【附件二】臺北市第51屆中小學科學展覽會作品說明書封面

臺北市第51屆中小學科學展覽會

作品說明書封面

科　　別：物理科

組　　別：國小組

作品名稱：**龜派氣功-好玩的空氣砲**

關 鍵 詞：空氣、壓縮（最多3個）

編　　號：

製作說明：

1.說明書封面僅寫科別、組別、作品名稱及關鍵詞。

2.編號由臺北市立中正高中統一編列。

3.封面編排由參展作者自行設計。

臺北市科學展覽會作品說明書內容

作品名稱：龜派氣功-好玩的空氣砲

摘要

看了多拉 A 夢後，想到有關空氣砲的實驗，並探索空氣砲在不同的控制變因下，會受如不同數量孔洞的砲口、不同直徑孔洞的砲口、不同容量的砲筒等因素影響，發現所發射出來的威力會有所不同。

因此在近距離時，可以讓紙片飄動數量較多，而在遠距離時，因容量小而讓紙片飄動數減少，在遠距離時，仍然可讓紙片飄動數較多。

壹、研究動機

暑假時候，我看哆啦 A 夢的電影，在電影中，哆啦 A 夢就拿起秘密武器－空氣砲，讓我覺得空氣砲威力很大也很有趣，在之前的自然課上課的時候，老師有介紹到空氣壓縮後，能產生的力量也是很大的。為了要更詳細的了解空氣砲發射出去的原理和過程，還有空氣砲力量到底能有多大？所以進行本次研究。

貳、研究目的

我們希望透過研究空氣砲發射出去的範圍，來瞭解空氣砲到底是如何在空氣中震動和傳播，進而了解到空氣砲的奧妙之處，以下是整理出來的研究目的：

一、利用學校回收的不同寶特瓶做出各式各樣的空氣砲來完看看，瞭解那種寶特瓶適合作空氣砲。

二、探索空氣砲不同直徑孔洞的砲口所發射出來的威力強度。

三、探索空氣砲孔不同洞數量的多少所發射出來的威力強度。

四、探索空氣砲不同容量大小所發射出來的威力強度。

五、探索空氣砲不同的氣球長度所發射出來的威力強度。

我想藉由這些自製不同種類的空氣砲，來測試每種發射出去的範圍，了解哪一種空氣砲發射出去的範圍較大？

參、研究設備及器材

寶特瓶瓶蓋八個	600 毫升寶特瓶五支	氣球五個	量杯
長 11 公分*寬 1 公分紙片七十八張	長 100 公分*寬 40 公分厚紙板一片	長 100 公分 *寬 40 公分白紙一張	紙片支架一組

桿子兩支	電腦	Word 及 Excce 軟體	有照相功能手機
膠帶	鉗子	鐵釘	雙面膠膠帶
尺	記錄本	剪刀	
鉛筆	原子筆	麥克筆	

肆、研究過程或方法

一、準備實驗階段：

空氣砲的製作利用資源回收的寶特瓶，收集各種不同的大小，再去買合適的氣球來做做看，看看各式各樣的空氣砲發射威力所呈現的情形如何？並且和同組、老師討論科展題目訂為「好玩的空氣砲」，並討論這次實驗「研究動機」、「研究目的」、「研究需要設備與器材」，還有「研究過程及方法步驟」，另外設計實驗結果紀錄表。接下來利用約數天的時間討論實驗進行步驟及方法，並準備需要器材及材料，讓實驗時可以進行順利。

（一）研究步驟

1.收集的瓶子，我們收集很多種類的寶特瓶，分別切割不同大小。

2.利用氣球當作發射。

3.製作空氣砲將各式各樣的塑膠瓶及寶特瓶裁切，再用氣球黏上去，即形成簡易的空氣砲。

4.和同學一起操作空氣砲，收集結果，和老師討論

（二）過程遭遇的困難及解決方法

問題 1：氣球不容易固定？

解決方式：不同材質的寶特瓶所呈現的結果有不同，有些氣球不容易固定，需試過多種材質找出適合實驗的寶特瓶。

問題 2：同學的力道不同？

解決方式：決定要自製發射台，讓每次發射的力量保持一定。

有了以上的測試之後，經過我們小組的討論，決定了利用材質較硬的寶特瓶，準備實驗空氣砲的不同孔徑的大小、不同孔洞數量、不同瓶身容量、不同的發射長度，是否可以看出

空氣砲的威力展現情形如何，並用 Excel 簡單設計了一個記錄的表格。決定以 10 公分的距離為起點，每 5 公分實驗五次並記錄紙片震動的位置。

（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砲，接下來開始討論實驗的主題為何，因為空氣砲的構造很簡單，包含寶特瓶、瓶蓋、氣球三個部分，所以就從空氣砲本身的構造來討論操縱的變因。

第一個實驗是實驗孔徑的大小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，第三個實驗是實驗不同瓶身容量所發射出來的威力強度，每個實驗都用空氣砲不同的氣球長度所發射出來來測試威力強度。

