

中華民國第四十三屆中小學科學展覽會參展作品專輯

國小組

物理科

科別：物理科

組別：國小組

作品名稱：咻——看！誰射得遠？

關鍵詞：壓力、空氣槍、發射

編號：080117

學校名稱：

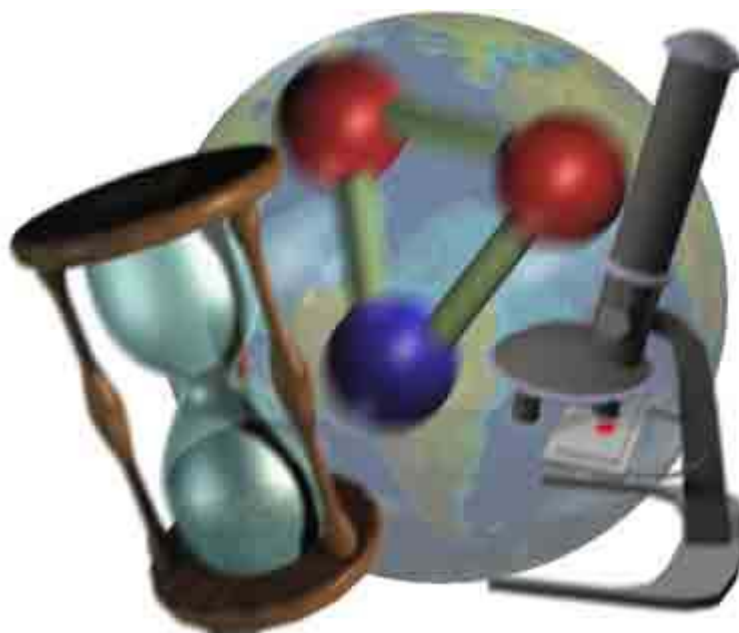
台北市大同區永樂國民小學

作者姓名：

賴怡安、廖奕嘉、許芳毓、謝佳伶

指導老師：

郭怡君、徐儷月



摘要

本作品係由學生課堂上操作「力的傳播」實驗，課餘之暇引發而出的疑問及興趣，以設計出能射得最遠的空氣槍，所進行的科學探究活動。

首先找出最適合的槍管及子彈，為嚴格的控制各項變因，設計了「發射裝置台」以輔助實驗，接下來分別探討子彈重量、發射口徑、發射角度、發射高度及壓縮空氣量與發射距離的關係。結果發現：空氣槍要射得遠需符合以下六個因素，即子彈與管口需密合、發射口徑窄、子彈重量輕、發射角度為 45° 、發射高度高、空氣量大。

壹、研究動機



在六年級上學期自然課本（國立編譯館版本）中，第三單元是「**巧妙的用力**」，其中有一部分談的是**力的傳遞**。課本上說：如果把針筒吸滿了水，用力壓縮它，就是一支水槍了。而且還要我們嘗試著去改良它，使這支水槍能噴得更高更遠。我們就想：如果針筒裡不是裝水而是裝上子彈，不就是空氣槍了嗎？光想就覺得有趣極了！因此我們開始動手實驗，到底要怎麼做，才能讓空氣槍射得遠？

貳、研究目的

- 一、 探討何種容器適合當空氣槍的容器。
- 二、 探討何種材料適合當空氣槍的子彈。
- 三、 探討子彈重量與發射距離的關係。
- 四、 探討發射口徑的寬窄與發射距離的關係。
- 五、 探討發射角度與發射距離的關係。
- 六、 探討發射高度與發射距離的關係。

七、 探討壓縮的空氣量與發射距離的關係。

參、 文獻探討

「壓力」是單位面積承受的力。國際單位規定：每一平方公尺承受一牛頓的力，稱爲一「帕」〈Pa〉。依此單位，一標準大氣壓〈1atm〉爲 1013 帕，其大小約爲每平方公分上面承受一公斤重下壓的力。

