

# 射擊訓練營

校 名：高雄市大寮區永芳國小  
指導老師：郭大德老師

## 一、旨趣：

利用生活中常見的水電、五金材料為素材，做出好玩、有趣又安全的射擊玩具，從中體會其設計、運作及科學原理，如逆止閥、膛線、槍管、壓力、拋物線、牛頓運動定律……等，同時需克服製作及理解過程中可能遭遇的問題，並尋求解決之道。

## 二、材料與工具：

認識各部位名稱	
彈倉	槍管
儲氣槽	扳機
逆止閥	打氣筒

**打氣筒**利用此部位打氣加壓至槍體

**逆止閥**是防止空氣倒流的設計，打氣筒有微小的鋼珠當作逆止閥，但是無法耐高壓，因此使用大型逆止閥

**儲氣槽**槍身即為儲氣槽，儲存加壓後的空氣，槍管與儲氣槽比例體積適當設計為 1:3

**扳機**此設計為擊發開關，運用螺絲與空壓管推開逆止閥釋放空氣

**槍管**物體可以在槍管裡面進行加速度，槍管越長，物體移動速度越快，相對的空氣量的設計也要隨之增加

**彈倉**平時不遊玩時可將泡棉子彈收納於此，亦需考慮與儲氣槽相對空氣量



**各尺寸 PVC 水管：**

1 英吋 自來水管(厚) - 8 分管

連接 1 英吋逆止閥及水管

1/2 英吋 自來水管(厚) - 4 分管

槍管用

1/2 英吋 電線導管(薄) - 4 分管

連接 1/2 英吋逆止閥，彈倉用

3/4 英吋 電線導管(薄) - 6 分管

槍管外套筒



**束帶：**

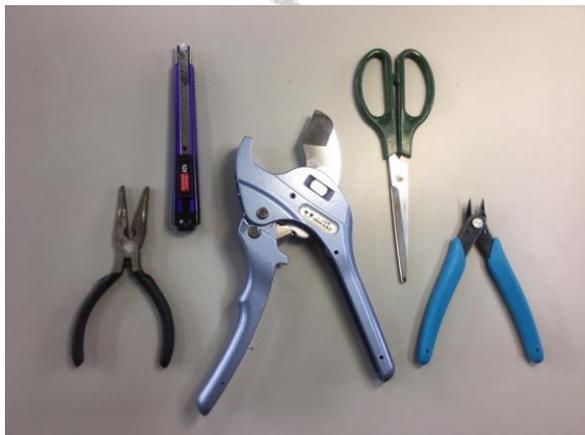
加以輔助固定 PVC 管、打氣筒

**直尺：**

畫直線、量測長度

**油性簽字筆：**

畫線、做記號



**尖嘴鉗：**協助高壓管與木螺絲結合

**美工刀：**修整 PVC 管

**水管鉗：**裁切 PVC 管

**剪刀：**裁剪高壓管

**斜口鉗：**修整 PVC 管、剪釣魚線



**5X8 mm 空壓管：**

延伸木螺絲，製作扳機用

**壓克力膠帶：**

密封打氣筒與逆止閥間空隙

**釣魚線（釣蝦用火線）：**

製作槍管內膛線



泡棉子彈重心必須在前方才能飛的遠

單向打氣筒(筒身直徑約 3.5 cm)

瞬間接著劑：連結止水皮與木螺絲

六角華司木螺絲(9 cm)：扳機用

水龍頭止水皮(小)：扳機用



**各式 PVC 水管接頭：**

三通、L 型彎頭、管帽、1 轉 1/2...