（四）決定實驗步驟爲了讓實驗簡單化，減少實驗的誤差，大家討論了幾個注意事項：

1.先在實驗桌上架設空氣砲發射台和紙片震動座，並將門窗全部關閉以減少空氣擾流而影響實驗結果。

2.是由同一個人操作空氣砲，每次拉空氣砲發射威力所能到達的距離空氣砲左右的距離的氣球長度要固定，避免影響實驗結果的準確性。

3.利用錄影的方式來記錄並且觀察紙片震動座震動的情形。

4.是同一個人記錄紙片震動的位置，另外一個人再確認。

第二階段進行實驗：

實驗項目有製作不同砲筒的容量大小、砲口的大小及數量，製作發射台和設計觀察的支架是為了測不同空氣砲的威力及範圍。

實驗步驟：

一、製作實驗器材。

（一） 製作不同數量孔洞的砲口：用火燒紅鐵釘，以鐵釘鑽出直徑 0.8 公分孔洞，分別在四個瓶蓋上各鑽出 1 個孔洞、2 個孔洞、3 個孔洞、4 個孔洞，以製作不同孔洞數量砲口。

（二） 不同直徑孔洞的砲口：再另外製作四個瓶蓋，分別各有一個直徑 0.8 公分、1.2 公分、1.6 公分、2.2 公分的孔洞，製作成不同直徑孔洞的砲口。

（三） 製作不同容量的砲筒：選擇較硬材質、相同瓶子製作，分別將 150 毫升、250 毫升、350 毫升、450 毫升、550 毫升的水倒入五個 600 毫升寶特瓶裡，再把寶特瓶倒過來，在水平面的位置上做記號，記號來剪出各個不同容量的砲筒，並且將氣球剪成可套進砲筒的大小，並將氣球套上每個砲筒，以膠帶固定，並拉氣球試射每個砲筒。

（四） 製作發射空氣砲的砲台：先把已裁剪成長 100 公分*寬 40 公分白紙，黏貼於長 100 公分*寬 40 公分厚紙板，並且標示中心點為發射點的位子，以及各個發射點的刻

度(以 5 公分為基準，分別畫上 10 公分、15 公分、20 公分、25 公分、30 公分、35 公分、40 公分、45 公分、50 公分、55 公分、60 公分、65 公分、70 公分的刻度)。

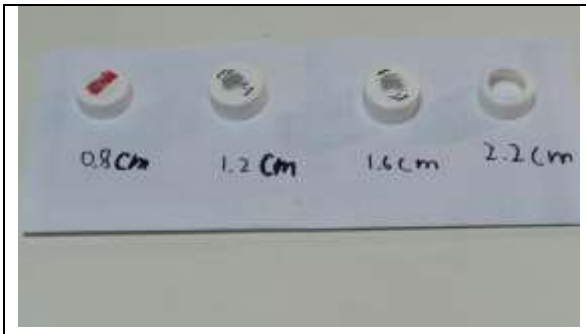
（五） 了解空氣砲發射出去的範圍及威力，接著將每張長 11 公分*寬 1 公分紙片，紙片間相隔 0.2 公分，貼於桿子上，橫向貼成 32 片一排，並於另一支桿子上，直向貼上每張長 11 公分*寬 1 公分紙片，紙片間相隔 1 公分，共 46 片，並於實驗時將桿子架於紙片支架上，並立於砲台上刻度 0 公分的位置。

第二步驟：實驗不同直徑孔洞的砲口，讓砲台上紙片飄動片數的情形。

為避免環境四周空氣流動影響紙片飄動情形，因此將實驗地點的門窗關閉，並皆由同一人操作空氣砲，拉氣球長度固定五公分，減少改變因素，避免影響數值。

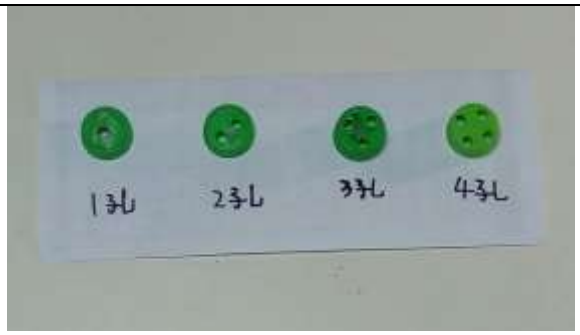
實驗時測室溫攝氏 20.1 度，先將自製砲台放在平的桌上，架上有橫向紙片桿子，再分別用直徑 0.8 公分、1.2 公分、1.6 公 分、2.2 公分的砲口裝在容量 550 毫升的砲筒上，分別在砲台上 10 公分、15 公分、20 公分、25 公分、30 公分、35 公分、40 公分、45 公分、50 公分、55 公分、60 公分、65 公分、70 公分的發射點發射，在每個發射點重複做五次，並觀察砲台