根據 17 世紀的英國物理學家波以耳發現的氣體壓縮定律，即爲「波以耳定律」，說明密閉容器內的體積，它的壓力會隨著容器體積的變化而改變：容器體積變大時，氣體壓力就變小；容器體積變小時，氣體壓力就變大。

肆、 研究器材

60ml 的注射針筒、木製發射器、原子筆管、空膠水瓶、寶特瓶、空鋁箔包飲料、珍珠奶茶吸管、普通吸管、黏土、衛生紙、橘子皮、捲尺、量角器。



伍、 研究過程方式及結果

實驗一：找出適合當空氣槍管的容器。

實驗方法

1. 收集市面上 5 種常見容器和 2 種吸管，洗淨並陰乾。
2. 爲了符合各容器大小不同的口徑，我們選擇可改變形狀的橘子皮當子彈。
3. 子彈以印壓方式取得以符合口徑。

4. 使用吸管時，頭尾兩側均裝子彈使用竹棒由尾部往前推
5. 使用容器時，用力擠壓容器使子彈噴出，測量並記錄噴出的距離。

實驗結果

容器種類	注射針筒	鋁箔包飲料	寶特瓶	粗吸管	普通吸管	原子筆管	空膠水瓶
實驗結果	子彈安裝快速又方便，有刻度可觀察	射出時可清晰聽到「啵」的一聲，但子彈填裝較不方便	要很用力才能將子彈擠出，方向也偏了許多	使用起來還算方便，但非常容易漏氣	比粗吸管不好拿，也會漏氣	筆管短而不太方便握穩，方向長偏得很厲害	雖是塑膠瓶身，但擠壓時也很費力，尤其不容易裝上子彈

發現

1. 空膠水瓶和寶特瓶不易擠壓，子彈有容易掉落的現象，且方向容易偏離。
2. 吸管的射程不遠且不好拿。
3. 注射針筒安裝子彈快速又方便，且有刻度方便觀察，又因針筒越大越易使用大，因此以下的實驗均使用 60ml 注射針筒進行。
4. 使用橘子皮當子彈時，偶爾會因漏氣而發射不出去，因此我們想要找出最適合當子彈的物質。

實驗二：找出適合當作注射針筒空氣槍子彈的材料。

實驗方法

1. 選用黏土、紙、橘子皮三種可變形材質當子彈。
2. 黏土壓成厚 0.5 公分扁平狀，和橘子皮相同，都以按壓方式取得子彈。
3. 紙則揉成直徑 0.4 公分的小紙團，塞入注射口。
4. 將注射針筒活塞拉至 60ml，裝好子彈，平放在高 50cm 的板凳上，用力推出去。
5. 測量並記錄子彈噴出的距離。

實驗結果

子彈種類	黏土子彈	紙彈	橘子皮子彈
實驗結果	很少漏氣 材質密度均勻 可隨意改變形狀	漏氣情形嚴重 材質密度不均勻 可隨意改變形狀	偶爾會漏氣 材質密度不均勻 無法增加其厚度

發現

1. 雖然橘子皮子彈射得很遠，但容易有漏氣現象，不是理想的子彈材質。
2. 黏土子彈漏氣的現象很少，且材質密度均勻，因此以下的實驗均使用黏土當子彈。
3. 使用針筒時容易移動，因此我們以連接管設計了一個裝置，固定針筒，易於觀察。