連結各尺寸 PVC 水管

**硬質膠合劑：**

密封各尺寸 PVC 水管



### 逆止閥:

- 1 英吋 - 連接打氣筒
- 1/2 英吋 - 連接儲氣槽與槍管



### 電鑽與各式鑽頭

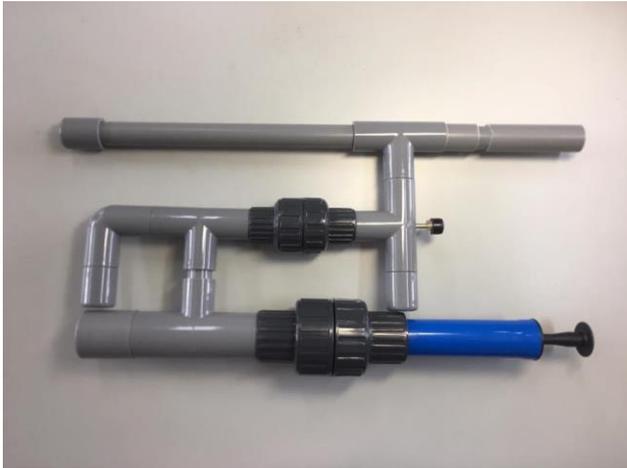
- 1 mm 鑽頭 - 做記號
- 5 mm 鑽頭 - 鑽板機處 PVC 水管
- 8 mm 六角套筒 - 鎖木螺絲



### 完成品 1 號

#### 主要 PVC 材料清單

- 1 英吋逆止閥 X 1 (連接打氣筒)
- 1 英吋 L 型彎管 X 2 (儲氣槽)
- 1 英吋轉 1/2 英吋接頭 X 1
- 1/2 英吋逆止閥 X 1
- 1/2 英吋 L 型彎管 X 3
- 1/2 英吋 3 通管 X 1
- 1/2 英吋薄管 X 1 (40 cm 彈倉)
- 1/2 英吋管帽 X 1
- 1/2 英吋厚管 X 2  
(11 cm 槍管, 9 cm 連接 3 通與彎管)
- 3/4 英吋薄管 X 1 (6 cm 槍管套筒)



完成了！

讓我們來開始體驗射擊的樂趣吧！

### 完成品 2 號

#### 主要 PVC 材料清單

1 英吋逆止閥 X 1 (連接打氣筒)

1 英吋轉 1/2 英吋 3 通管 X 1

1 英吋塞口 X 1

1/2 英吋 3 通管 X 3

1/2 英吋 L 型彎管 X 1

1/2 英吋逆止閥 X 1

1/2 英吋管帽 X 3

1/2 英吋薄管 X 1 (26 cm 彈倉)

1/2 英吋厚管 X 1 (15 cm 槍管)

3/4 英吋薄管 X 2

(3 cm、9 cm 槍管套筒)

### 三、相關科學原理：

#### 1. 子彈發射的動力來源 (打氣筒打氣加壓)

一般子彈發射原理是透過子彈底部火藥 (或推進劑) 燃燒、爆炸釋放大量氣體，推動彈頭通過槍管後射出。而 JSPB 槍則是透過打氣筒將大量空氣打入儲氣槽內產生高壓，利用瞬間釋放的氣體壓力，將泡棉子彈從槍管中推出發射。

單位面積中所受的空氣壓力。 P：壓力 F：作用力 A：面積

$$P = F/A$$

接觸面積一樣時，壓力越大，所產生的作用力也越大；作用力大小相同時，接觸面積越小，產生的壓力也越大。由此可知，打入的氣體越多，子彈發射距離會越遠；槍管管徑越小，發射的力道也越大。

## 2. 空氣的特性

本次實驗運用到了國小三年級學到的空氣的特性，包含空氣沒有固定的形狀，以及空氣可以被壓縮的特性。大量的空氣被壓縮在儲氣槽內，瞬間釋放時產生推進動力，將子彈擊發出去。

## 3. 作用力與反作用力

此為牛頓第三運動定律，兩個物體交互作用時，彼此施加於對方的力，其大小相等、方向相反。瞬間釋放的空氣在槍管內給子彈作用力，子彈也給槍管反作用力，作用力越大，感受到槍的後座力也越大。