上紙片的飄動片數，且紀錄於實驗結果紀錄表。



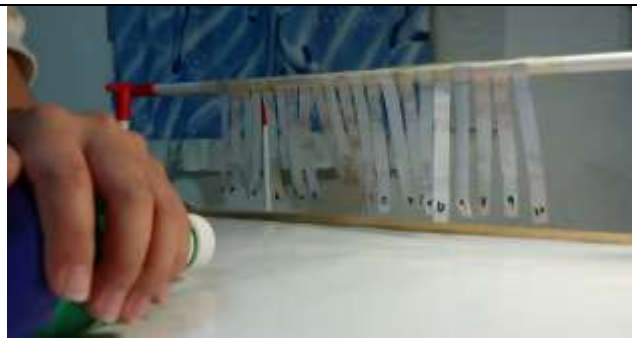
第三步驟：實驗不同數量孔洞的砲口，讓砲台上紙片飄動片數的情形。

分別將直徑 0.8 公分、不同孔洞數量砲口（1 個孔洞、2 個孔洞、3 個孔洞、4 個孔洞）裝在容量 550 毫升的砲筒上，分別在砲台上 10 公分、15 公分、20 公分、25 公分、30 公分、35 公分、40 公分、45 公分、50 公分、55 公分、60 公分、65 公分、70 公分的發射點發射，在每個發射點重複做五次，並觀察砲台上紙片的飄動片數，且紀錄於實驗結果紀錄表。



第四步驟：實驗不同容量的砲筒，讓砲台上紙片飄動片數的情形。

將直徑 2.2 公分的砲口，分別裝在容量 150 毫升、 250 毫升、350 毫升、450 毫升、550 毫升的砲筒上，接著在砲台上 10 公分、15 公分、20 公分、25 公分、30 公分、35 公分、40 公分、45 公分、50 公分、55 公分、60 公分、65 公分、70 公分的 發射點發射，在每個發射點重複做五次，並觀察砲台上紙片的飄動片數，且做紀錄。



5、第五步驟：架上有直向紙片的桿子於砲台，均在距離 30 公分處發射，先以直徑孔洞 0.8 公分、1.2 公分、1.6 公分、2.2 公分砲口，分別裝在 550 毫升砲筒，各發射

五次，並觀察砲台上紙片的飄動片數，且做紀錄。

再將 1 個孔洞、2 個孔洞、3 個孔洞、4 個孔洞砲口，裝在容量 550 毫升的砲筒上，各發射五次，並觀察砲台上紙片的飄動片數，且做紀錄。最後將直徑 2.2 公分砲口裝於容量 150 毫升、 250 毫升、350 毫升、450 毫升、550 毫升砲筒上 ，於距離 30 公分發射點上，各發射五次，並觀察砲台上紙片的飄動片數，且做紀錄。

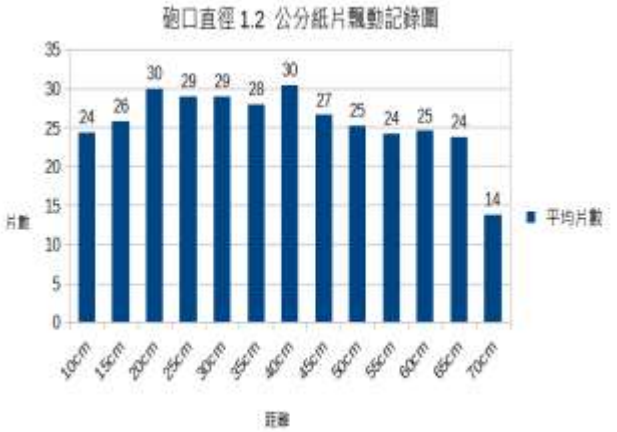
<table>
<tr>
<td> </td>
<td> </td>
</tr>
</table>

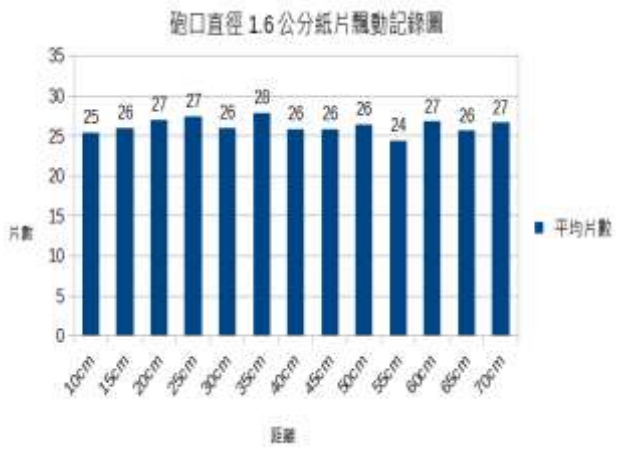
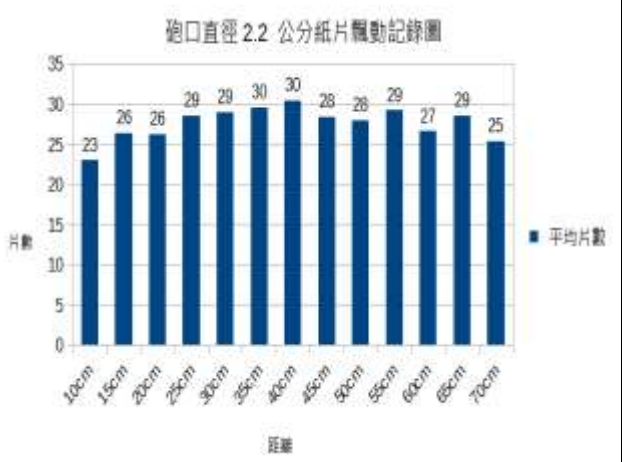
伍、研究結果

