

# 屏東縣第 60 屆國中小學科學展覽會

## 作品說明書

科 別：物理

組 別：國小

作品名稱：胡蘿蔔袖珍大砲

關 鍵 詞： 空氣砲、角度、胡蘿蔔

編號：A2015

# 胡蘿蔔袖珍大砲

## 摘要

空氣雖然看不見，摸不著，利用擠壓空氣，縮小空氣體積來發射「胡蘿蔔袖珍大砲」，即是先用前砲彈和後砲彈堵住砲管兩端，利用推桿的力量將後砲彈強行的向前壓縮砲管內的空氣體積，能瞬間將前砲彈發射出去。

在課本實驗中得知，影響袖珍大砲發射的距離的因素包括：砲管的材質、砲管發射的角度、空氣被壓縮的量、發射者施加壓力的大小等。

這次我們想要了解砲彈厚度是否會影響大砲的射程，所以以胡蘿蔔為砲彈素材，並將其切成不同的厚度去進行實驗，實驗得知厚度為 1 公分胡蘿蔔砲彈配上發射角度為 45 度角的射程最遠，發射過程中會發出響亮「啵」聲且有煙霧出現，發射者推進的力道在發射的瞬間要快狠準，造成瞬間的空氣擠壓，讓胡蘿蔔砲彈能快速射出。

## 壹、研究動機




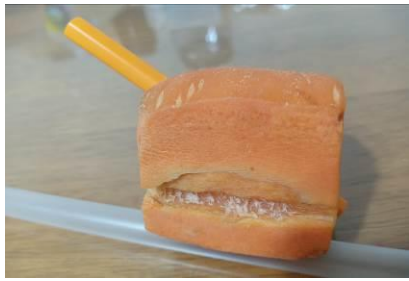





在三年級上學期自然與生活科技課程(康軒版的)第三單元是看不見的空氣，活動三空氣和風的應用單元中，是用吸管塞紙團，用口吹的方式去發射紙團，學生當下有發現這樣進行實驗，吸管很容易漏氣，也發現使用紙團當砲彈，發射距離不遠，後來試過改用原子筆管當砲管，利用橘子皮當砲彈發射器，射程有比之前使用吸管和紙團時遠，但因橘子皮厚度差異不大，當時沒有想到其他日常生活的材料可以當成適合的砲彈，藉由這次實驗讓學生使用不同厚度的胡蘿蔔塊當砲彈，從實做中對空氣的特性有更深刻的了解。

## 貳、研究目的

- 一、以不同材質的砲管做大砲實驗，哪一種材質的砲管能射程比較遠？
- 二、以不同材質的砲彈做大砲實驗，哪一種材質的砲彈能射程的比較遠？
- 三、以不同的發射角度做大砲實驗，哪一種發射角度能射程比較遠？
- 四、以不同厚度胡蘿蔔片砲彈做大砲實驗，哪一種厚度胡蘿蔔砲彈能射程比較遠？

