

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

國小組 生活與應用科學科

080803

哆啦 A 夢的空氣炮

學校名稱：臺中縣霧峰鄉吉峰國民小學

作者： 小六 李佳螢 小六 張瑞宏 小六 王馨柔 小六 蔡家銘	指導老師： 江竺諺 蔡宗信
---	---------------------

關鍵詞：空氣炮 寶特瓶

# 哆啦 A 夢的空氣炮

## 壹、摘要

本次的實驗探討寶特瓶空氣炮在不同的控制變因下，本實驗控制空氣炮的炮身長度的、孔洞數量多少、瓶蓋孔徑大小、不同的氣球長度等因素，發現空氣炮所發射出來的威力範圍和形狀各有巧妙不同，後來也發現寶特瓶空氣炮在教育方面可以運用在科學遊戲上，比賽聲音大小、玩射擊遊戲等；在生活方面，可以運用在創意門鈴、創意喇叭、聲音密碼傳遞等。

## 貳、研究動機

有一天自然老師帶大家做了一個聲炮的科學遊戲，全班都玩得好開心，不曉得即將要回收的寶特瓶或塑膠瓶還可以玩這種遊戲。下課時，我們幾個人就一起分享上課的心得，頓時就突發奇想，這是不是跟**哆啦 A 夢的空氣炮**很像，應該都是運用類似的科學原理吧！大家覺得這是一個值得研究和探討的問題，所以我就找了幾位同學與兩位老師一起研究，並做了以下一連串有趣的實驗。



## 哆啦 A 夢的空氣炮

**空氣炮**是凝聚四周空氣所壓縮出來的威力槍~當然也可以防衛自己~不過有時後會沒有能源,這個東西是**哆啦 A 夢**冒險時必用的道具ㄟ！讓我們一起進入**哆啦 A 夢**的幻想世界吧……

## 參、研究目的

爲了要了解空氣炮到底是如何在空氣中震動和傳播，我們小組收集了很多資料，想了解空氣炮的奧妙之處，以下是我們小組討論了很久所整理出來的研究目的：

- 一、利用學校回收的寶特瓶做出各式各樣的空氣炮來玩一玩。
- 二、探索空氣炮不同炮身長度的所發射出來的威力強度。
- 三、探索空氣炮孔洞數量的多少所發射出來的威力強度。
- 四、探索空氣炮孔徑的大小所發射出來的威力強度。
- 五、探索空氣炮不同的氣球長度所發射出來的威力強度。

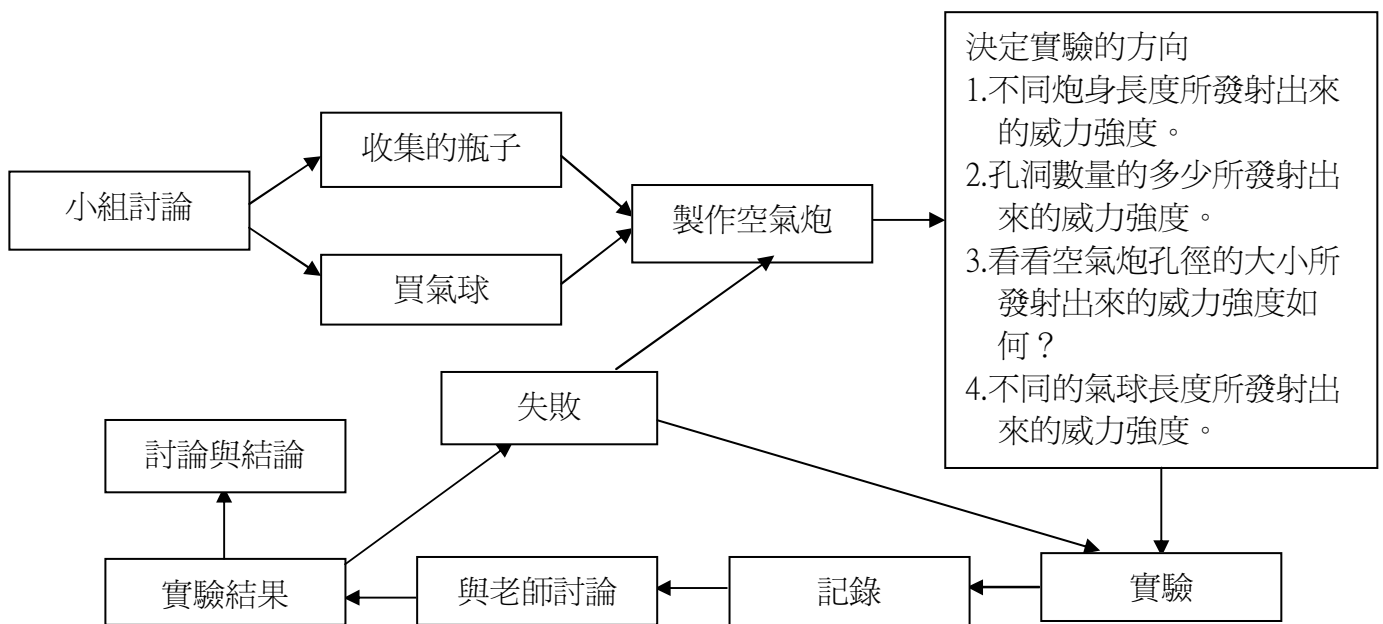
## 肆、研究設備及器材

01. 寶特瓶及瓶蓋	02. 鐵尺	03. 打火機
04. 厚紙板、紙箱、紙片	05. 鑽孔工具	06. 鉗子
07. 美工刀	08. 透明膠帶	09. 雙面膠
10. 氣球	11. 電腦	12. Word 及 Excel 軟體
13. 空氣炮發射台	14. 紙片震動座	