一、不同直徑孔洞的砲口實驗觀察結果：

（一）用容量 550 毫升的砲筒，裝上不同直徑孔洞的砲口，砲口直徑分別是 0.8 公分、1.2 公分、1.6 公分、2.2 公分。

（二）將實驗結果紀錄製成下圖-「不同直徑孔洞砲口紙片飄動記錄圖」:

<table>
<tr>
<td>
</td>
<td> 
</td>
</tr>
<tr>
<td>砲口直徑 0.8 公分</td>
<td>砲口直徑 1.2 公分</td>
</tr>
</table>

	
砲口直徑 1.6 公分	砲口直徑 2.2 公分

圖一 不同直徑孔洞砲口紙片飄動記錄圖

（三）觀察結果：

1、0.8 公分砲口，在砲台距離 55 公分之前，讓紙片飄動只有 25 片左右，遠距離讓紙片紙片飄動只有 20 片。

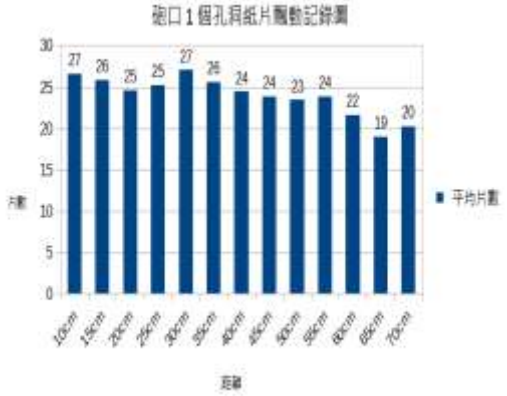
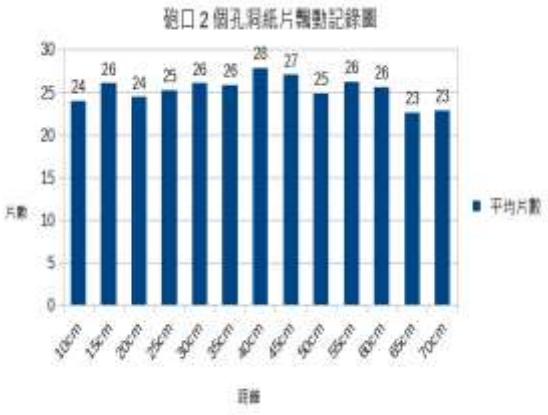
2、1.2 公分、1.6 公分砲口，均可讓紙片飄動 25 片以上。

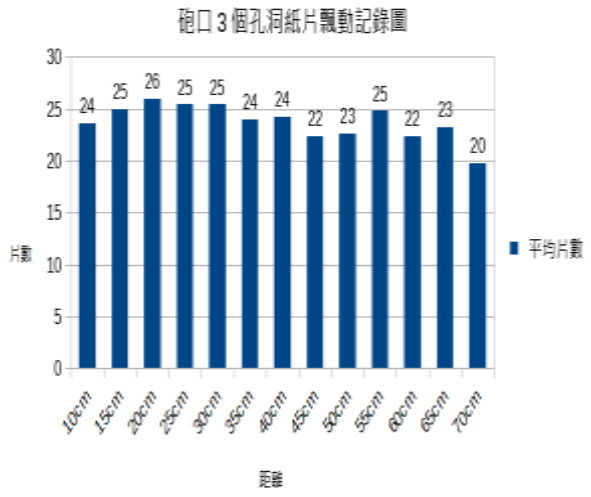
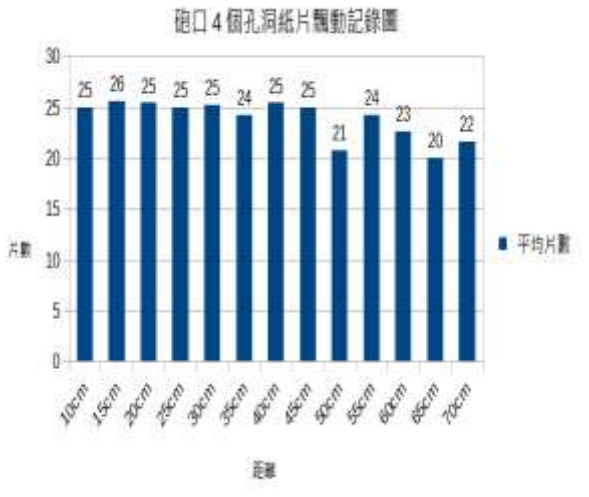
3、直徑 2.2 公分砲口，在 10 公分到 70 公分處，可讓紙片飄動的數量 25 片以上，甚至接近 30 片。