## 參、研究設備及器材

粗吸管、普通吸管、原子筆管、原子筆管製的大砲、600ml 礦泉水及運動飲料的寶特瓶、紙團、橘子皮、胡蘿蔔塊、捲尺。

研究設備及器材		
		
粗吸管	普通吸管	原子筆管
		
原子筆管製的大砲	600ml 運動飲料寶特瓶	600ml 礦泉水寶特瓶
		
捲尺	橘子皮	胡蘿蔔塊

## 肆、研究過程或方法

一、以不同材質的砲管做大砲實驗，哪一種材質的砲管能射程比較遠？

(一)研究方法

- 1.收集 600ml 礦泉水及運動飲料的寶特瓶、粗吸管、普通吸管、原子筆管，洗淨並陰乾。

2.為了符合各容器大小不同的口徑，選擇可改變形狀的橘子皮，厚度約 0.3 公分來當砲彈。

3.砲彈以印壓方式取得以符合口徑。

4.使用吸管及原子筆管時，頭尾兩側均裝砲彈使用筷子由尾部往前推。

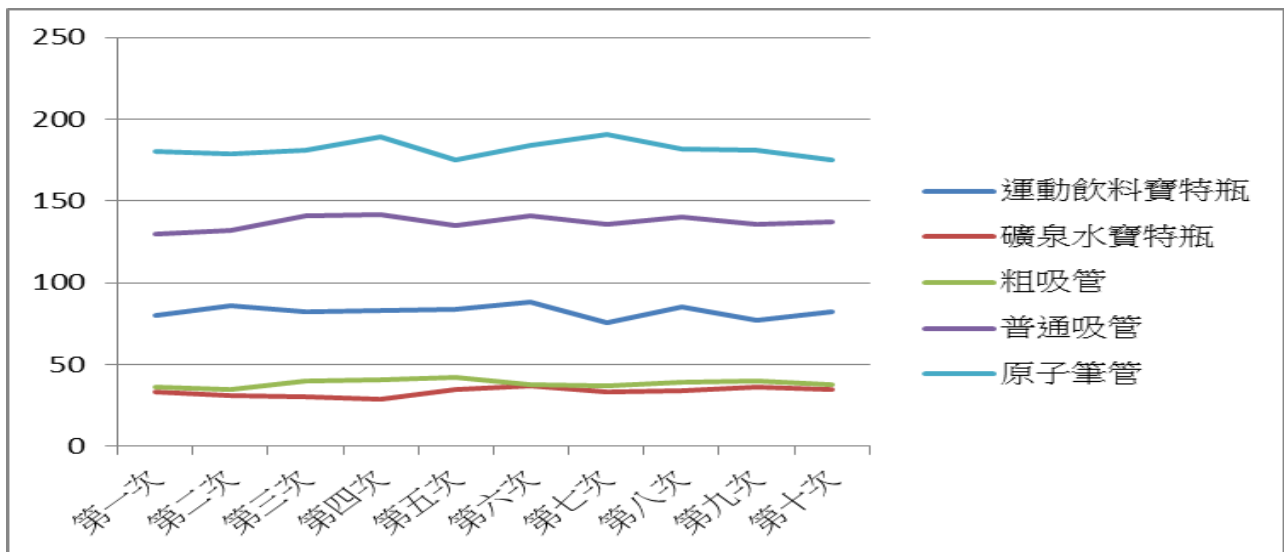
5.使用容器時，用力擠壓容器使砲彈射出，測量並記錄射出的距離。

6.用捲皮尺測量並紀錄發射的遠近。(如表一)

7.將發射遠近的測量結果繪成折線圖。(如圖一)

實驗一（表一）（射出距離 單位：公分）

砲管	次數										平均
	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次	第七次	第八次	第九次	第十次	
運動飲料寶特瓶	80	86	82	83	84	88	76	85	77	82	82.3
礦泉水寶特瓶	33	31	30	29	35	37	33	34	36	35	33.3
粗吸管	36	35	40	41	42	38	37	39	40	38	38.6
普通吸管	130	132	141	142	135	141	136	140	136	137	137
原子筆管	180	179	181	189	175	184	191	182	181	175	181.7