註 1：設計實驗裝置

原形一：連接管部分原本使用空氣，因為氣體有可壓縮性，力量的傳遞不完整，此項變因跟空氣槍本身無關，應該嚴格控制其不確定性，因此考慮用其他物質代替空氣。

原形二：連接管部分改以水當傳導的媒介，力的傳遞較為完整，以下實驗均以此裝置進行實驗。

實驗三：不同重量的子彈與發射距離的關係。

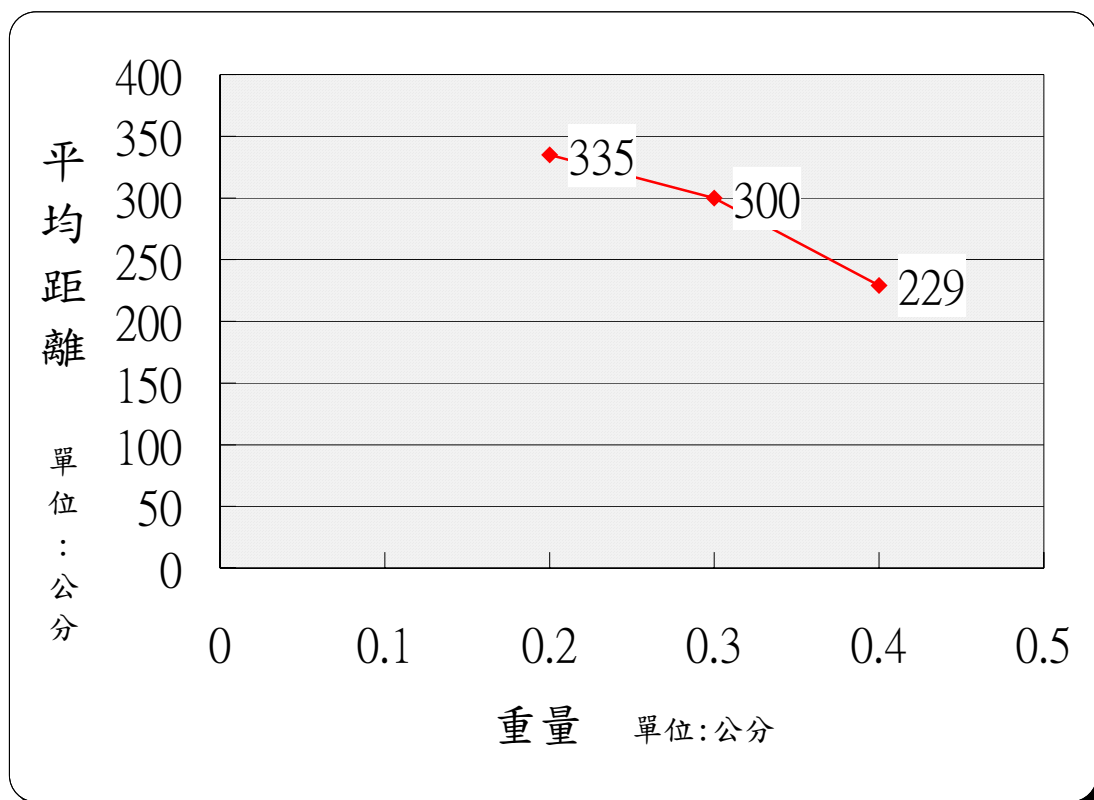
實驗方法

1. 將黏土壓成不同厚度的圓形，按壓黏土形成子彈，測量子彈重量，分別需要重 0.2 公克、0.3 公克和 0.4 公克的子彈。
2. 將口徑 0.4cm，總容量 60ml 注射筒裝好子彈，放在裝置台上（裝置台距離地板 50 cm），按壓裝置使其發射。
3. 測量並記錄發射的距離。

實驗結果

（原始資料見附件：表 1）

重量（公克）	0.2	0.3	0.4
距離（公分）	335.2	300.4	229



發現

1. 子彈越重，發射的距離越短。
2. 使用口徑 0.4cm 針筒，當子彈超過 0.4 公克重，子彈的長度變得很長，方向容易偏離，因此不予採用。
3. 因為子彈越重飛得越穩定，因此下面實驗使用重 0.5 公克的子彈，但不使用 0.4cm 口徑的注射筒。