二、不同孔洞數量的砲口實驗觀察結果：

（一）用容量 550 毫升的砲筒，裝上直徑 0.8 公分、不同孔洞數量砲口，孔洞數量分別是 1 個孔洞、2 個孔洞、3 個孔洞、4 個孔洞。

（二）將實驗結果紀錄製成下圖-「不同孔洞數量砲口紙片飄動記錄圖」：

	
砲口 1 個孔洞	砲口 2 個孔

	
砲口 3 個孔洞	砲口 4 個孔洞

圖二 不同孔洞數量砲口紙片飄動記錄圖

(三)觀察結果：

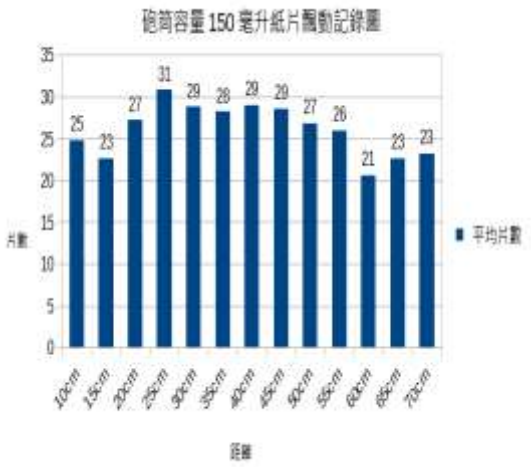
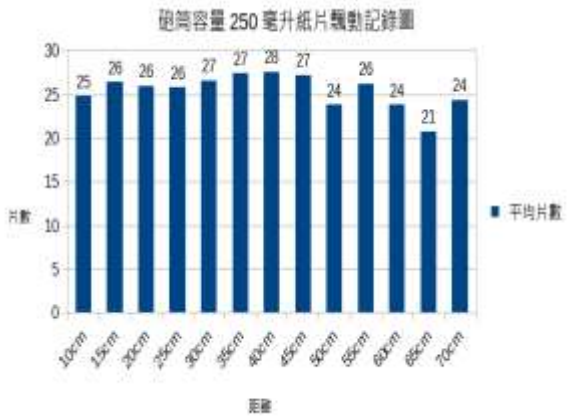
1.1 孔及 2 孔砲口，在 10 公分到 50 公分處，可讓紙片飄動的數量 25 片以上。

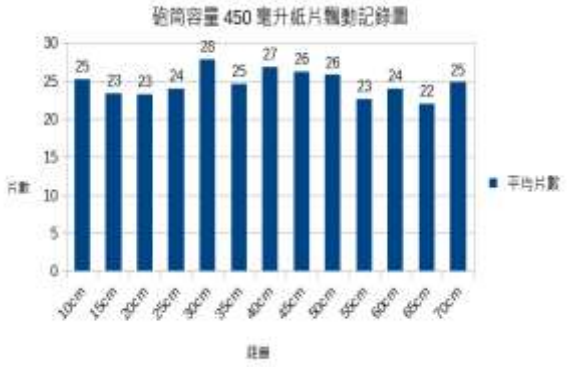
2.3 孔及 4 孔砲口，在 10 公分到 50 公分處，讓紙片飄動的數量 25 片，60 公分到 70 公分處紙片，讓紙片飄動的數量在 25 片以下。