實驗一（圖一）（縱軸為射出距離 單位：公分）

實驗一之研究照片



600ml 運動飲料寶特瓶壓橘子皮



600ml 運動飲料寶特瓶發射橘子皮



600ml 礦泉水寶特瓶壓橘子皮



600ml 礦泉水寶特瓶發射橘子皮



粗吸管壓橘子皮



粗吸管發射橘子皮

實驗一之研究照片



普通吸管壓橘子皮



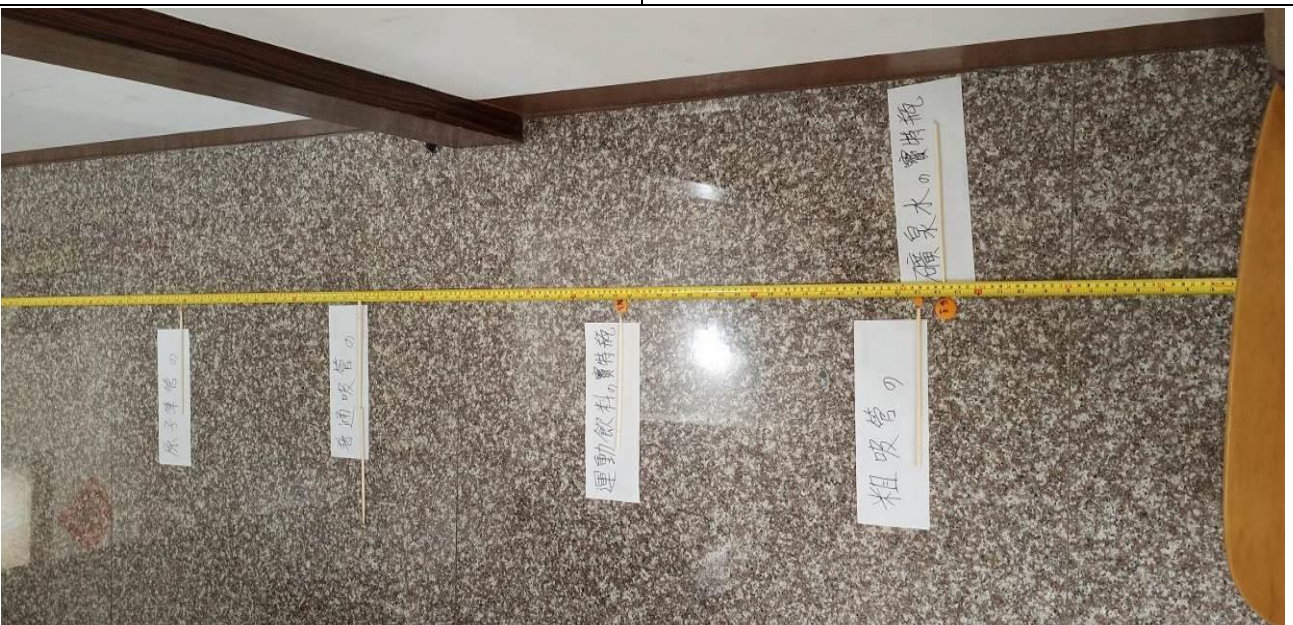
普通吸管發射橘子皮



原子筆管壓橘子皮



原子筆管發射橘子皮



600ml 礦泉水及運動飲料的寶特瓶、粗吸管、普通吸管、原子筆管的平均距離

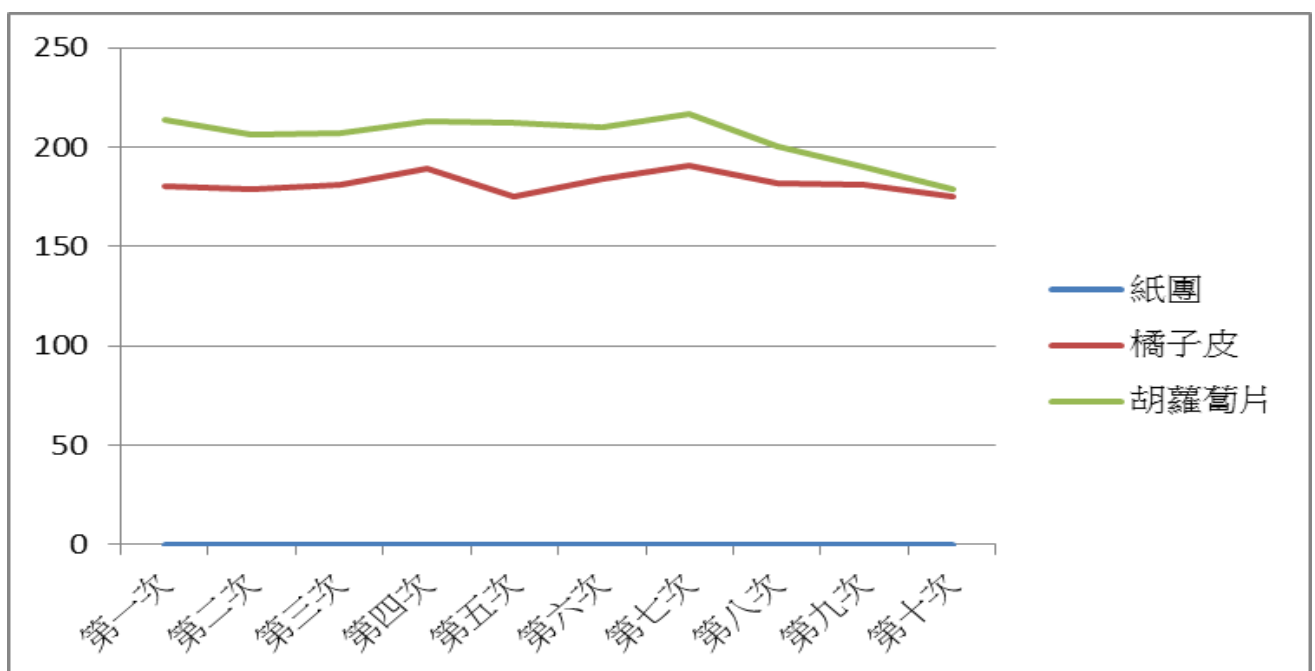
二、以不同材質的砲彈做大砲實驗，哪一種材質的砲彈能射程的比較遠？

(一)研究方法

- 1.發射前先將紙團、橘子皮、胡蘿蔔片三種為砲彈，發射空氣砲，測量發射距離。
- 2.橘子皮、胡蘿蔔片厚度皆為 0.3 公分，紙團也盡量塞成相同厚度。
- 3.砲管長為 10 公分、砲管為原子筆管的空氣砲，推桿皆為筷子的空氣砲。
- 4.固定由一位同學發射，固定在 44 公分高的椅子平射，發射 10 次。
- 5.用捲皮尺測量並紀錄發射的遠近。(如表二)
- 6.將發射遠近的測量結果繪成折線圖。(如圖二)

實驗二（表二）（射出距離 單位：公分）

砲彈	次數										平均
	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次	第七次	第八次	第九次	第十次	
紙團	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
橘子皮	180	179	181	189	175	184	191	182	181	175	181.7
胡蘿蔔片	214	206	207	213	212	210	217	200	190	179	204.8



