

穀「擊」屑「摩」!!

校 名：高雄市正興國小
指導老師：郭大德老師

一、旨趣：

第一關-摩擦力

在國小高年級的自然課本中告訴我們，摩擦力的大小與接觸面的材質有關，另外，當接觸面有紋路時，也能增加摩擦力。但是當我們在看拔河比賽的相關影片時卻發現，拔河鞋的鞋底有絕大面積都是平滑的表面，甚至選手在比賽開始前，會用上頭有類似砂紙觸感的工具，將鞋底磨得更平，將比賽或練習時產生的鞋底毛邊或所謂「起鱗」現象去除，這跟自然課本上教的完全不同，於是我們便想透過實驗來了解摩擦力與鞋底紋路的真正關係為何？

第二關-射擊

我們利用生活中常見的水電材料為主體，做出好玩、有趣又安全的射擊玩具，從中體會這些素材的設計、運作原理，同時克服過程中可能遭遇的問題，並尋求解決之道。

二、材料與工具：



版畫用膠板：

用於模擬鞋底材質，在上面刻劃各式紋路，測試其最大靜摩擦力大小。

V型雕刻刀：

刻劃紋路



各尺寸 PVC 水管：

1 英吋 自來水管 - 8 分管(厚)

連接 1 英吋逆止閥及水管

1/2 英吋 自來水管 - 4 分管(厚)

槍管用

1/2 英吋 電線導管 - 4 分管(薄)

連接 1/2 英吋逆止閥，彈倉用

3/4 英吋 電線導管 - 6 分管(薄)

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：剪高壓管

斜口鉗：修整 PVC 管、剪釣魚線

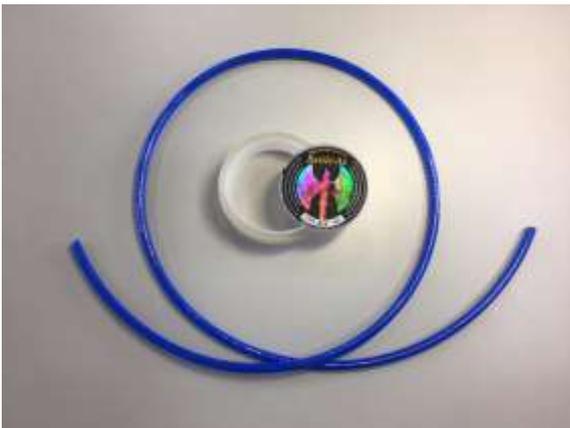


電子秤、彈簧秤：

測量最大靜摩擦力

長尾夾：

連結膠板與彈簧秤



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

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)

完成了！

讓我們來開始體驗射擊的樂趣吧！

三、實驗結果與探討：

第一關-摩擦力

實驗結果發現，完全平滑的膠板比起有紋路的膠板擁有更大的摩擦力，與拔河影片當中所觀察到的現象一致，那為何市售的各式鞋款，皆要做上各式紋路呢？甚至連路上各種車輛輪胎，也是有著五花八門的紋路，這實驗結果似乎與學校自然課本上寫的不符，與我們印象中的生活經驗也不太一致。

於是我們進一步去實驗與探討，在探討與收集資料的過程中發現，原來 F1 方程式賽車的比賽輪胎，表面也是完全光滑的，俗稱「光頭胎」。進一步瞭解後發現，原來賽車用的光頭胎為熱融胎，在比賽過程中與地面摩擦後溫度上升會開始輕度的溶解，溶解後的胎面會具有黏性，與地面有更大的摩擦力與抓地力，避免車輛高速失控。但為什麼不做成有紋路的熱融胎呢？據說也是因為光滑平整的胎面比起有胎紋的有著更大的摩擦力。這點似乎又與我們的交通法規有所出入… …。

最後我們發現，拔河鞋與賽車胎的製造者都認為平整的接觸面有更大的摩擦力，比較這兩者與我們日常生活中最大的異同之處就在於「場地」，無論是室內拔河場，還是 F1 賽車場，其地面都是相對平整的，且上方皆保持乾燥狀態。在這種平整且乾燥的路面上，平整光滑的鞋底或胎面，有著更大的摩擦力。

但平常我們所走的路面並非平整而乾燥，路面上有著不同的高低起伏，偶有小石子或會下雨積水等狀況，此時紋路便發揮其功效了。原來這上面的紋路有著類似排水的功能，當我們在走動時，路面積水會隨著紋路被破壞，不會在鞋底與路面間形成一片類似水膜的現象，進而增加摩擦力，走動時，水也會腳的擺動將水甩出，而有紋路的鞋底也更能適應各式地形。所以平常道路上的各式車輛也是，使用有紋路的輪胎有著更加的安全性。我們也發現，原來連賽車遇到下雨時，都會換上有紋路的雨胎，而我們的車輛為了應付各種天候與實際路面，必須使用有胎紋的輪胎，並保持有一定的深度。

第二關-射擊

此槍的運作原理是，使用打氣筒壓縮空氣，增加儲氣槽內的壓力之後，釋放空氣所產生的威力來彈射子彈，壓縮的氣體越多，產生的作用力也越大。

子彈的擊發為牛頓第三運動定律，作用力與反作用力的展現。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。

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。

四、活動啟示

第一關-摩擦力

1. 本次摩擦力實驗主要發想來自學生提問，並創意發想用橡膠材質的膠板當作實驗器材，同時膠板本身就是製作版畫用，在上面雕刻紋路極其合適，為操作時因注意安全。
2. 摩擦力實驗因受限場地及操作便利性，尚有改良空間。

第二關-射擊

1. 本次射擊槍枝啟發自馬鈴薯槍，大大降低發射時，氣體爆炸可能產生的危險性。
2. 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，利用釋放壓縮空氣的壓力射出子彈。
3. 扳機設計為本次亮點之一，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，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。
4. 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，建議按圖索驥，將圖片翻拍或下載至店家詢問。

六角華司木螺絲需到專門的螺絲行購買，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，本次實用規格為最細的 0.2。

5. 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。
6. 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，但哪種搭配、效用差異為何？需更多的時間實驗驗證，找出最佳配置方案。
7. 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與射擊距離，期有更棒的科學遊戲體驗。