三、不同容量的砲筒實驗觀察結果：

（一）用砲口直徑 2.2 公分，裝在不同容量的砲筒，容量分別是 150 毫升、250 毫升、350 毫升、450 毫升、550 毫升。

（二）將實驗結果紀錄製成下圖-「不同容量砲筒紙片飄動記錄圖」：

	
砲筒容量 150 毫升	砲筒容量 250 毫升

	
砲筒容量 350 毫升	砲筒容量 450 毫升
砲筒容量 550 毫升	

圖三 不同容量砲筒紙片飄動記錄圖

(三)觀察結果：

1.150 毫升砲筒，在砲台 20 公分到 55 公分處，可讓紙片飄動的數量 25 片以上，但 60 公分以後，紙片飄動 23 片以下。

2.250 毫升、 350 毫升、450 毫升、550 毫升砲筒，在 20 公分到 55 公分處 可讓紙片飄動的 數量 25 片以上。

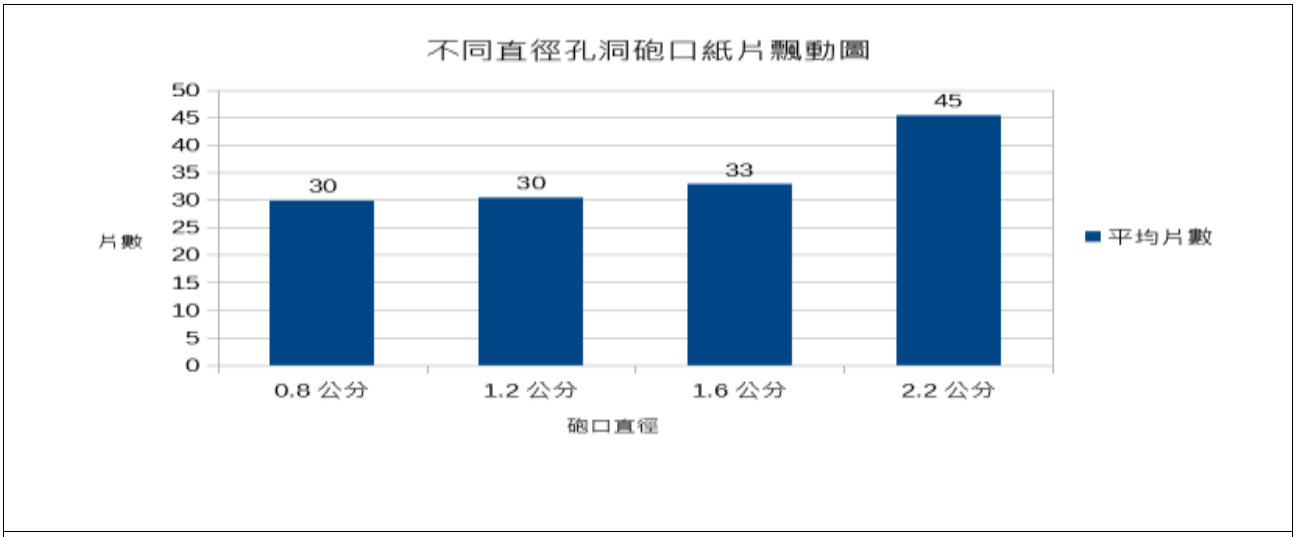
3.550 毫升砲筒，在 55 到 70 公分處，仍可維持 25 片以上。

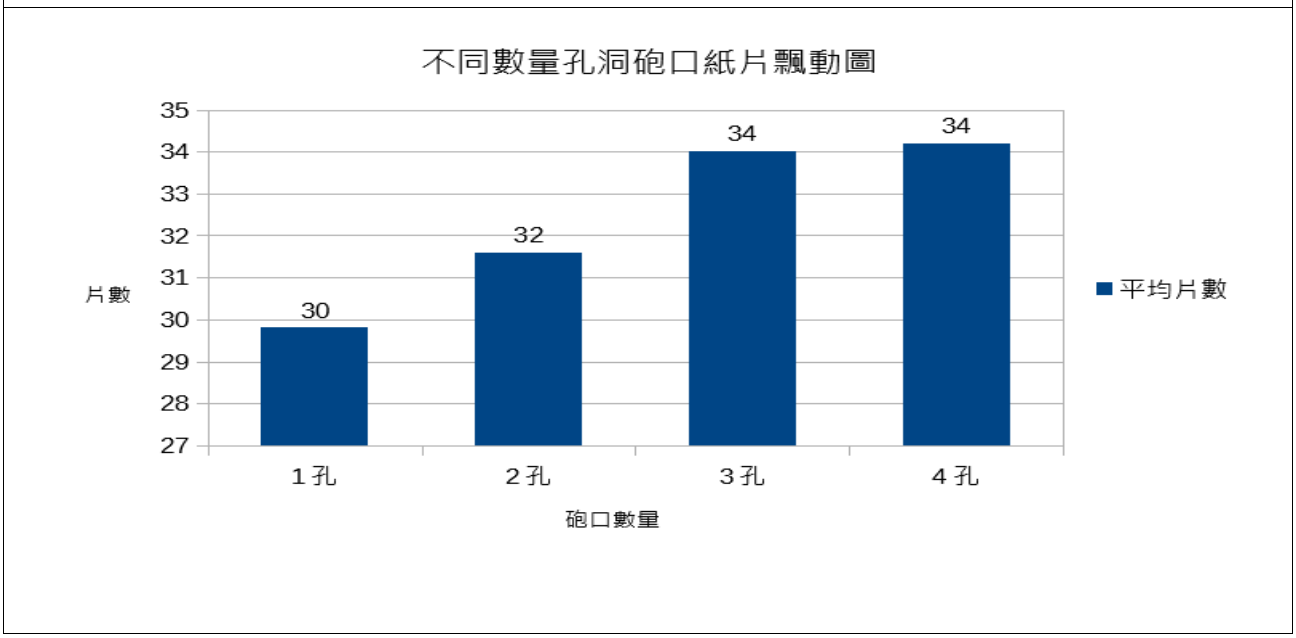
四、直向紙片砲台實驗結果：

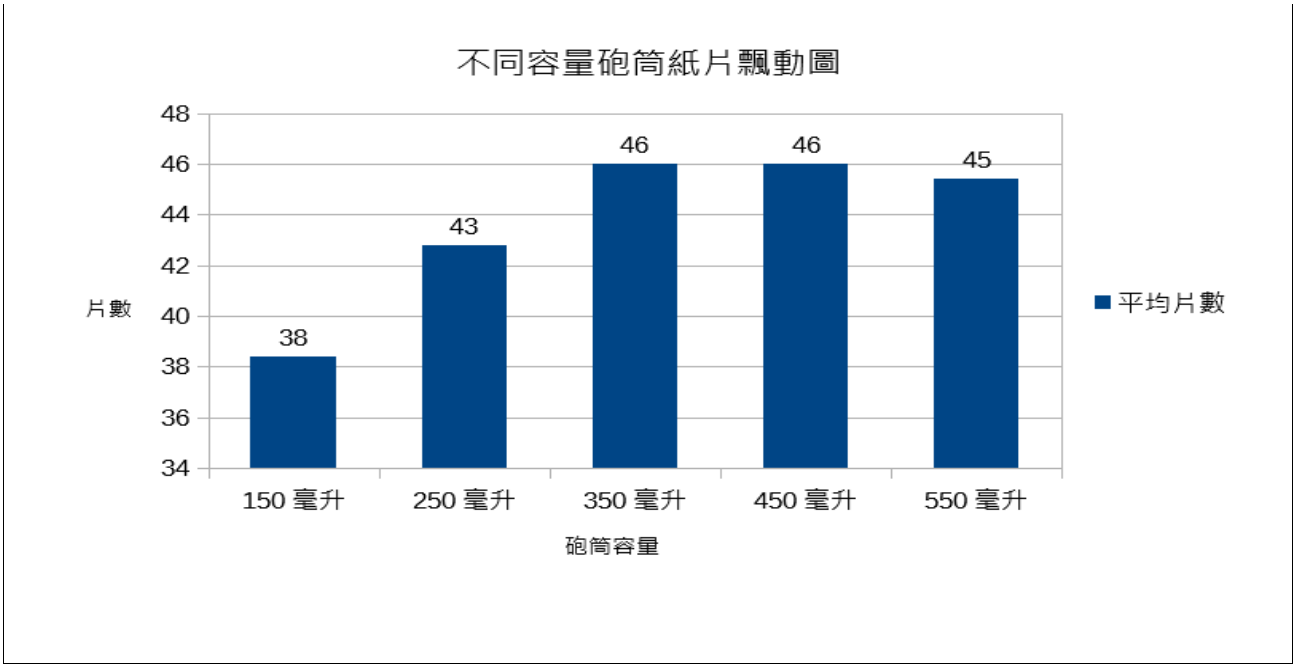