實驗二（圖二）（縱軸為射出距離 單位：公分）

實驗二之研究照片



44 公分高的椅子平射



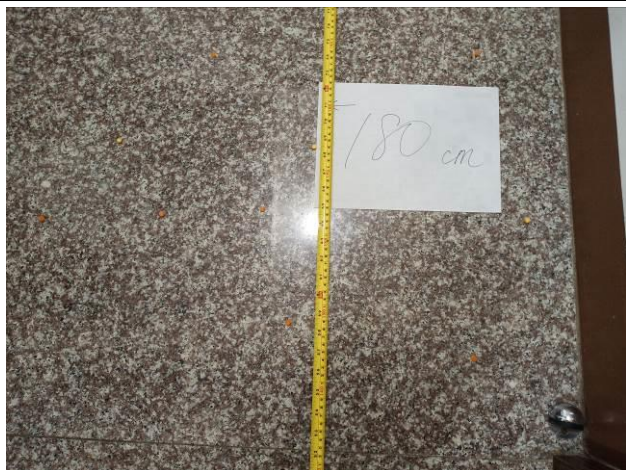
紙團厚度皆為 0.3 公分



橘子皮厚度皆為 0.3 公分



胡蘿蔔片厚度皆為 0.3 公分



橘子皮落點位置



胡蘿蔔片落點位置



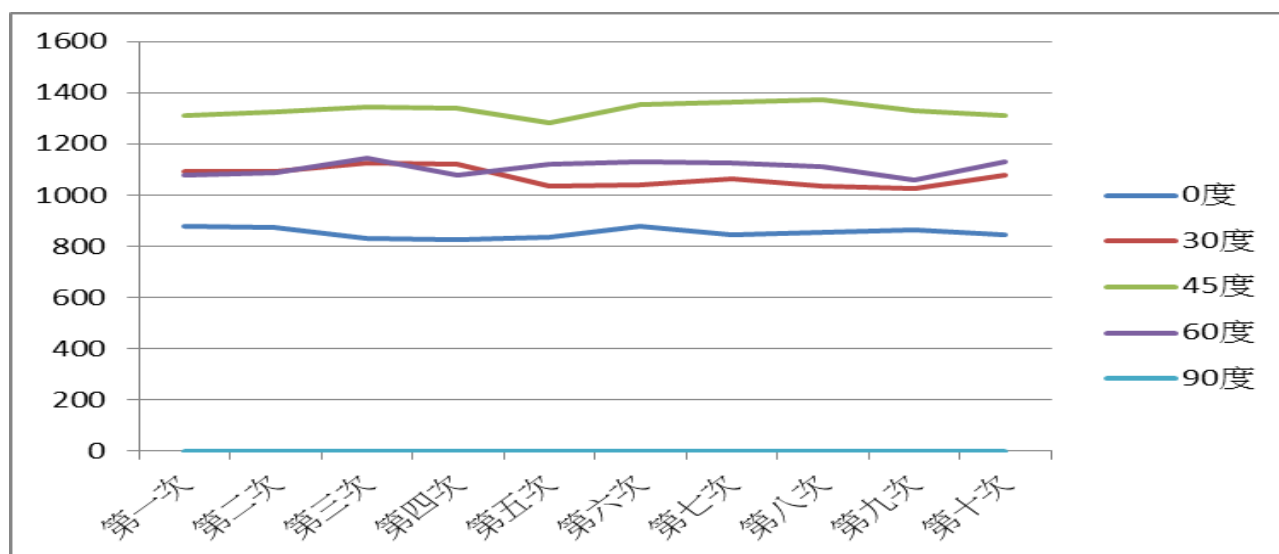
### 三、以不同的發射角度做大砲實驗，哪一種發射角度能射程比較遠？

#### (一)研究方法

- 1.實驗發射角度為 0 度、30 度、45 度、60 度、90 度的砲管。
- 2.厚度胡蘿蔔片的砲彈為 1 公分。
- 3.砲管長為 10 公分、砲管為原子筆管的空氣砲，推桿皆為筷子的空氣砲。
- 4.固定由一位同學發射，在 48 公分高的椅子，進行各種角度的發射，發射 10 次。
- 5.用捲皮尺測量並紀錄發射的遠近。(如表三)
- 6.將發射遠近的測量結果繪成折線圖。(如圖三)

實驗三 (表三) (射出距離 單位：公分)

次數 角度	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次	第七次	第八次	第九次	第十次	平均
0度	880	875	833	825	835	877	845	855	865	845	853.5
30度	1090	1091	1126	1122	1035	1040	1065	1033	1027	1080	1070.9
45度	1311	1324	1345	1340	1280	1355	1365	1371	1332	1310	1333.3
60度	1077	1088	1143	1080	1120	1131	1125	1110	1060	1128	1106.2
90度	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



實驗三 (圖三) (縱軸為射出距離 單位：公分)

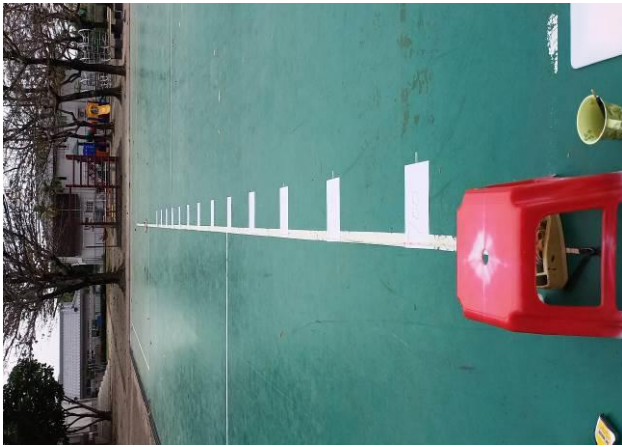
實驗三之研究照片



48 公分高的椅子發射平台



胡蘿蔔片厚度皆為 1 公分



發射場地布置



不同角度的大砲



0 度角的落點位置(平射)