實驗四：不同口徑的發射口與發射距離的關係。

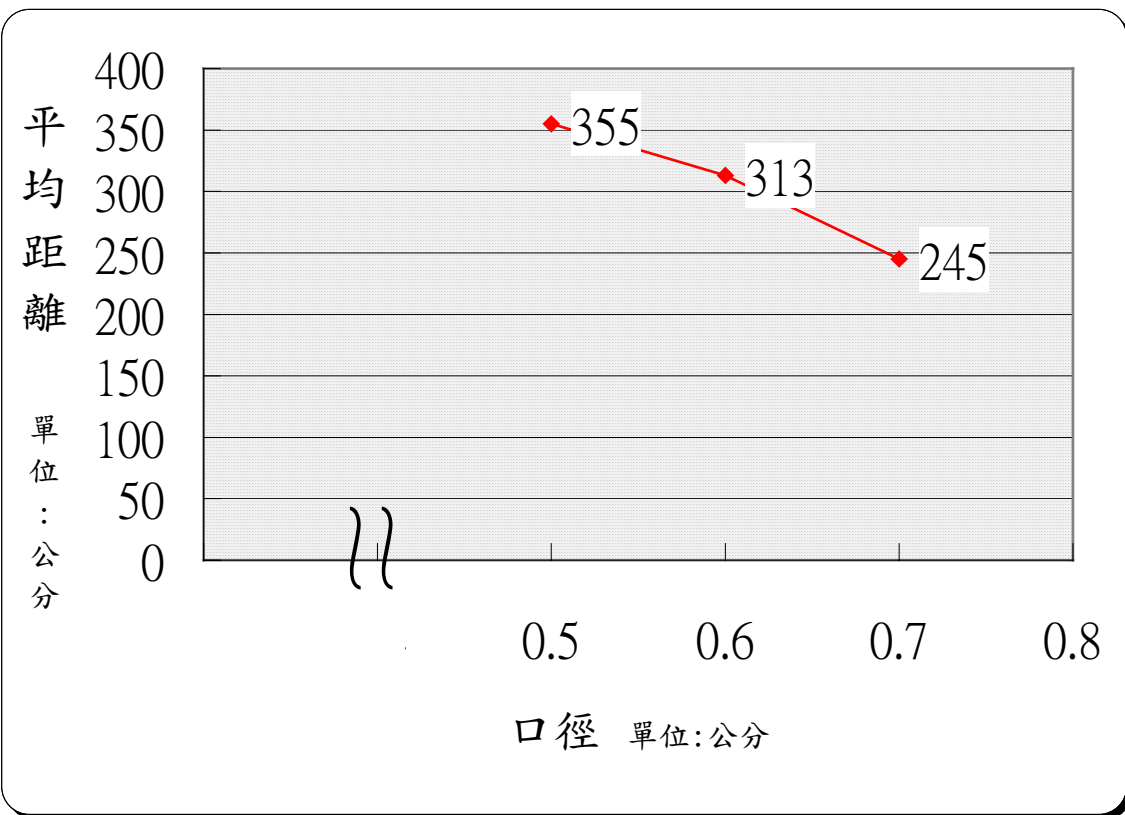
實驗方法

1. 注射針筒發射管呈錐形，利用酒精燈燒紅的刀片切割三支發射管，做出口徑為 0.5cm、0.6cm 及 0.7cm 的注射筒。
2. 將黏土壓為平均厚度圓形，找出適合上述三種口徑，但子彈重量均為 0.5 公克的厚度。
3. 將注射筒裝上子彈，放在裝置台上（裝置台距離地板 50 cm），按壓裝置使其發射。
4. 測量並記錄發射的距離。

實驗結果

(原始資料見附件：表 2)

口徑 (公分)	0.5	0.6	0.7
距離 (公分)	354.8	313.2	244.8



發現

1. 子彈重量相同時，發射管口徑越大，射出的距離越近；發射管口徑越小，射出的距離越遠。
2. 當子彈重為 0.5 公克，口徑 0.6cm，子彈射出的方向最穩定，因此以下實驗均以子彈重為 0.5 公克，口徑 0.6cm 完成。

實驗五：發射角度與發射距離的關係。

實驗方法

1. 用椅子和書本墊高實驗裝置的一邊，使呈 15 度角、30 度角、45 度角、60 度角、75 度角。
2. 使用 60ml 注射筒，裝上 0.5 公克的子彈。
3. 將注射筒放在裝置台上（裝置台距離地板 50 cm），按壓裝置使其發射。