（一）架上有直向紙片的桿子於砲台，在距離 30 公分處發射，比較不同直徑孔洞砲口、數量孔洞砲口、不同容量砲筒的實驗結果。先將直徑孔洞 0.8 公分、1.2 公分 、1.6 公分、2.2 公分砲口，分別裝在 550 毫升砲筒，各發射一次。再將 1 個孔洞、2 個孔洞、3 個孔洞、

4 個孔洞砲口，裝在容量 550 毫升的砲筒上，各發射一次。最後將直徑 2.2 公分砲口裝於容量 150 毫升、 250 毫升、350 毫升、450 毫升、550 毫升砲筒上 ，於距離 30 公分發射點上，各發射五次，並觀察砲台上紙片的飄動片數，且做紀錄。

（二）將實驗結果製成以下直條圖-「不同直徑孔洞砲口紙片飄動圖」、「不同數量孔洞砲口紙片飄動圖」、「不同容量砲筒紙片飄動圖」:







(三)觀察結果：

1、不同直徑孔洞砲口的實驗中，直徑 2.2 公分砲口，讓直向紙片飄動的數量為 45 片，直徑 0.8 公分及直徑 1.2 公分砲口，讓紙片飄動的數量為 30 片。

2、不同數量孔洞砲口的實驗中，砲口數量 1 孔，讓直向紙片飄動的數量為 30 片，砲口數量 2 孔，讓紙片飄動的數量為 32 片，砲口數量 4 孔及 3 孔，讓紙片飄動的數量為 34 片。

3、不同容量砲筒的實驗中，150 毫升砲筒，讓紙片飄動的數量 38 片，250 毫升砲筒，讓紙片飄動的數量均為 43 片，350 毫升及 450 毫升砲筒，讓紙片飄動的數量均為 46 片，550 毫升砲筒，讓紙片飄動的數量 45 片。