## 4. 彈道飛行

**重力**：使物體落回地面的力。

子彈飛行途中因受到重力的影響，前進時會往下掉落，故前進路徑呈一拋物線，此拋物線即為彈道。所以瞄準目標時，槍管需朝仰角方向發射，測試最佳的發射彈道。

**空氣阻力**：物體移動穿過空氣時，空氣分子撞在物體上產生摩擦力，此種摩擦力稱之為空氣阻力。

**槍管**：一般槍枝的槍管越長，可射擊距離越遠，因其槍管為主要的氣體推動空間，故長槍子彈通常採慢燃式火藥，且藥量較短槍多，能在槍管內持續產生氣壓，讓子彈在槍管內進行加速度，也因此準度通常較高。而 JSPB 槍的動能來源為儲氣槽內氣壓，

槍管越長反而釋放後的壓力會越低、摩擦力也越大，但子彈有足夠的距離穩定前進，應能增加準確度，最佳合適的槍管長度與儲氣槽間的容積比，可多作測試。

**膛線**：本次製作的 JSPB 槍管內有仿製一般槍枝內的膛線設計，利用釣魚火線在槍管內做出旋轉的設置，即模仿陽膛。期子彈在通過槍管膛線時產生縱軸自轉的效果，產生陀螺儀效應保持角動量守恆增加彈道穩定性。本次活動會利用自製飛行筒來展現旋轉對穩定飛行軌跡的效用。

## 5. 飛行筒發射器

為了有效說明子彈飛行的相關原理與體驗，我們設計了一款飛行筒發射器來操作示範，用以解釋旋轉對子彈飛行的穩定性幫助，以及子彈製作時為何前端需加重？發射器的製作也發揮了創意與材質的再利用，我們使用竹筷、廢棄不用的巧拼地墊，結合橡皮筋的彈性與纏繞、固定方式完成。飛行筒部分（模擬子彈）則用較美觀的紙張作成，增添質感，另外用膠片來加重飛行筒前端。

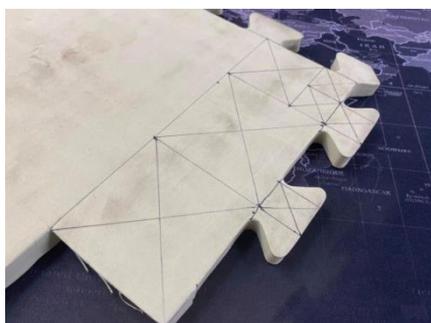
將巧拼地墊裁剪  $6\text{ cm} \times 6\text{ cm}$ 、 $4\text{ cm} \times 4\text{ cm}$ 、 $2\text{ cm} \times 2\text{ cm}$ ，共 3 片，找出中心點用電鑽鑽出適當大小孔洞，剪 4.5cm 長的吸管穿過  $6 \times 6$ 、 $4 \times 4$  的地墊用快乾固定，竹筷上端穿過  $2 \times 2$  地墊，用快乾固定於前端約 2~3cm 處，在  $6 \times 6$  的地墊切開四個對角用以固定橡皮筋，四個角也斜切一小角，方便套上橡皮筋。在  $2 \times 2$  地墊上切出 4 個缺口，用來穿過橡皮筋。

飛行筒用花樣紙張剪成  $5\text{ cm} \times 20\text{ cm}$  大小，紙張太薄飛行較易受風力影響，可選磅數略重的紙張。膠片部分裁切成  $1.5\text{ cm} \times 19\text{ cm}$  大小，黏貼於飛行筒前端，本次實驗測試約黏貼 2 片膠片飛行效果較好。飛行筒的圓周長需配合  $4 \times 4$  地墊大小，本