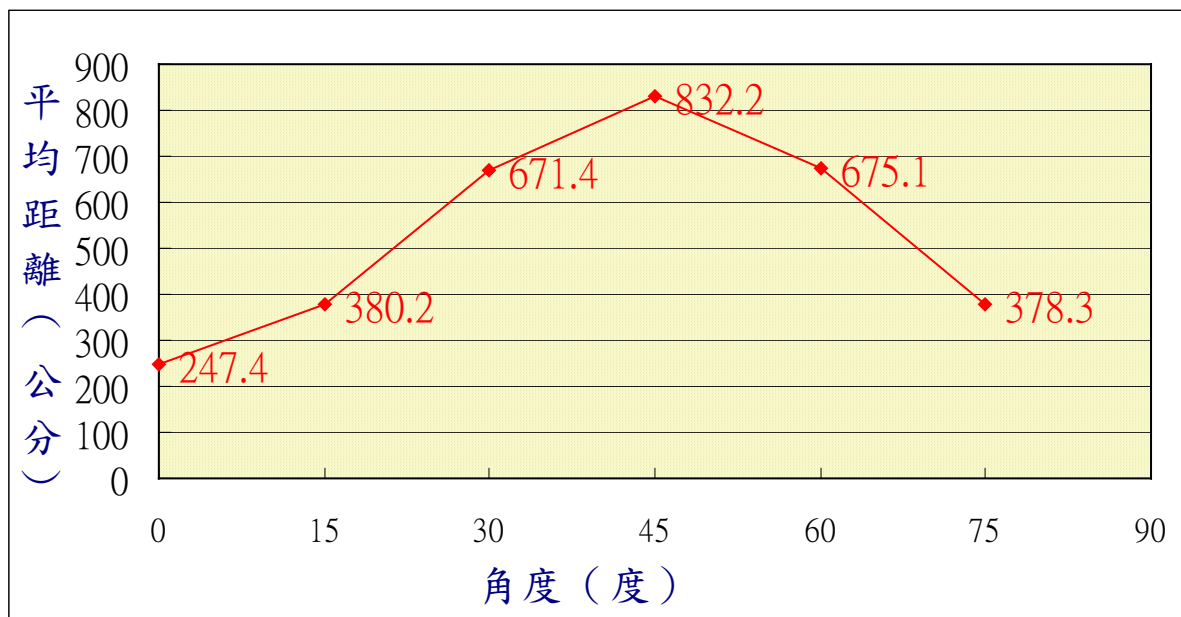
4. 測量並記錄發射的距離。

實驗結果

(原始資料見附件：表 3)

角度 (度)	0	15	30	45	60	75
距離 (公分)	247.4	380.2	671.4	832.2	675.1	378.3

發現



發射的距離是 45 度 > 30 度、60 度 > 15 度、75 度 > 0 度，以 45 度發射距離最遠，其中 30 度和 60 度的距離相近，15 度和 75 度的距離相近，90 度無法測量垂直距離，因此沒有紀錄。角度為 45 度時，距離最遠。