## 伍、研究過程與方法

### 一、空氣炮的製作

利用學校資源回收的寶特瓶，尋找各種不同的大小，再去買合適的氣球來做做看，實驗流程圖如下，看看各式各樣的空氣炮發射威力所呈現的情形如何？



### (一) 研究步驟

#### 1. 收集的瓶子

我們收集很多種類的寶特瓶（如圖），有塑膠羊奶瓶、500c.c.寶特瓶、600c.c.寶特瓶、1250c.c.寶特瓶、2000c.c.寶特瓶，有些是圓的、有些是方的。



#### 2. 買氣球

我們小組聚在一起討論，不同的瓶子一定要配合不同的氣球，所以決定到書

局、禮品店去收集各式各樣的氣球（如圖），收集的氣球照片如下，用來製作空氣炮，看看結果如何。



各式各樣的氣球

### 3.製作空氣炮

將各式各樣的塑膠瓶及寶特瓶裁切，再用不同樣式的氣球黏上去，即形成簡易的空氣炮。

<p>寶特瓶裁切</p>	<p>氣球修剪</p>
<p>寶特瓶與氣球組裝</p>	<p>寶特瓶空氣炮試射</p>

### 4.測試各式各樣的空氣炮

玩一玩各式各樣空氣炮，看看每一種威力是否有不同，並決定其中一種空氣炮的種類來做更深入的實驗。

#### （二）過程遭遇的困難及解決方法

問題 1：氣球易拉破？

解決方式：不同材質的氣球所呈現的結果有不同，有些容易破裂，需試過多種材質找出適合實驗的氣球。

問題 2：氣球易被割破？

解決方式：氣球裝於寶特瓶上容易被割破，需將保瓶切割面磨平，才不會因黏接時與不平整的切割面磨擦而割破。

有了以上的測試之後，經過我們小組的討論，決定了幾個方向，準備實驗空氣炮的不同瓶身長度的、孔洞數量多寡、孔徑的大小、不同的氣球長度是否可以看出空氣炮的威力展現情形如何，並用 Excel 簡單設計了一個記錄的表格（如下圖）。以 10 公分的距離為起點，每 5 公分實驗三次並記錄紙片震動的位置。

發射威力所能到達的距離

		cm	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
空氣炮左右的距離	左	9																		
		8																		
		7																		
		6																		
		5																		
		4																		
		3																		
		2																		
		1																		
	砲口	0																		
	右	1																		
		2																		
		3																		
		4																		
		5																		
		6																		
		7																		
		8																		
		9																		

(三) 決定實驗方向

有了以上的實驗之後，大家已經可以做出簡易的空氣炮，接下來開始討論實驗的主題為何，因為空氣炮的構造很簡單，包含寶特瓶、瓶蓋、氣球三個部分，所以就從空氣炮本身的構造來討論操縱的變因。

第一個實驗是實驗不同瓶身長度的所發射出來的威力強度，第二個實驗是實驗孔洞數量的多少所發射出來的威力強度，第三個實驗是實驗孔徑的大小所發射出來的威力強度，第四個實驗是實驗空氣炮不同的氣球長度所發射出來的威力強度。

(四) 決定實驗步驟

為了讓實驗簡單化，減少實驗的誤差，大家討論了幾個步驟（如下圖），第一個實驗步驟是先在實驗桌上架設空氣炮發射台和紙片震動座，並將窗戶關閉以減少空氣擾流而影響實驗結果；第二個實驗步驟是由同一個人操作空氣炮，每次拉空氣炮

的氣球長度要固定，避免影響實驗結果的準確性；第三個實驗步驟是操作並觀察紙片震動座震動的情形；第四個實驗步驟是記錄紙片震動的位置。

	
<p>實驗步驟一 架設發射台和紙片震動座</p>	<p>實驗步驟二 由同一個人操作空氣炮</p>
	
<p>實驗步驟三 操作並觀察紙片震動台座震動的情形</p>	<p>實驗步驟四 記錄紙片震動的位置</p>

## 二、【實驗一】實驗不同瓶身長度所發射出來的威力強度

操縱變因：瓶身長度的

應變變因：發射空氣威力

保持不變變因：(1) 同一個人操縱發射空氣炮

(2) 發射空氣炮所拉的氣球長度一樣

(3) 每一段距離發射三次機會

(4) 同一個人操縱紙片震動台座

(5) 同一個觀察紙片震動記錄

### (一) 研究步驟

1. 製作不同瓶身長度的空氣炮，分別為 12.0 公分、13.4 公分、16.3 公分、17.6 公分、19.1 公分、20.5 公分。

2. 由同一個人於空氣炮發射台上發射。

3. 每一段距離共發射三次並觀察因空氣炮威力而震動的紙片位置。

4. 記錄紙片位置於記錄表上。

### (二) 過程中遭遇的困難及解決方法

問題 1：紙片位置記錄不易？

解決方式：由同一個人先訓練多次以累積經驗，再真正進入實驗來記錄紙片位置。

問題 2：紙片易受空氣擾動影響？

解決方式：需於密閉空間進行實驗，且相關實驗人員要禁止走動，避免影響實驗的結果。

### 三、【實驗二】實驗孔洞數量的多少所發射出來的威力強度

操縱變因：孔洞數量

應變變因：發射空氣威力

- 保持不變變因：
- (1) 同一個人操縱發射空氣炮
  - (2) 發射空氣炮所拉的氣球長度一樣
  - (3) 每一段距離發射三次機會
  - (4) 同一個人操縱紙片震動台座
  - (5) 同一個觀察紙片震動記錄

