 豆漿瓶
項目			
醋 (c.c.)		3.9	5.0
小蘇打粉 (g)		0.38	0.49
滅火結果	第一次	×	×
	第二次	×	×
	第三次	×	×

註：○表示成功，X 表示失敗。

結果：由表九發現，不管是奶茶瓶或是豆漿瓶，由研究二的結果換算出來的材料用量，都無法成功滅火，所以我們認為非汽水瓶瓶蓋的密合度不高。

推測：我們認為非汽水瓶瓶蓋的密合度不高，是因為非汽水瓶不像汽水瓶一樣，會有氣體跑出來，所以它的密合度要求只要液體不外漏就可以了；而汽水瓶因為會有二氧化碳跑出來，為了不讓氣體漏出，所以瓶蓋必須做到非常密合，故實驗中只要是選用汽水瓶就成功，而選用非汽水瓶就不容易成功。

證實：為了證實我們上面的想法是正確的，所以我們決定到汽水廠訪問專家。

參 訪：經由網路查詢，我們得知黑松汽水廠的瓶子是自己設計和生產的，所以我們決定到那裡參觀。

時 間：94.04.27 13:30-14:40

地 點：黑松股份有限公司 中壢廠

受訪專家：汽水部吳經理

Q：請教吳經理，為什麼汽水瓶的氣密效果會比非汽水瓶好，它的關鍵在那裡呢？

A：小朋友！影響汽水瓶氣密性的原因有兩種：

- (1) 瓶身材質：一般塑膠飲料瓶大多採用 PET[聚乙烯對苯二甲酸酯]、PP[聚丙烯]、PE[聚乙烯]這三種材質，它們的氣密性比較如下：PET > PP 和 PE。PET 因為材料的密度較高，所以對氣體的阻隔力較好，而汽水瓶為了延長二氧化碳在瓶中保存的時間，都採用 PET 這種材質。
- (2) 瓶蓋設計：除了瓶身，瓶口處是否會漏氣也是個關鍵，因為瓶蓋和瓶身都是硬的塑膠，所以它們在接觸點會有一些空隙，因此汽水瓶蓋都會加上一層 PU 材質的軟墊，來補滿瓶蓋與瓶口之間的縫隙。

但是，有些非汽水類之飲料，如果汁、茶，為了延長它的保存期限，防止外界空氣進入瓶中而變質，也有採用 PET 材質來做瓶身，並且在瓶蓋上也有一個 PU 軟墊的設計來增加氣密性。而小朋友如果想要辨識塑膠瓶之材質，可由瓶身上三個循環箭頭裡包圍的阿拉伯數字來分辨，如：編號 1 號代表的就是 PET 瓶 [參考資料 2]。

結果：1、從實驗的結果，我們原先以為非汽水瓶和自己的瓶蓋，普遍都無法完全密合。但經由吳經理的解釋後，我們才了解能不能達到氣密的效果，不能以汽水瓶與非汽水瓶來做分界，而是受瓶身材質和瓶蓋設計的影響。

2、為了要達到氣密的效果，應選用 PET 材質的瓶身和附有 PU 軟墊的瓶蓋。

確認：我們把研究三所用到的非汽水瓶(照片十四)相關資料整理如下表，發現原來它們的瓶身都是用 PP 的材料，且瓶蓋都不含 PU 軟墊，難怪它們都會漏氣，也了解為什麼 280 c.c. 健康醋的瓶子換上汽水的瓶蓋後，就改善了漏氣的現象。因此更加確認我們實驗結果之正確性。



照片十四、實驗中所用之非汽水瓶

表十、非汽水瓶的相關資料

項目 \ 品名	百家珍蘋果健康醋 280 c.c.	阿薩姆奶茶 580 c.c.	猛將薏仁黑豆漿 750 c.c.
瓶身材質	PP	PP	PP
瓶蓋設計	無 PU 軟墊	無 PU 軟墊	無 PU 軟墊

研究三結論：由實驗一到實驗五，我們發現改變簡易滅火器的容積時，只要瓶子的氣密性夠，以研究二的結果等比例換算出來的材料用量，都可以成功滅火。

研究四：設計一個操作簡便且能重複使用的二氧化碳滅火器教具

動機：我們的簡易型滅火器使用時會遇到下列問題：

- 1、噴嘴剪斷後還要再黏合，很麻煩。
- 2、衛生紙會阻礙醋和小蘇打粉的充分混合，使產氣量減少。
- 3、必須等到要使用時才能加入醋和小蘇打粉，這樣在滅火時會浪費時間在填充材料上。

所以我們想要設計的滅火器教具，它必須具有下列的特性：

- 1、可事先把材料裝到瓶中，等到要用時才混合。
- 2、能夠很方便地裝填材料。
- 3、可重複使用。

※我們設計的滅火器教具

一、夾式噴嘴



照片十五、夾式噴嘴

- ◆ **特 色**：1、利用燕尾夾夾住吸管來達到氣密的效果。
2、壓開燕尾夾時，不會影響到噴嘴的位置，而用剪刀剪斷噴嘴時，會因為用力而移動噴嘴的位置，導致噴嘴無法對準火焰。
- ◆ **使用方式**：1、要使用時將燕尾夾壓開，就可以滅火。
- ◆ **注意事項**：1、最好選用大且緊的燕尾夾，氣密效果較好。