次為 18.6cm。操作時可示範不同配重的飛行筒、配重在前或後的發射結果、有無加入旋轉的飛行效果等。

### 製作過程與材料

1. 劃分巧拼地墊並切割剪裁



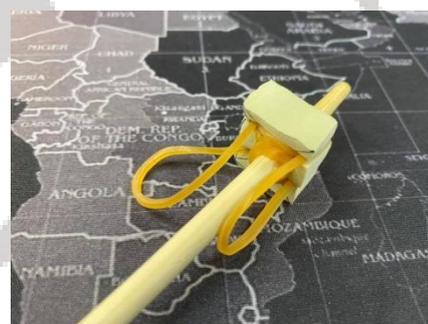
2. 用 1、4、8mm 鑽頭在地墊上鑽孔



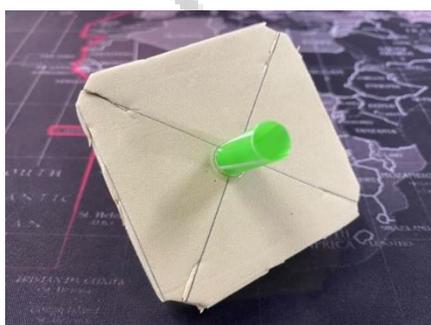
3. 用快乾固定吸管、地墊、竹筷



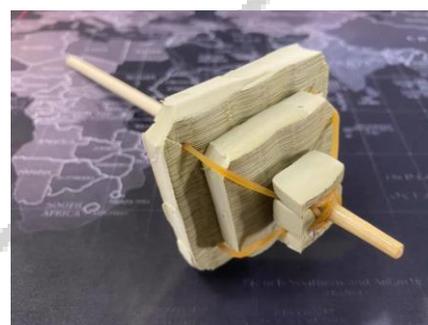
4. 纏繞橡皮筋於 2x2 地墊



5. 將 6x6 地墊切開對角，並斜切一小角



6. 把上方纏繞橡皮筋固定於 6x6 的對角



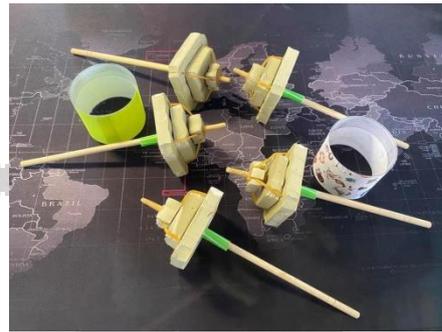
#### 7. 裁剪飛行筒與膠片



#### 8. 完成飛行筒



#### 9. 套上飛行筒於發射器上，即可遊玩



### 四、活動流程：

#### 關卡一：彈無虛發 - JSPB 槍科學原理介紹與射擊體驗

介紹 JSPB 槍的材料、元件、構造名稱等，包括 PVC 水管、逆止閥、儲氣槽、扳機、膛線……等部件。再介紹相關的科學原理及製作上的細節、注意事項。最後進行射擊體驗，擊中牆面目標物即過關。

#### 關卡二：百步穿楊 - 飛行筒發射器（膛線與子彈的秘密）

利用家中可得的材料再利用（包括地墊、免洗筷、吸管、橡皮筋等），自製飛行筒發射器，用以解釋膛線設計的重要性與原理。例如旋轉可增加彈道穩定、子彈前端配重增加能利於子彈飛行等。最後操作飛行筒發射器完成關卡。

#### 關卡三：授勳儀式（結訓測驗） - 我問你答來蓋章！

先完成前面兩個關卡並成功回答相關科學原理問題，即可過關，榮獲闖關章印一枚。

## 五、實驗結果與探討：

此槍的正確名稱為 JSPB 槍，全名為 Jet Stream Power(或 PVC/PIPE) Blaster，創始者林連詣於 2003 年受國外 Nerf 槍與馬鈴薯槍啟發，開始研發創作，歷經多次改良，為一款由台灣人自行設計研發的玩具槍。本次成品為上網參考多位 Maker 作品後試做完成。