#### (一) 研究步驟

- 1.製作不同孔洞數量的空氣炮，瓶蓋上分別有1個、2個、3個、4個孔洞。
- 2.由同一個人於空氣炮發射台上發射。
- 3.每一段距離共發射三次並觀察因空氣炮威力而震動的紙片位置。
- 4.記錄紙片位置於記錄表上。

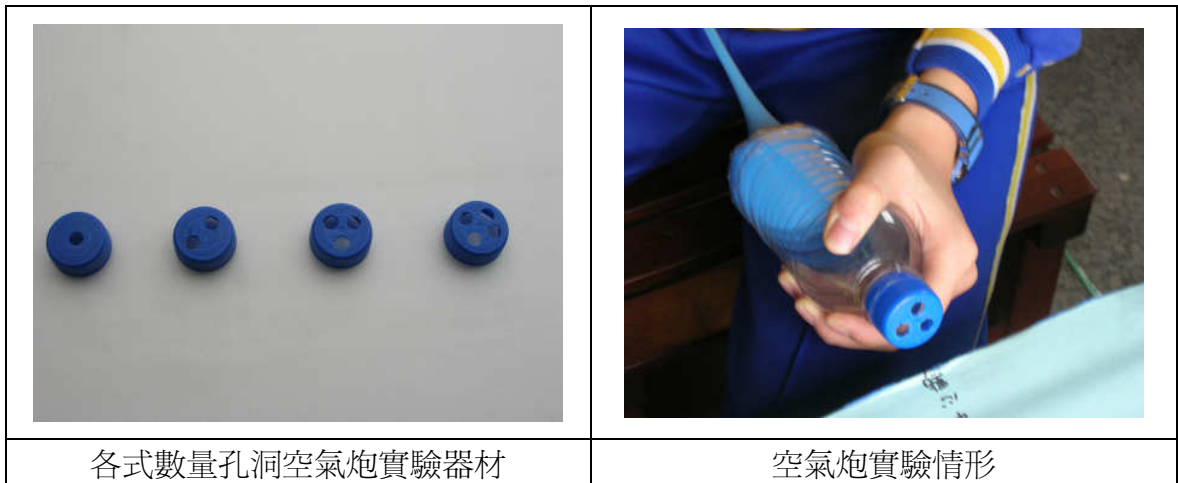
#### (二) 遭遇困難及解決方法

問題1：瓶蓋鑽孔不易？

解決方式：需事先將孔洞位置及大小確定，避免鑽孔時誤差太大。

問題2：紙片位置記錄不易？

解決方式：由於多孔洞導致發射時空氣易分散，此實驗要多增加一個人幫忙觀察記錄，使觀察時的失誤率降低。



### 四、【實驗三】實驗孔徑的大小所發射出來的威力強度

操縱變因：孔徑大小

應變變因：發射空氣威力

- 保持不變變因：
- (1) 同一個人操縱發射空氣炮
  - (2) 發射空氣炮所拉的氣球長度一樣
  - (3) 每一段距離發射三次機會
  - (4) 同一個人操縱紙片震動台座
  - (5) 同一個觀察紙片震動記錄

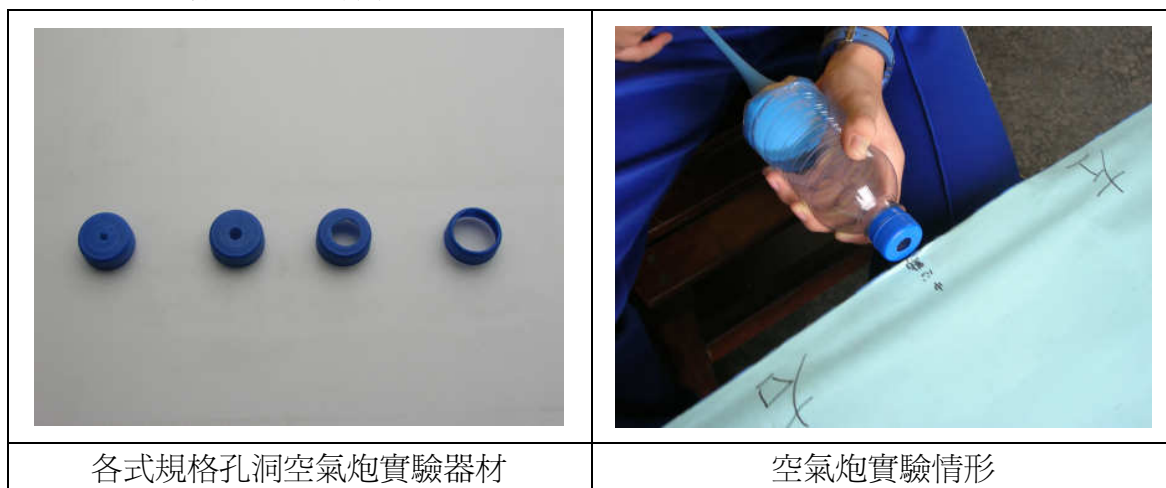
#### (一) 研究步驟

- 1.製作不同孔徑大小的空氣炮，瓶蓋上孔徑大小分別為 0.4 公分、0.8 公分、1.2 公分、1.6 公分、2.2 公分。
- 2.由同一個人於空氣炮發射台上發射。
- 3.每一段距離共發射三次並觀察因空氣炮威力而震動的紙片位置。
- 4.記錄紙片位置於記錄表上。

(二) 過程中遭遇的困難及解決方法

問題 1：瓶蓋孔徑鑽孔不易？

解決方式：需事先將孔洞位置及大小確定，鑽孔時勿超過規定的大小，孔洞不平整部分要手工磨平。



五、【實驗四】實驗空氣炮不同的氣球長度所發射出來的威力強度

操縱變因：氣球長度

應變變因：發射空氣威力

- 保持不變變因：
- (1) 同一個人操縱發射空氣炮
  - (2) 每一段距離發射三次機會
  - (3) 同一個人操縱紙片震動台座
  - (4) 同一個觀察紙片震動記錄