實驗三之研究照片



30 度角的落點位置



45 度角的落點位置



60 度角的落點位置



90 度角的落點位置

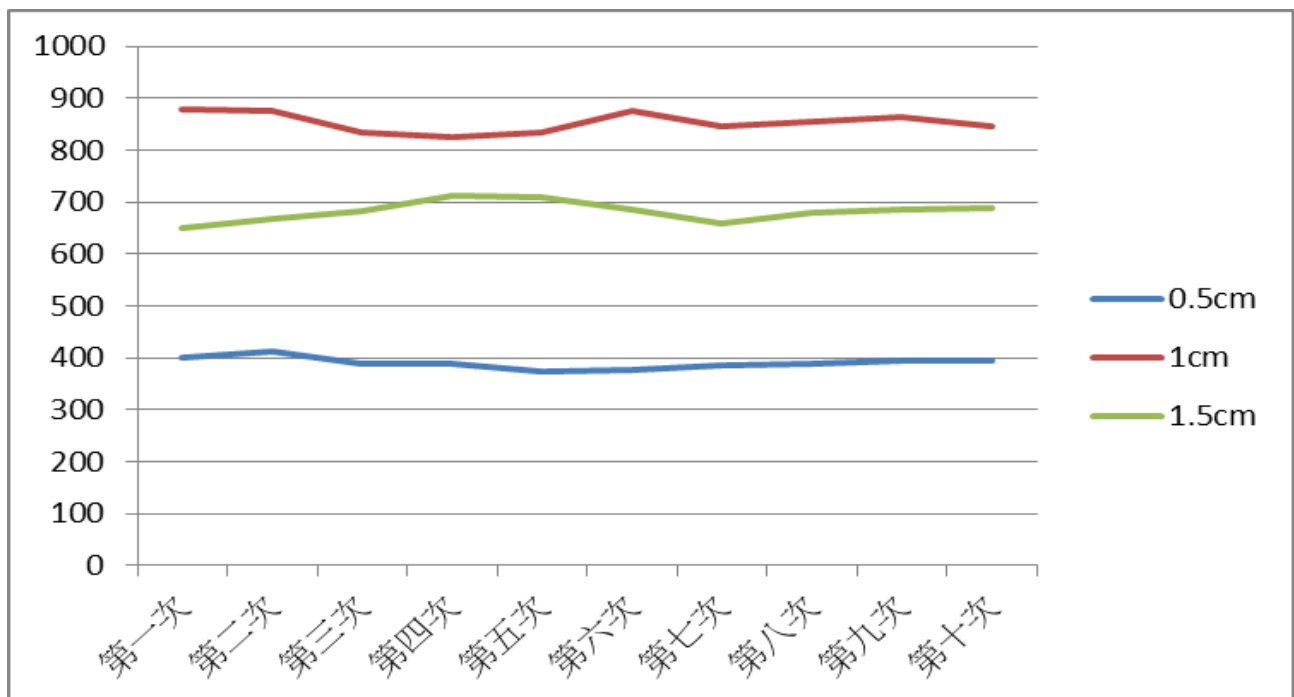
四、以不同厚度胡蘿蔔片炮彈做大砲實驗，哪一種厚度胡蘿蔔炮彈能射程比較遠？

(一)研究方法

- 1.實驗不同厚度胡蘿蔔片片的砲彈，各為 0.5 公分、1 公分、1.5 公分厚度的砲彈。
- 2.砲管長為 10 公分、砲管為原子筆管的空氣砲，推桿皆為筷子的空氣砲。
- 3.固定由一位同學發射，在 48 公分高的椅子，平射，發射角度為 0 度，發射 10 次。
- 4.用捲皮尺測量並紀錄發射的遠近。(如表四)
- 5.將發射遠近的測量結果繪成折線圖。(如圖四)

實驗四 (表四) (射出距離 單位：公分)

厚度 \ 次數	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	第六次	第七次	第八次	第九次	第十次	平均
0.5cm	402	413	388	390	375	377	385	388	396	394	390.8
1cm	880	875	833	825	835	877	845	855	865	845	853.5
1.5cm	650	667	682	712	709	685	659	680	686	690	682



實驗四 (圖四) (縱軸為射出距離 單位：公分)