實驗六：發射高度與發射距離的關係。

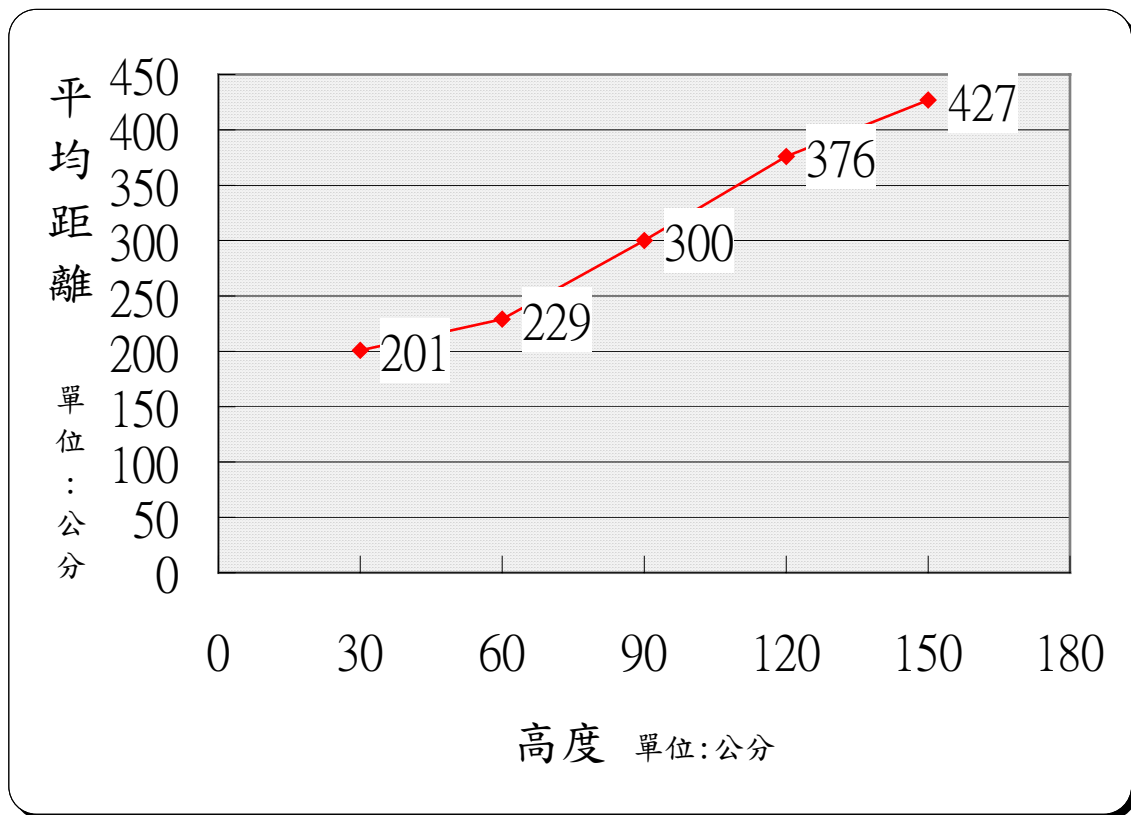
實驗方法

1. 將裝置台墊高，分別距離地板 30 公分、60 公分、90 公分、120 公分、150 公分。
2. 使用 60ml 注射筒，裝上 0.5 公克的子彈。
3. 將注射筒放在裝置台上，按壓裝置使其發射。
4. 測量並記錄發射的距離。

實驗結果

(原始資料見附件：表 4)