陸、討論

一、哪種寶特瓶適合作空氣砲？

在實驗時，利用學校回收的不同寶特瓶做出各式各樣的空氣砲，瞭解發現部分的寶特瓶材質太軟，無法順利套上氣球，容易有縫隙，之後選擇較硬的寶特瓶來做實驗。

二、不同直徑孔洞砲口的空氣砲，那一種發射出去的範圍較大、威力最強？

根據實驗結果我們發現不同直徑孔洞砲口，砲口直徑最大者 2.2 公分，紙片飄動較多，可達 25 片以上，甚至接近 30 片，在砲台距離最遠 70 公分處，仍可使紙片飄動數量較多。也就是能發射範圍距離比其他直徑孔洞砲口遠。

三、不同孔洞數量砲口的空氣砲，那一種發射出去的範圍較大、威力最強？

在不同孔洞數量砲口方面，1 孔及 2 孔砲口，可讓紙片飄動的數量 25 片以上，4 個孔洞的

砲口，在遠距處，讓紙片飄動的數量減少，在 25 片以下，依實驗記錄圖型來看較分散，力量無法集中。

四、不同容量的空氣砲，那一種發射出去的範圍較大、威力最強？

在不同容量的砲筒實驗控制中，150 毫升砲筒，在 20 公分到 55 公分處 可讓紙片飄動的數量 25 片以上，但 60 公分以後，紙片飄動降至 23 片以下，而 250 毫升、 350 毫升、450 毫升、550 毫升砲筒， 在 20 公分到 55 公分處，可讓紙片飄動的數量 25 片以上。550 毫升砲筒，在 55 到 70 公分處仍可維持 25 片以上。砲筒容量較大者，使紙片飄動數量較多，範圍威力較大。

五、不同的空氣砲在直向紙片砲台上，那一種發射出去的威力最強？

砲口較大者直徑 2.2 公分砲口，讓直向紙片飄動的數量為 45 片，砲口數量 4 孔及 3 孔，讓紙片飄動的數量為 34 片，砲筒容量 350 毫升及 450 毫升砲筒，讓紙片飄動的數量均為 46 片，550 毫升砲筒，讓紙片飄動的數量 45 片。

六、空氣砲在不同的氣球長度所發射出來的威力強度有何不同？

實驗過程中，雖然皆為同一人操作空氣砲，但仍可能有拉氣球的力量不一致，而導致空氣被壓縮的力量不一樣，根據參考資料空氣被擠壓、空氣流動力量越大，讓紙片飄動數量越多，在討論後決定拉氣球長度固定五公分。

柒、結論

一、空氣砲在不同的控制變因下，會受如不同數量孔洞的砲口、不同直徑孔洞的砲口、不同容量的砲筒等因素影響，發現所發射出來的威力會有所不同。

根據參考資料及實驗結果發現空氣砲砲口直徑最大者 2.2 公分，因為發射的範圍較大，空氣可以迅速擠壓出去，所以能發出較強的氣流砲口，而 4 個孔洞者，空氣砲力量比較分散，容量體積較大的砲筒，550 毫升，能容納較多的空氣，形成一股強大的氣流，威力較大。

150 毫升容量小，發射出去的空氣速度較快，讓空氣不會很快散掉，因此在近距離時，可以讓紙片飄動數量較多，而在遠距離時，因容量小而讓紙片飄動數減少，相反的 550 毫升容量較大，在遠距離時，仍然可讓紙片飄動數較多。

二、什麼樣的材料適合做空氣砲？

製作空氣砲必須要一個可被壓縮的密閉空間，這樣才能把空氣擠壓出來，所以塑膠類、紙類、鋼鐵類、甚至竹筒等都可以，在這次實驗中選擇寶特瓶是因為可以廢物利用，在本次實驗觀察到的科學原理是：「空氣的存在」、「空氣可以被壓縮」。

三、生活應用：

（一）藉由這次實驗，發現可製作一些科學遊戲，例如空氣砲發射的威力能滅掉燭火的多寡、射擊遊戲等。

（二）在生活上也可以發現空氣被壓縮的應用，例如彈力球、液化噴霧罐等生活用品。

捌、參考資料及其他

一、網頁（查詢關鍵字：空氣砲、空氣可以被壓縮）

（一）哆啦 A 夢的空氣砲 ，http://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/47/elementary/080803.pdf，查詢日期：2017 年 7 月 28 日。

（二）龜派「氣」功～空氣砲 ，http://science.cyc.edu.tw/upfile/science102/work_files/12550290380901.pdf，查詢日期：2017 年 7 月 26 日。

（三）拉拉衝氣砲 ，http://elearn.gdjh.tc.edu.tw/old-gdjh/sdvote/y97/html/app9702.htm，查詢日期：2017 年 8 月 1 日。

（四）空氣和風空氣可以被擠壓，http://plog.hlps.tc.edu.tw/post/56/6216，查詢日期：2017 年 9 月 11 日。

二、書籍：

（一）看不見的空氣， 自然與生活科技 三上（民 106），台北：康軒出版社，查詢日期：2017 年 9 月 11 日。