二、瓶身

第一型：粗吸管型



照片十六、粗吸管型滅火器瓶身

- ◆ **特 色**：1、不用切開瓶身，減少漏氣的機會。
2、只需將粗吸管的一端用熱熔膠封住，製作容易。
- ◆ **使用方式**：1、先把醋到入瓶內，再將小蘇打粉裝入粗吸管內。
2、把粗吸管投入汽水瓶中。
3、要使用時將汽水瓶倒立，讓小蘇打粉和醋充分混合。
- ◆ **注意事項**：1、粗吸管長度必須大於瓶身直徑，才可以保持粗吸管在瓶中站立而不倒下。

第二型、布分離式



照片十七、布分離式滅火器瓶身

◆ 特 色：1、不使用時，可利用布分開醋和小蘇打粉。

2、要使用時，可利用布的透水性讓醋和小蘇打粉混合。

◆ 使用方式：1、把醋經由布的缺口倒入瓶底，再把小蘇打粉加到布上。

2、要使用時，將汽水瓶倒立，讓醋和小蘇打粉充分混合。

試驗方式：我們用夾式噴嘴配合第一型和第二型的瓶身，且分別找出這兩種滅火器的容量，然後用研究二的結果換算出他們所需的材料用量，看是否能成功地滅火。

紀錄：

表十一、自行研發之滅火器試驗結果

滅火器類型		第一型	第二型
項目			
尺寸 (c.c.)		600	943
醋 (c.c.)		4	6.3
小蘇打粉 (g)		0.39	0.61
滅火結果	第一次	○	○
	第二次	○	○
	第三次	○	○

註：○代表成功，x代表失敗

結果：如表十一，我們自行研發的兩型滅火器，都能成功地達到滅火效果哦！

建議：1、我們設計的噴嘴和瓶身不但製作容易、操作方便、成功率高且可重複使用，因此建議小朋友在課堂上不妨試試看我們所研發的教具。

2、小朋友！當你在製作滅火器時，材料可以酌量增加，因為雖然1倍用量就可滅火，但當用到2倍的材料量時，氣體噴出聲會變得很大聲，而當你清楚地聽到「撲」的一聲滅了火，會非常有成就感喔！

陸、結論

- 1、在研究一中，我們發現金桔汁、葡萄柚汁、檸檬汁和醋這四種酸性液體中，醋有用量少、pH 值穩定、方便購買等優點。因此我們選擇醋和小蘇打粉混合，做為產生二氧化碳的材料。
- 2、在研究二中，為了找出瓶子大小與材料用量之間的關係，我們設計一個 600c.c.簡易型滅火器，發現在這個容積下，只需要用 4c.c.的醋和 0.39 公克的小蘇打粉混合，就能成功地熄滅燭火。
- 3、在研究三，我們製作了各種不同大小的簡易型滅火器，發現它們以研究二的結果等比例換算出來的材料用量，也都可以成功地滅火。
- 4、同時，在研究三中，為了變更簡易型滅火器容積，我們採用各種不同大小的塑膠飲料瓶來做實驗，發現不同種類的飲料瓶氣密效果是不一樣的。更經由訪問黑松汽水公司的專家後，知道以 PET 材質做的瓶身和附有 PU 軟墊的瓶蓋之組合氣密性最好。所以小朋友，當你在做二氧化碳滅火器時，記得要選用這種組合的瓶子喔！
- 5、在研究四中，我們終於成功地研發出兩型二氧化碳滅火器，可供小朋友當作課堂上的實驗教具，這兩型滅火器分別是利用粗吸管型和布分離式的瓶身搭配夾式噴嘴，它們都具有操作簡便和可重複使用的特性哦！

柒、心得與感想

歷經七個多月的團隊研究，現在我們對如何製作二氧化碳滅火器，總算有了一些心得。回想研究之初，原本以為這是一個很簡單的任務，沒想到常常是一個小實驗，就得花上整個下午和晚上才能完成，而我們的研究過程更是充滿戲劇性，從一開始以為只要用來產生二氧化碳的材料量很多，就一定能噴出很多的氣體來滅火，又以為飲料瓶的軟硬會影響到材料用量，沒想到做完實驗後，得到的結果完全推翻我們原來的預測，了解到「瓶子的氣密性」才是能不能成功滅火的關鍵。而在參觀過黑松汽水中壢廠後，經由吳經理的解說，我們更清楚地明白原來飲料瓶的氣密性，決定於瓶身的材料和瓶蓋的設計。

最後的創作階段，老師要求我們自行研發的滅火器教具，必須是操作簡便且又能重複使用的，這點真是讓我們絞盡腦汁啊！我們從彼此的作品中，不斷地相互觀摩、檢討和試驗，

從中又激發出新的靈感和創意，最後終於把大家的設計組合成兩個很好用的教具。

而在這次的研究中，我們一次次地遇到困難，也一次次地突破和創新，雖然很辛苦，卻也得到莫大的喜悅和成就感，更讓我們深刻體會到「有志者事竟成」這句話的道理。

捌、參考資料

- 1、施惠 (民 93)。國民小學自然與生活科技課本第七冊[六年級上學期]。台南市：南一。
- 2、台南市環保局行政室 (民 94 年 3 月 24 日)。標誌 3 PVC 瓶，環保署將以提高回收處理費逐步禁用。台南市環保新聞。民 94 年 3 月 24 日，取自：

<http://www.tnepb.gov.tw/about/%E6%96%B0%E8%81%9E%E7%A8%BF/4.files/4-053.htm>

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

國小組 自然科

佳作

081528

化「生氣」為「力氣」！

桃園縣平鎮市文化國民小學

評語：

1. 原始數據記錄詳細確實
2. 研究作品符合學生程度
3. 作者雖能充分表達作品內容，但可以更精簡