(一) 研究步驟

- 1.製作不同氣球長度的空氣炮，氣球長度分別為 7 公分、9 公分、11 公分、13 公分、15 公分、17 公分。
- 2.由同一個人於空氣炮發射台上發射。
- 3.每一段距離共發射三次並觀察因空氣炮威力而震動的紙片位置。
- 4.記錄紙片位置於記錄表上。

(二) 過程中遭遇的困難及解決方法

問題 1：氣球長度裁剪不易？

解決方式：由同一個人做氣球長度裁剪的工作，並是先將所有氣球先裁剪好，避免實驗時誤差太大。





## 陸、研究結果

### 一、空氣炮的製作

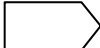
大家測試各式各樣的空氣炮，有了以下幾種發現：

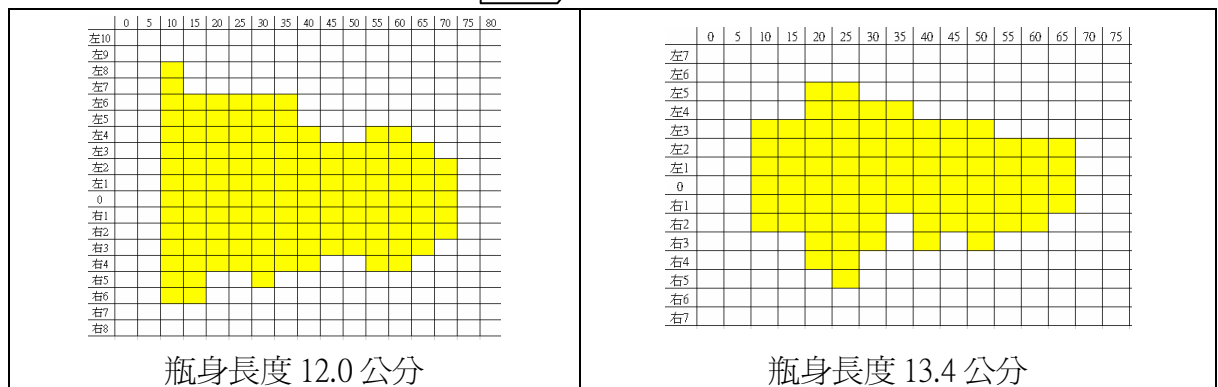
氣球種類 \ 瓶子種類	小長型氣球	大長型氣球	小圓型氣球	大圓型氣球
塑膠羊奶瓶	×	√	√	×
500c.c.寶特瓶	×	√	×	√
600c.c.寶特瓶	×	√	×	√
1250c.c.寶特瓶	×	×	×	×
2000c.c.寶特瓶	×	×	×	×
符號代表意義	【√】代表適用 【×】代表不適用			

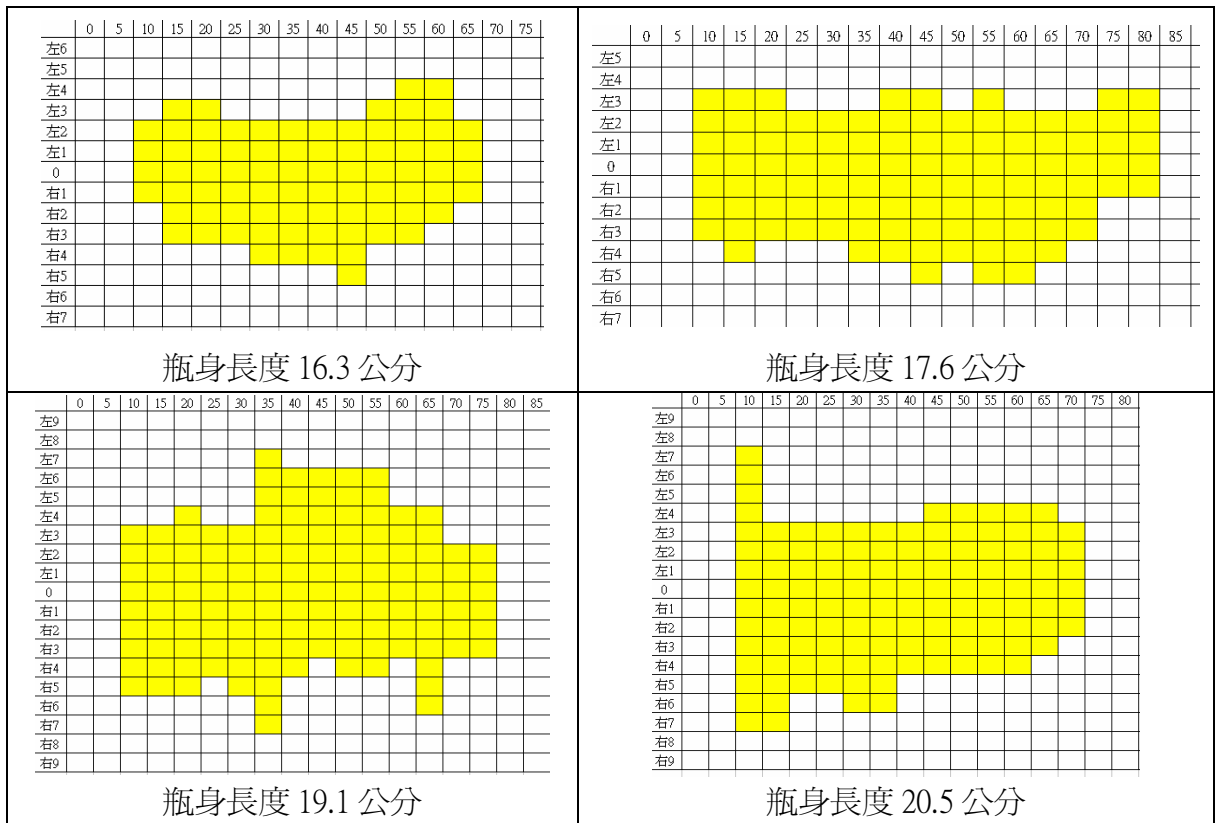
- (一) 塑膠羊奶瓶由於瓶身較小較短，雖然適用小長型及小圓型氣球，但是控制變因若是瓶身長度的，則有實驗上的困難。
- (二) 500c.c.寶特瓶則適用大長型及大圓型氣球，但由於這種寶特瓶很難收集，所以考慮不用於實驗。
- (三) 600c.c.寶特瓶適用大長型及大圓型氣球，而且在學校收集相當方便，適合用於實驗。
- (四) 1250c.c.、1500c.c.不適用任何類型氣球，所以不用於實驗。

