

加速的子彈~高斯槍初體驗

校名:獅湖國小

指導老師: 陳樸涵、王思惠、
曾瓊萱、張家齊

一、旨趣

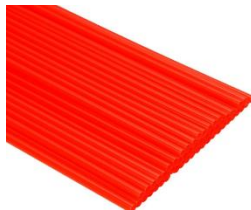
為什麼小小的小鋼珠裝置能像子彈一樣自動發射出去，秘密就在磁鐵上，運用一些小訣竅，就能為小鋼珠裝置創造出更強的射擊力量，小朋友一起來試試看吧！

二、器材

小鋼珠、

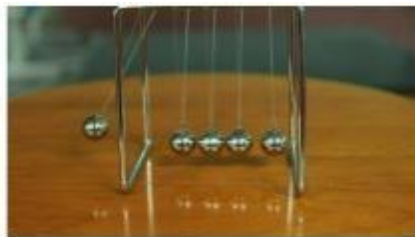
強力磁鐵、

長吸管、



三、活動過程

活動一：牛頓擺(Newton's Cradle)



若左側一顆鋼珠撞擊其他四個鋼珠的時候，動量完全傳遞給最右側的鋼珠，將只有一顆鋼珠會以相同速度彈起。



若提起兩顆鋼珠放手撞擊其他三個鋼珠的時候，動量完全傳遞到右側的鋼珠，所以另一側就會有兩顆鋼珠會以相同速度彈起。

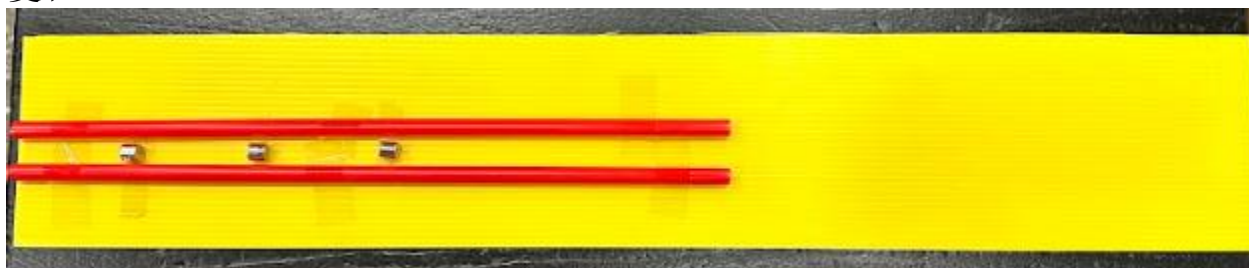
活動二：牛頓擺＋磁力加速器裝置

在牛頓擺中放一顆強力磁鐵，當最左側鋼珠鬆手時，落下的過程中，除了重力位能轉變成動能之外，還受到強力磁鐵吸引加速，使得能量比原先還大，類似磁力加速器效果，因此讓最右側的鋼珠會彈得比原先位置還要高。



活動三：我是神槍手

1. 將長吸管排列好、作為小鋼珠的軌道
2. 以膠帶將三個強力磁鐵黏貼在板子上，強力磁鐵之間的距離約 4～5 公分，在每個強力磁鐵前面放 1 或 2 個小鋼珠，最後，在最前端放置一紙杯，準備擋住砲彈。
3. 再取一顆小鋼珠讓它保持一些距離放在強力磁鐵的另一側，距離以小鋼珠能被強力磁鐵吸引過去即可。放開鐵球，看看鐵球被強力磁鐵磁力吸引後什麼變化？



四、原理探討

原理(一)牛頓擺

牛頓擺最早是由法國物理學家埃德姆·馬略特 (Edme Mariotte) 於 1676 年提出的。五個質量相同的球體由吊繩固定，彼此緊密排列。當擺動最右側的球並在回擺時碰撞緊密排列的另外四個球，最左邊的球將被彈出，並僅有最左邊的球被彈出。

「牛頓擺」可以解釋彈性碰撞與動量守恆，在沒有外力作用的時候，整個系統撞擊前後的動量是保持定值的。幾顆鋼珠撞擊後，另一側就會有幾顆鋼珠被推送出來，當這些鋼珠旁邊沒有可以傳遞能量的物質時，會再返回撞擊回來；如此保持碰撞，直到摩擦力與空氣阻力使其停止下來。

原理(二) 牛頓擺+磁力加速器裝置

在牛頓擺中放一顆磁鐵，當最左側鋼珠鬆手時，落下的過程中，除了重力位能轉變成動能之外，還受到強力磁鐵吸引加速，使得能量比原先還大，類似磁力加速器效果，因此讓最右側的鋼珠會彈得比原先位置還要高。

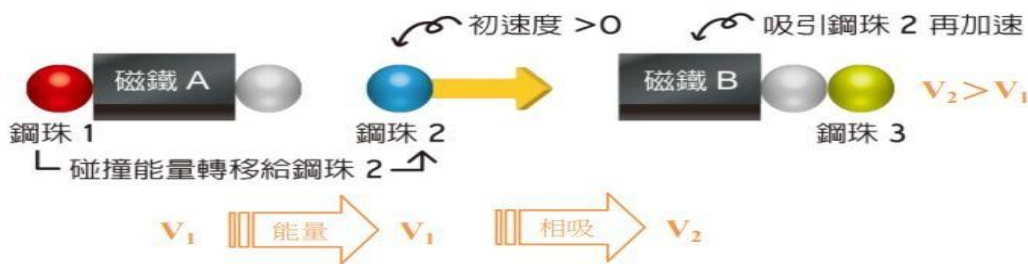
原理(三) 高斯槍原理

磁力槍又稱高斯槍，是利用磁力及力學能守恆原理的磁力加速器。在軌道左端的鋼珠 1 ($V_0=0$)，受到磁鐵 A 吸引會加速衝向磁鐵 A (V_1)。



圖一 磁力槍——第一次相吸磁力

鋼珠 1 (V_1) 撞擊磁鐵 A 後停止，並將能量轉移給吸附在磁鐵 A 右端的鋼珠 2 使其射出 (V_1)。被第一個鋼珠 1 撞擊而射出的鋼珠 2 (V_1)，受到第二個磁鐵 B 吸引再度加速 (V_2)。



圖二 磁力槍——第一次能量轉移 + 第二次相吸磁力

鋼珠 2 (V_2) 撞擊第二個磁鐵 B 後停止，並將能量轉移給吸附在磁鐵 B 右端的鋼珠 3 (V_2) 使其射出。重覆多次以上過程，軌道最右端的鋼珠即以高速射出。



圖三 磁力槍——第二次能量轉移

五、參考資料

1. 科學少年: <https://student.hlc.edu.tw/action/file/361/20220912180327748.pdf>
2. NTCU 科學遊戲Lab: 磁力砲彈:
<https://scigame.ntcu.edu.tw/electric/electric-032.html>