問題三之研究照片



48 公分高的椅子發射平台



胡蘿蔔片厚度為 0.5 公分



胡蘿蔔片厚度為 1 公分



胡蘿蔔片厚度為 1.5 公分



胡蘿蔔片厚度為 0.5 公分落點位置

問題四之研究照片



胡蘿蔔片厚度為 1 公分落點位置



胡蘿蔔片厚度為 1.5 公分落點位置

## 伍、研究結果

### 一、以不同材質的砲管做大砲實驗，哪一種材質的砲管能射程比較遠？

#### (一)研究結果

- 1.運動飲料寶特瓶瓶身較硬不易擠壓，用橘子皮壓出砲彈，砲彈易掉落，容易漏氣，且方向容易偏離。
- 2.礦泉水寶特瓶瓶身較軟不易擠壓，用橘子皮壓出砲彈，砲彈易掉落，容易漏氣，且方向容易偏離。
- 3.粗吸管兩端直接用管子壓出砲彈，推桿皆為筷子的空氣砲，砲彈使用橘子皮易掉落，容易漏氣，吸管的內壁較光滑，射出距離較短。
- 4.普通吸管兩端直接用管子壓出砲彈，推桿皆為筷子的空氣砲，吸管的內壁較光滑，射出距離不遠。
- 5.原子筆管兩端直接用管子壓出砲彈，推桿皆為筷子的空氣砲，原子筆管填裝砲彈快速又方便，故後面的實驗均使用原子筆管。
- 6.使用橘子皮當砲彈時，偶爾會因漏氣而發射不出去，因此我們想要找出最適合當砲彈的材料。

### 二、以不同材質的砲彈做大砲實驗，哪一種材質的砲彈能射程的比較遠？

#### (一)研究結果

- 1.經過實驗測量後，直接塞紙團，因為筆管口徑比較小，紙團不好塞，容易漏氣，不好發射，失敗率極高，很難發射。
- 2.用橘子皮發射，兩端直接用管子壓出砲彈，直接發射，好取得，距離較近，有時會漏氣，失敗率不高。
- 3.用胡蘿蔔切成與橘子皮相同厚度約 0.3 公分發射，兩端直接用管子壓出砲彈，直接發射，胡蘿蔔好取得，射程距離較遠，幾乎不會漏氣，成功機率幾乎百分百。

### 三、以不同的發射角度做大砲實驗，哪一種發射角度能射程比較遠？

#### (一)研究結果

- 1.空氣砲發射角度，平射 0 度，發射後砲彈水平射出後，大多落在 850 公分 左右的

位置，砲彈的落點接近。

2.空氣砲發射角度，斜角 30 度，發射後砲彈呈現較低拋物線，大多落在 1100 公分左右的位置。

3.空氣砲發射角度，斜角 45 度，發射後砲彈呈現穩定的拋物線，大多落在 1340 公分左右的位置。

4.空氣砲發射角度，斜角 60 度，發射後砲彈呈現較低拋物線，大多落在 1100 公分左右的位置。

5.空氣砲發射角度，向上 90 度，發射後砲彈都會往上射出後，大多落在發射點附近。

6.發射結果，空氣砲發射角度，斜角 45 度，射程最遠。

四、以不同厚度胡蘿蔔片砲彈做大砲實驗，哪一種厚度胡蘿蔔砲彈能射程比較遠？

(一)研究結果

1.厚度為 0.5 公分的胡蘿蔔片砲彈，砲彈厚度及重量較輕，所以射程距離最短。

2.厚度為 1 公分的胡蘿蔔片砲彈，砲彈厚度及重量最適合，所以射程距離最遠。

3.厚度為 1.5 公分的胡蘿蔔片砲彈，砲彈厚度及重量逐漸加大，所以射程距離又逐漸縮短。

4.原子筆砲管的空氣砲，厚度為 1 公分的胡蘿蔔片砲彈，堵住兩端管口，砲彈飛出力量強，落點最遠。

## 陸、討論

一、不同砲管材質的空氣砲，哪一種材質發射比較遠？

從 600ml 礦泉水及運動飲料的寶特瓶、粗吸管、普通吸管、原子筆管各種的材質的砲管，發現寶特瓶在按壓的過程中，容易擠壓變形，造成失敗率極高，很不適合當砲管；吸管的內管壁比較光滑，在壓橘子皮砲彈的過程中，容易出現漏氣或橘子皮滑動不易發射的狀況，最適合是原子筆管，雖然小，可是橘子皮較不易脫落，發射過程也是失敗率較低。



二、以不同材質的砲彈做大砲實驗，哪一種材質的砲彈能射程的比較遠？

在使用原子筆管當砲管的狀態下，操作紙團時，在塞入過程中，比較不好塞入，也容易產生漏氣的現象，不是一個好的砲彈材質；利用橘子皮可以輕易壓出砲彈，失敗率也不高，是一個方便的砲彈，但在操作過中，也有一定的失敗率；利用胡蘿蔔片當砲彈，可控制砲彈的厚薄程度，胡蘿蔔比較紮實，所以壓出的砲彈大多能緊密的貼合砲管，是這三項中，最適合的材質。