高度 (公分)	30	60	90	120	150
距離 (公分)	201	228.8	300.2	375.8	427.2



發現

發射的高度越高，其發射的距離越遠。

實驗七：空氣量與發射距離的關係。

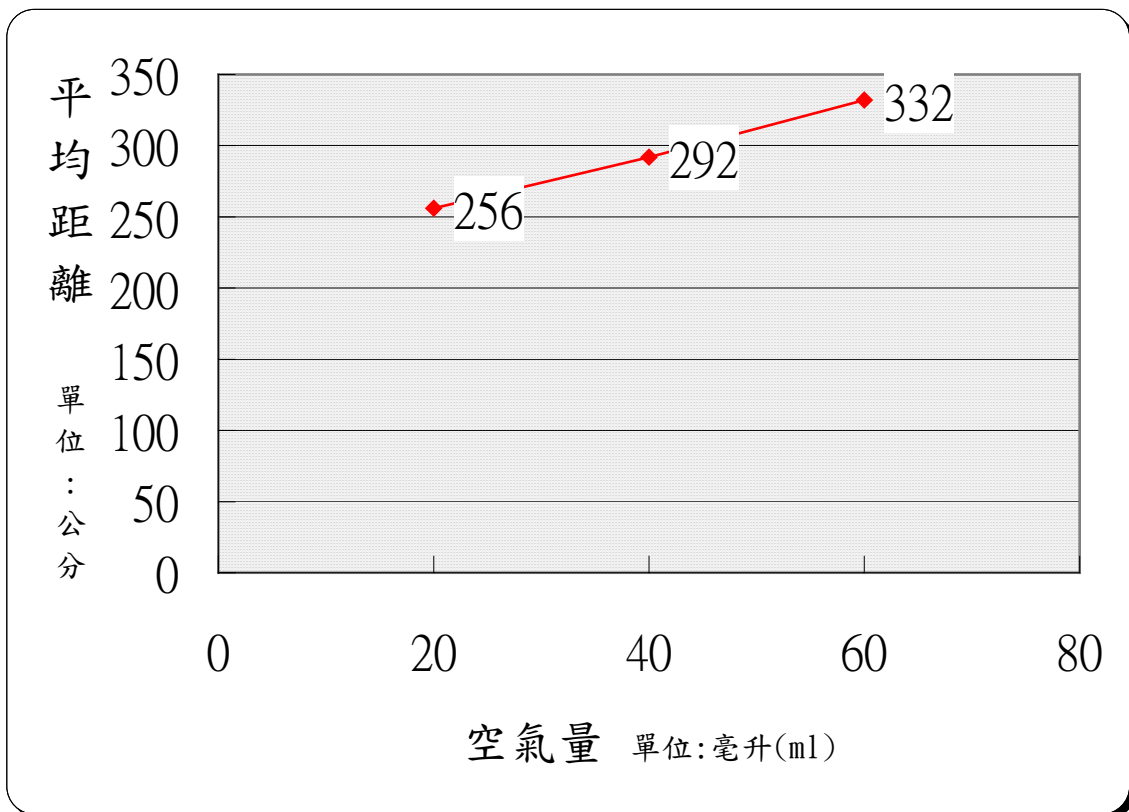
實驗方法

1. 將 60ml 注射筒活塞，分別拉至 20ml、40ml、60ml，再裝上重 0.5 公克的子彈。
2. 將注射筒放在裝置台上（裝置台距離地板 50 cm），按壓裝置使其發射。
3. 測量並記錄發射的距離。

實驗結果

(原始資料見附件：表 5)

空氣量 (ml)	20	40	60
距離 (公分)	256.4	292.4	332.2



發現

空氣量越多，發射的距離越遠。

陸、討論

- 一、 進行每次實驗，我們都會發射 10 次，取其中數據最相近的 5 次，加以平均，成為最後數據。
- 二、 我們發現子彈彈跳得很厲害，常常看不到子彈著地的第一落點，討論之後想到利用測量跳遠距離的方法，測跳遠的成績是看沙坑上的腳印，因此我們訂製了一個底為 150 公分×150 公分，高 0.5 公分的木框，每次實驗時鋪滿石灰粉，讓子彈落在石灰粉上，便可以很清楚的看到子彈的第一落點。
- 三、 使用黏土當子彈，為求其子彈重量每次相等，將黏土壓平後，使用注射筒分別在

黏土的三處按壓製造子彈，用電子天平量其重量，三次的數據與設定值相差不超過 0.05 公克，則此塊黏土方可作為子彈使用。

- 四、 此實驗原本想探討「發射速度與發射距離的關係」，作實驗時發現當速度緩慢時，因黏土子彈無法與管口完全密合，會產生漏氣現象，導致子彈無法射出，因此作實驗時，我們指定同一個人操作發射器，並且在一秒鐘之內將針筒壓至底部，避免空氣外洩。
- 五、 進行「發射角度與發射距離的關係」實驗時，原本以為角度越大射得越遠，結果竟然是 45 度射得最遠，可見我們平常的想法，有些是錯誤的，必須親自進行實驗，才能知道真相。
- 六、 實際生活中使用的空氣槍，需兼顧兩大要求：其一為準度，其二為距離。之後的實驗可對準度進行深入探討。