### 二、【實驗一】實驗不同瓶身長度所發射出來的威力強度所發現的結果

本實驗的研究結果如下：

- (一) 發射空氣的威力範圍呈現子彈  形狀 (如圖)。





(二) 瓶身長長度 17.6 公分所發射出的威力能達到的最遠距離 (如表)。

瓶身長長度	12.0 公分	13.4 公分	16.3 公分	17.6 公分	19.1 公分	20.5 公分
最遠距離	70 公分	65 公分	65 公分	80 公分	75 公分	70 公分

(三) 發射出的空氣會易受空氣擾流所影響, 使得每次發射的威力波型不一樣。

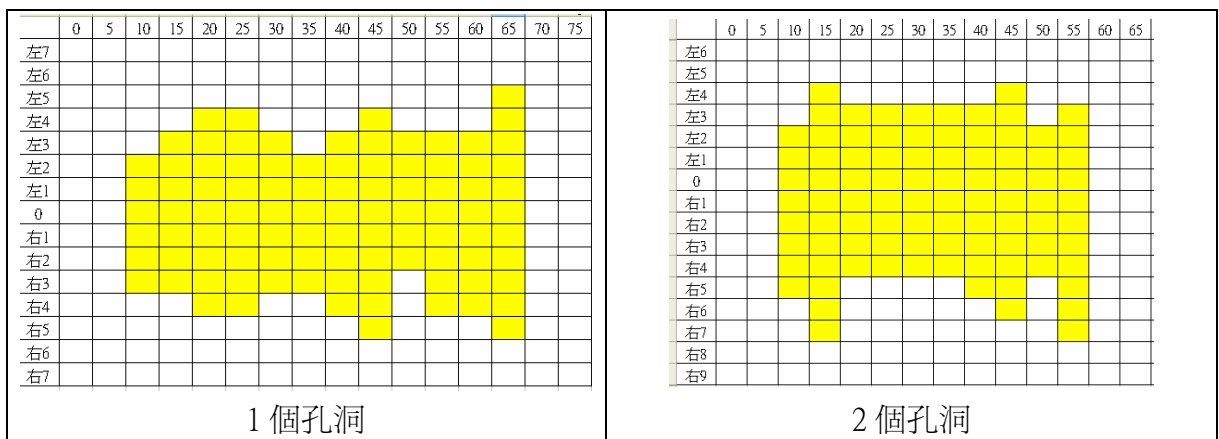
(四) 發射出的空氣以中心的威力最強大, 可到達最遠的距離。

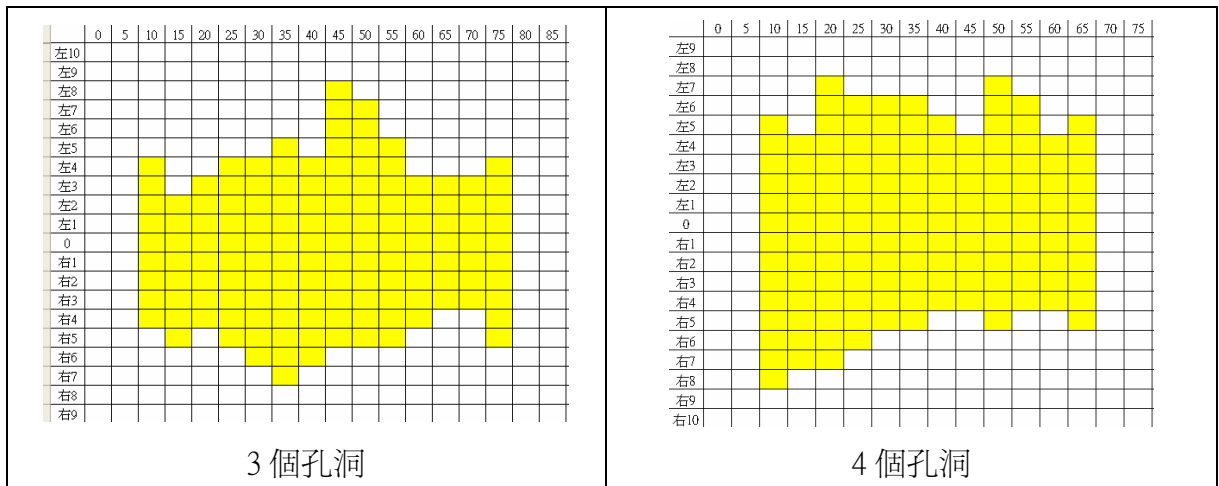