1. JSPB 槍的運作原理是，使用打氣筒打入大量空氣於儲氣槽內，利用空氣可以被壓縮的特性，增加槽內的壓力，透過釋放空氣所產生的威力來發射子彈，壓縮的氣體越多，產生的作用力也越大。該設計主要利用兩個逆止閥空氣防止空氣倒流的設計，在兩個閥體間用 PVC 水管製造出儲氣空間。
2. 槍管長度及管內膛線能讓子彈加快速度與增加彈道穩定性，但須考慮槍管與儲氣槽空氣量比例問題，建議槍管與儲氣槽空間至少為 1:3。
3. 利用飛行筒發射來體驗子彈飛行的相關科學應用。透過不同配重的飛行筒得知，子彈前端的配重需要較大，若把配重置於後端，飛行筒甚至會產生翻轉現象。利用直接發射比較加入旋轉發射，發現旋轉發射能增加飛行的穩定性，用以說明膛線設計的緣由。

## 六、活動啟示

1. 本次射擊槍枝設計原啟發自馬鈴薯槍，使用高壓空氣發射，大大降低馬鈴薯槍發射時，氣體爆炸可能產生的危險性。
2. 扳機設計亦為本次重點之一，也是製作過程中略微困難之處，但其原理其實非常簡單，只是利用木螺絲將逆止閥內的閥門推開，讓空氣通過，過程中須用到電鑽，操作時要注意安全。另外在連結空壓管與木螺絲時，需同時操作電鑽（或電動螺絲起子）與尖嘴鉗協助，要花點力氣。或是空壓管尺寸可由 5 X 8 mm 換成 6.5 X 10 mm，會較容易套上，但需用快乾固定，接著度會略差。
3. 本實驗最困難的地方應該就是材料的取得，必須分別在不同的地方購得，還不能買錯，建議想在家嘗試者按圖索驥，將圖片翻拍或下載至店家詢問。

其中六角華司木螺絲需到專業的螺絲行購買，一般五金材料行買不到。

PVC 水管可找大型水電材料批發商購買，請店內專業水電師傅協助找齊材料，這裡還能買到水管鉗、硬質膠合劑、逆止閥、各式轉接頭、水龍頭止水皮等。這邊東西

齊全，幾乎能買到 8 成以上所需材料且價格便宜，缺點是 PVC 水管單一尺寸需買 4 m，可請店家對裁為 2 m 方便搬運，一般水電工人能用機車載送，一般民眾建議開車前往，或至較小型的水電材料行、賣場選購裁切較短的 PVC 水管，可能以 1 m 為單位，但價格略高。

**空壓管**需到大型五金材料批發行購買，不容易找到尺寸適合又能裁切所需長度的地方，若買不到可用其他材料替代，如熱融膠條，但需有電鑽配合鑽孔，操作上會再麻煩一點。

**打氣筒**也是困難之一，現在市面上多為雙向打氣筒，傳統打氣筒並不多見，同時為了符合 1 英吋逆止閥的管徑，須找筒身直徑約 3.5 公分的單向打氣筒，建議帶尺到各大文具行或玩具批發商尋找。找到後若筒身略粗，需打磨筒身縮徑，若筒身太細，需用東西加粗筒徑，本次實作是用透明壓克力膠帶擴徑筒身解決，筒徑誤差建議在 3 mm 以內再用此作法，若誤差更大，建議用瓦斯噴燈加熱 PVC 管擴徑，唯操作上更困難，不建議初學者實施。

**釣魚線**買沒有彈性的細布線，本次是釣具用品店找釣蝦用火線，釣線太粗會無法套上槍管外套筒，但何種規格最適不確定，本次實際使用規格為最細的 0.2。

4. **子彈**部分可買現成的 Nerf 子彈，或用泡棉自製，唯彈徑須略小於槍管內徑，與槍管內徑差越大，子彈威力越小，徑差太小則可能導致卡彈現象產生。子彈前端需加重，能讓子彈飛得更遠、更穩。
5. 射擊距離越遠，彈道的拋物線越明顯，找出最適當的打氣次數、氣壓值與射擊距離、角度等，或能有更棒的科學體驗。