柒、 結論

- 一、 子彈重量與發射距離成反比，即子彈越重，發射距離越近；子彈越輕，發射距離越遠。
- 二、 發射口徑與發射距離也成反比，即口徑越窄，發射距離越遠；口徑越寬，發射距離越近。
- 三、 角度 0°到 45°之間，發射角度與發射距離成正比，即角度越大，距離越遠；角度越小，距離越近。
- 四、 發射高度與發射距離成正比，即發射高度越高，發射距離越遠；發射高度越低，發射距離越近。
- 五、 空氣量與發射距離成正比，即空氣量越多，發射距離越遠；空氣量越少，發射距離越近。
- 六、 由以上結論得知若空氣槍想要射得遠則必須具備下列條件：
 - （一）子彈與發射管口密合
 - （二）發射口徑窄

- (三) 子彈重量輕
- (四) 發射角度為 45°
- (五) 發射高度高
- (六) 空氣量大

捌、參考資料

- 一、 國編版第 11 冊（六上）自然課本第 3 單元
- 二、 牛頓版第 6 冊（三下）學習手冊 P.102~ P.115
- 三、 生活科學（23）應用科學 P.44~ P.45....遠哲教育基金會出版
- 四、 科學真有趣（10）氣體壓力 P.258~ P.259....錦繡文化出版社
- 五、 kimo 網站

附件

【實驗數據】

【活動寫真】

【參考資料】

以下為本研究之各項實驗數據

表一：不同子彈重量之發射距離比較

單位：公分

重 量	0.2 公克	0.3 公克	0.4 公克
第 一 次	343	310	234
第 二 次	327	290	238
第 三 次	337	296	219
第 四 次	330	305	224
第 五 次	339	301	230
平均距離	335.2	300.4	229.0

表二：不同口徑之發射距離比較

單位：公分

口 徑	0.5 公分	0.6 公分	0.7 公分
第 一 次	365	316	251
第 二 次	342	324	238
第 三 次	349	309	245
第 四 次	361	298	243
第 五 次	357	319	247
平均距離	354.8	313.2	244.8

表三：不同角度之發射距離比較

單位：公分

角 度	0°	15°	30°	45°	60°	75°
第 一 次	254	384	679	839	678.5	379.5
第 二 次	259	390	680	840	681.5	372.5
第 三 次	237	371	665	824	669	381

第 四 次	249	375	661	831	665.5	383.5
第 五 次	238	381	672	827	680.5	375
平均距離	247.4	380.2	671.4	832.2	675.1	378.3

表四：離地高度不同之發射距離比較

單位：公分

離地高度	30 公分	60 公分	90 公分	120 公分	150 公分
第 一 次	193	237	309	384	438
第 二 次	192	217	294	376	427
第 三 次	209	224	294	370	423
第 四 次	204	239	300	369	418
第 五 次	207	227	304	380	430
平均距離	201.0	228.8	300.2	375.8	427.2

表五：不同空氣量之發射距離比較

單位：公分

空 氣 量	20 ml	40 ml	60 ml
第 一 次	257	305	339
第 二 次	265	292	330
第 三 次	263	286	340
第 四 次	246	283	316
第 五 次	251	296	336
平均距離	256.4	292.4	332.2

實驗活動寫真



就這麼決定：還是用黏土當子彈最好。





好聰明！我們發明了自製的「發射臺」。





上：啊喔——子彈跳到哪兒去了？

下：鋪上石灰粉輕而易舉就找到子彈的第一落點。





今天最大的收穫是學會了使用電子天平。





發射角度 30° （上）及 45° （下），是實驗中最艱鉅的部分。





天哪！裝置台要距離地面 150cm，幾乎和我們一樣高哩！



評語

能用非常簡單的器材做研究是這個實驗最難得的部份。實驗可以結合課程中的教材，同學也對原理的部分十分了解。學生在問答時表現得十分積極，表達十分清楚明白。