(五) 空氣炮的威力範圍末端呈現集中狀態。

### 三、【實驗二】實驗孔洞數量的多少所發射出來的威力強度所發現的結果

本實驗的研究結果如下：

(一) 發射空氣的威力範圍呈現沙漏  形狀 (如圖)。





- (二) 射出的空氣會從孔洞發散出來，孔洞越多，發射出的空氣越分散。
- (三) 3 個孔洞所發射出的威力能達到的最遠距離（如表）。

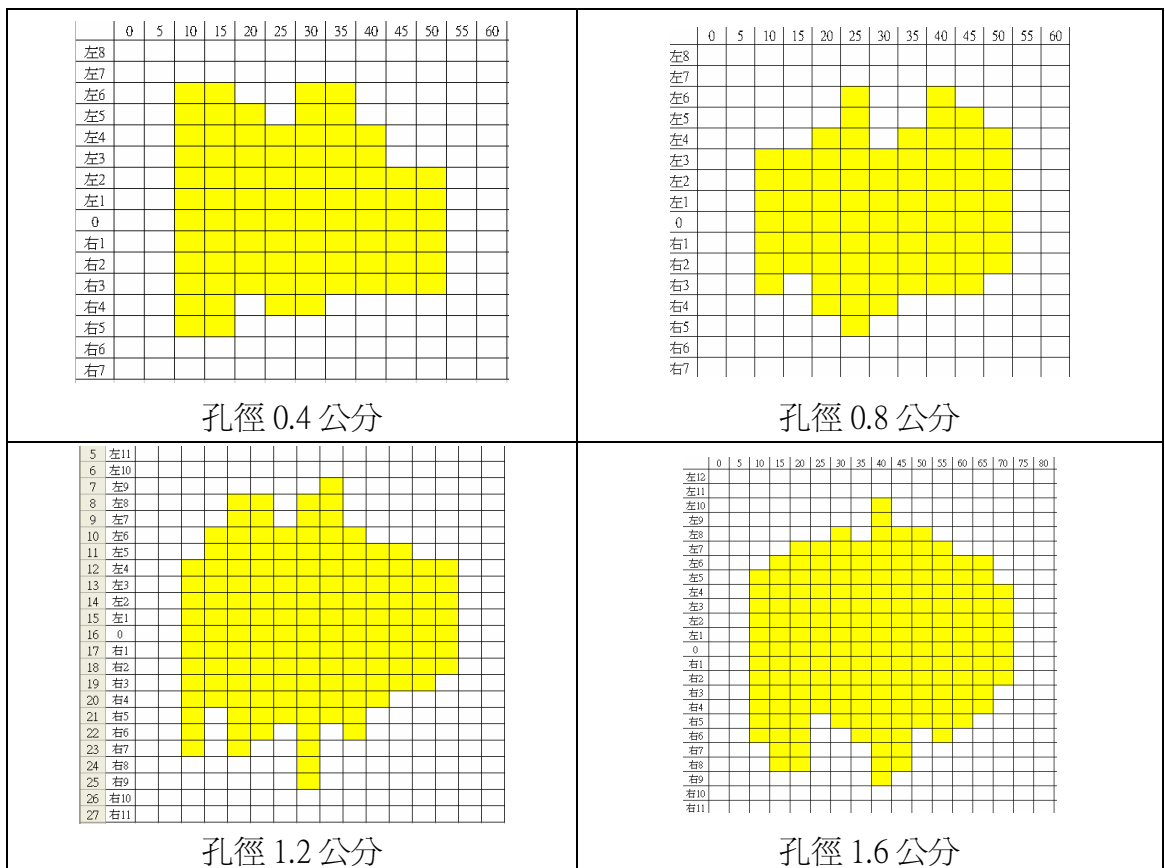
孔洞數量	1 個洞	2 個洞	3 個洞	4 個洞
最遠距離	65 公分	55 公分	75 公分	65 公分

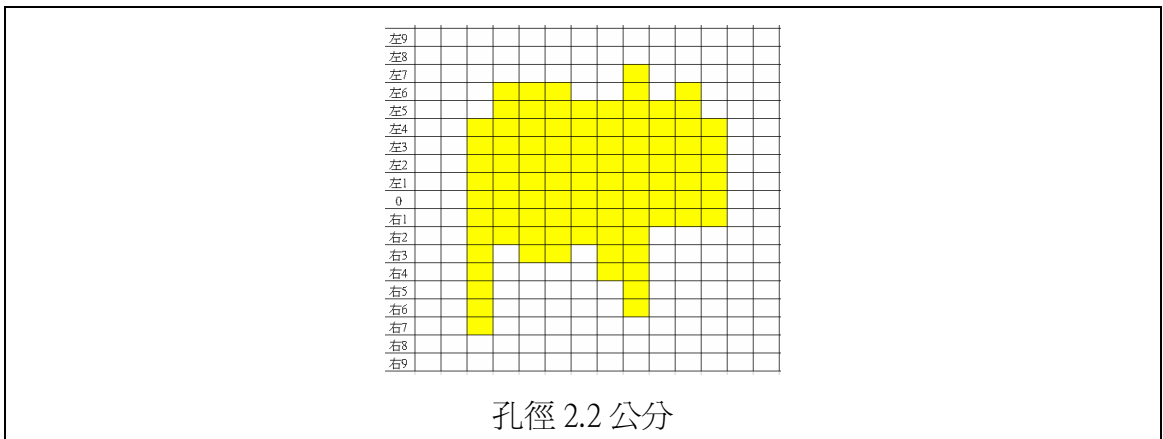
- (四) 發射出的空氣會易受擾流所影響，使得每次發射的威力波型不一樣。
- (五) 空氣炮的威力範圍末端呈現發散狀態。