三、以不同的發射角度做大砲實驗，哪一種發射角度能射程比較遠？

在角度的實驗中，先在椅子上再發射各種的角度，發現 30 度及 60 度距離大多差不多，以斜角 45 度，最遠，90 度的向上大多落在原地。

四、以不同厚度胡蘿蔔片砲彈做大砲實驗，哪一種厚度胡蘿蔔砲彈能射程比較遠？

因為砲管為 10 公分長的原子筆筆管，壓出不同厚度胡蘿蔔片的砲彈，各為 0.5 公分、1 公分、1.5 公分厚度的砲彈，結果發現 1 公分厚度壓出的前後砲彈，能射出最遠的距離。

## 柒、結論

一、空氣雖然看不見，摸不著，卻又可以占滿任意的空間，空氣可以被壓縮，課本裡利用針筒擠壓橡皮擦，進行空氣的壓縮，壓下後，空間體積縮小會讓裡面的空氣互相擠壓，產生壓力，當手放開針筒後，針筒回到原來位置，胡蘿蔔袖珍大砲是空氣砲，也就是利用空氣的可壓縮的原理，把空氣擠壓到一定的壓力，當過了一定的壓力，堵住的前砲彈承受不住壓力，就會被射出去。

二、本次實驗發現影響空氣砲發射的距離包括：空氣砲的材質，空氣壓縮量、發射者的壓力大小、發射角度、砲彈種類等。

三、在挑選砲管時，常見的原子筆筆管，比寶特瓶或塑膠吸管來的穩定及好用，雖然只有 10 公分長，學生掌握度上比較適合，管徑也很適合，只要一支竹筷子就可以當推桿，讓小學生操作很方便，空氣砲的效果也很棒！

四、砲彈的材質方面，課本提到的橘子皮受限於季節，果皮的厚度，都無法有太多的變化

及應用，所以我們最後挑選了胡蘿蔔這項材料，因為它便宜，一年到頭都有，取得很方便，也可以依據需求去切出想要的厚度，紅色的胡蘿蔔也可以清楚的觀察飛行的軌跡及動線。

五、雖然由相同的小朋友來推動發射，希望能有穩定的推壓，但誤差仍比較大，只能觀察大量的落點來評估飛行的距離，以達實驗目的。

六、將胡蘿蔔切成不同厚度的砲彈來發射，以不同角度進行發射，發現斜角 45 度，能射出最遠的距離。

七、將胡蘿蔔切成不同厚度的砲彈來發射，以每 0.5 公分當級距，作為厚度的變因，來進行發射，胡蘿蔔切片大多能達到誤差在 0.1 公分左右，如要進行更精細的切片，可能會有較大的困難。最後，也發現厚度 1 公分左右的胡蘿蔔切片的砲彈，飛行距離最遠。

八、在測量不同厚度的砲彈時，發現室內平射距離，已達 1000 公分左右，發現砲彈在發射的時候，會產生巨大的衝擊力，不可對著人有發射的動作，避免產生危險，也因為如此，所以將不同角度的炮擊，移到戶外空曠的地方進行試驗。

九、結合本次實驗的各種條件，利用 10 公分長的原子筆筆管當砲管，結合 45 度角的胡蘿蔔大砲基座，1 公分厚度的胡蘿蔔片當砲彈，製作出胡蘿蔔袖珍大砲，讓小小的胡蘿蔔飛行了 1340 公分的距離，藉由這個簡單的空氣砲裝置，了解到空氣力學的趣味，增加對科學探索的興趣。

## 捌、參考資料及其他

一、康軒編輯群(民 103)。國小自然與生活科技第五冊。新北市：康軒。

二、梅期光(民 100)。認識科展的第一本書-科展完全攻略。新北市：書泉。

三、梅期光創意科學實驗室一飛沖天的壓力飛箭(民 102 年 3 月 27 日)。未來少年。民 102 年 3 月 27 日，取自：<https://www.youtube.com/watch?v=Fg1b70Goe08>