#### 四、【實驗三】實驗孔徑的大小所發射出來的威力強度所發現的結果

本實驗的研究結果如下：

- (一) 發射空氣的威力範圍呈現子彈 形狀（如圖）。





(二) 孔徑在 1.6 公分時威力最強大。

(三) 孔徑在 1.6 公分時所發射出的威力能達到的最遠距離 (如表)。

孔徑大小	0.4 公分	0.8 公分	1.2 公分	1.6 公分	2.2 公分
最遠距離	50 公分	50 公分	65 公分	70 公分	55 公分

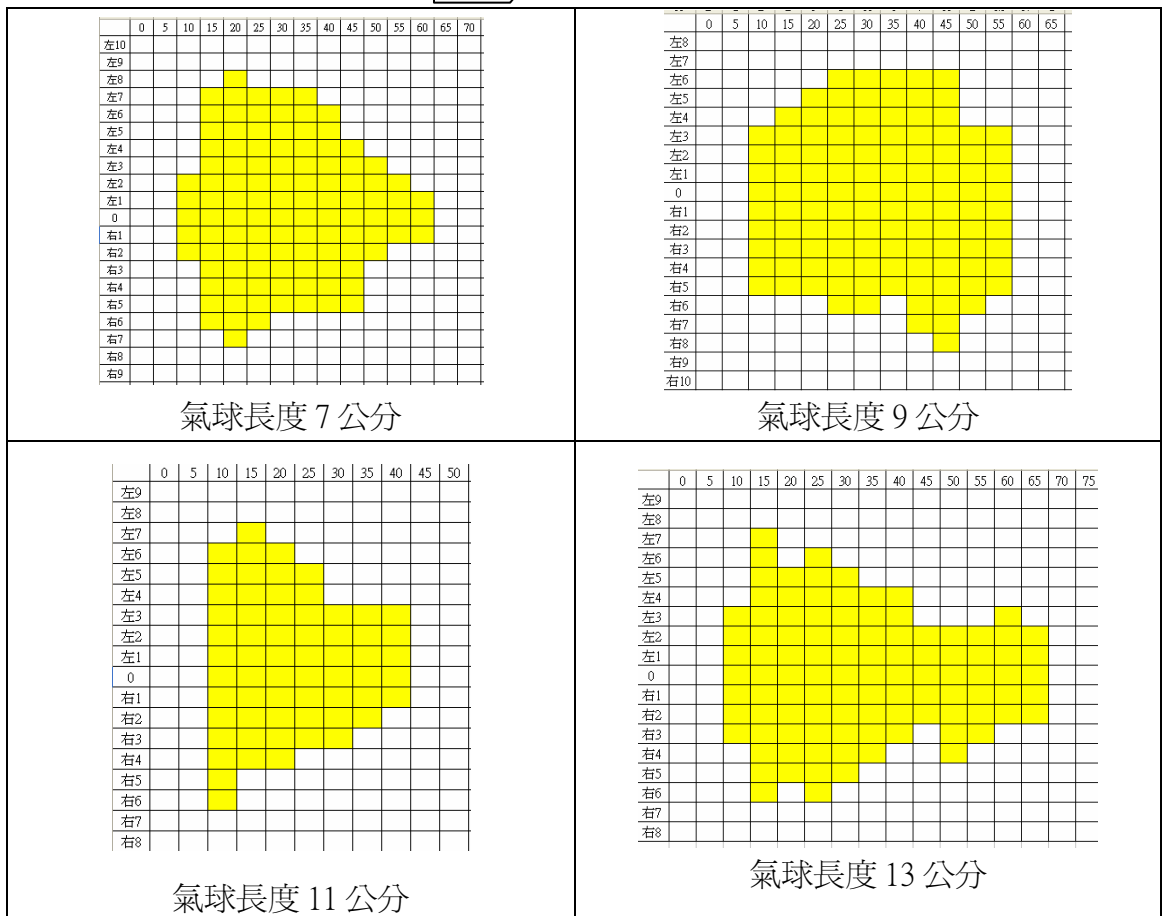
(四) 發射出的空氣會易受擾流所影響，使得每次發射的威力波型不一樣。

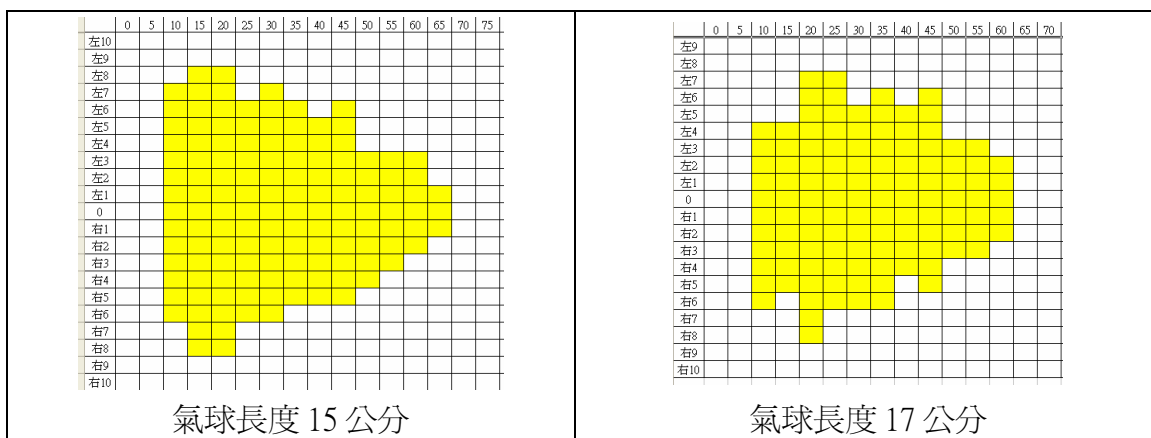
(五) 空氣炮的威力範圍末端呈現集中狀態。

#### 五、【實驗四】實驗空氣炮不同的氣球長度所發射出來的威力強度所發現的結果

本實驗的研究結果如下：

(一) 發射空氣的威力範圍呈現子彈 形狀 (如圖)。





- (二) 氣球長度在 15 公分時威力最強大。  
 (三) 氣球長度在 13、15 公分時所發射出的威力能達到的最遠距離 (如表)。

氣球長度	7 公分	9 公分	11 公分	13 公分	15 公分	17 公分
最遠距離	60 公分	55 公分	40 公分	65 公分	65 公分	60 公分

- (四) 發射出的空氣會易受擾流所影響，使得每次發射的威力波型不一樣。  
 (五) 空氣炮的威力範圍末端呈現集中狀態。

## 柒、討論

### 一、空氣炮的製作

- (一) 需使用材質較硬的寶特瓶，實驗時瓶身較不易變形，且氣球要使用彈性好的材質，才可重複性實驗、再實驗。  
 (二) 要做空氣炮必須配合坊間氣球種類及大小，例如：1000c.c.以上的寶特瓶較適合大圓型的氣球，600c.c.以下的寶特瓶較適合小圓型的氣球和大長型的氣球，200c.c.羊奶瓶較適合小圓型的氣球和小長型的氣球。

### 二、各種控制變因所產生的結果，經過小組的討論與整理歸納如下表：

控制變因	炮身長度的	孔洞數量	孔徑大小	氣球長度
實驗結果	子彈形狀	沙漏形狀	子彈形狀	子彈形狀
發射威力範圍形狀				
發射威力所能到達最遠距離	80 公分	75 公分	70 公分	65 公分
是否受到空氣擾動影響	是	是	是	是
何時威力最強大	炮身長度的為 17.6 公分	孔洞為 3 個洞	孔徑為 1.6 公分	氣球長度為 13、15 公分
發射威力範圍末端狀態	集中	發散	集中	集中

其它發現		孔洞數量越多 發射出的空氣 越分散		
------	--	-------------------------	--	--

- (一) 炮身不一定越長威力才越大，依實驗結果得知寶特瓶約 17.6 公分長，產生的威力最強大，發射威力也能到達最遠的距離。
- (二) 依實驗發現，空氣炮瓶蓋孔洞口徑固定，數量在 3 個洞時產生的威力最強大，發射威力也能到達最遠的距離，但由於孔徑較小之原因，導致發射出來的空氣威力是發散的，且孔洞數量越多發射出的空氣也就越分散。
- (三) 依實驗控制的孔徑大小，得知孔徑為 1.6 公分時，產生的威力最強大，發射威力也能到達最遠的距離。
- (四) 空氣炮的氣球長度控制在 12~14 公分時，產生的威力最強大，發射威力也能到達最遠的距離。
- (五) 實驗結果發現空氣是一種很輕的物質，容易受到外在環境的影響而產生擾動的現象。

### 捌、結論

- 一、空氣炮在不同的控制變因下，如不同的炮身長度的、孔洞數量多少、發射瓶蓋孔徑大小、不同的氣球長度等因素，發現所發射出來的威力範圍和形狀各有巧妙不同。
- 二、空氣炮的材質除了寶特瓶、塑膠外，或許可以考慮採用其他的材質，如 PVC 的軟、硬水管、PU 泡棉管等材質來做實驗。
- 三、深入探討寶特瓶空氣炮之後，發現寶特瓶空氣炮在教育方面可以運用在老師常常提到的科學遊戲上，如比賽發出的聲音大小、發射威力所能擊滅蠟燭的遠近、簡易的射擊競賽等等。
- 四、深入探討寶特瓶空氣炮之後，發現寶特瓶空氣炮所發出的聲響很大，在生活方面可以運用為創意門鈴、創意喇叭、聲音密碼傳遞等等。
- 五、經過小組討論，寶特瓶除了可以做空氣炮之外，還可以做傳聲筒、水火箭等等的科學玩具。
- 六、做完寶特瓶空氣炮之後，經過小組的討論發現在生活上其實還有很多資源可以再妥善利用於遊戲上或教育上，當作是教具和教材，如鐵罐、鋁罐、玻璃瓶等的創意設計。

### 玖、參考資料及其它

- 一、宇治美知子著（蕭志強譯）。生活科學超有趣，初版，台北縣，世茂出版社，113 頁和 117 頁，2004 年。
- 二、空氣炮影片，參考網址 [http://videos.firebox.com/v/airzooka\\_cups2.wm](http://videos.firebox.com/v/airzooka_cups2.wm)。
- 三、哆啦 A 夢勿道具，參考網址 [http://stu.wpes.tcc.edu.tw/~s87103/new\\_page\\_14.htm](http://stu.wpes.tcc.edu.tw/~s87103/new_page_14.htm)。
- 四、孩子王的寶特瓶世界，參考網址 <http://www.sonking.com.tw/>。
- 五、科學小飛俠的家，參考網址 <http://ds.k12.edu.tw/1000312645/homework/>。
- 六、康軒編輯群。康軒五下（第六冊）國小自然與生活科技領域第四單元，第三版，台北縣，康軒出版社，74 頁，2006 年。
- 七、遠哲科學趣味競賽資料庫，參考網址 <http://www.hhsh.cy.edu.tw/dean/toys/page1.php>。

**【評 語】**      080803 哆啦 A 夢的空氣炮

本作品源自自然課老師帶領的聲泡科學遊戲及哆啦 A 夢必用的道具-空氣泡。這個團隊針對空氣泡在不同的變因下，如炮身長度的，孔洞數量，發射瓶蓋孔徑，氣球長度，進行一系列的實驗。如此設置與研究，對空氣動力原理的了解頗有助益，生活上亦可作為創意門鈴及喇叭等應用。對於實驗結果若能掌握所有重要變因及更為量化之比對，則作品的可讀性將更高。