

自製簡易牛頓第三運動定律之示範實驗

國中教師組物理科第三名

台北市立新興國民中學

作者：張瑋忠

一、研究動機

在國中物理課本中缺少有關牛頓第三運動定律的實驗，所以設計一些可以解說牛頓第三運動定律的簡易實驗，材料可利用廢物，却能發揮學生學習時的主動性(Activity) 及質量性(Quality)。

二、製作原理

牛頓第三運動定律的內容是：

「兩物體發生力的交互作用時，作用力與反作用力大小相等，方向相反。」

即：「 $F_{A \rightarrow B} = -F_{B \rightarrow A}$ 」。

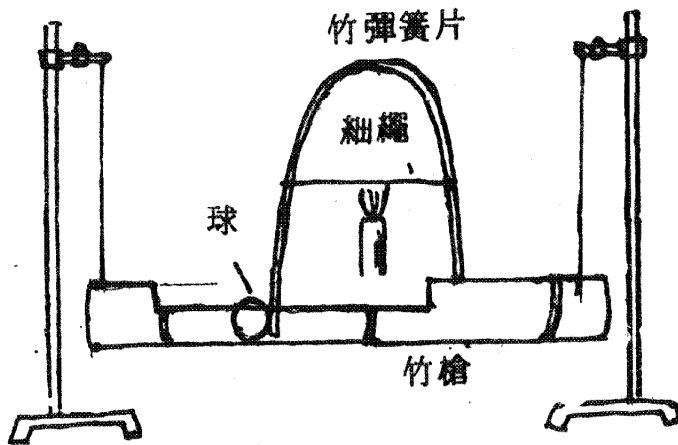
我們設計了一套有關反作用力的實驗，以填補教科書之缺失，且學生均能親自動手製作，充分達到了「D. I . Y .」的宗旨(Do it by yoursely)，引發學生高昂之興趣，我們所利用的材料簡單，俯拾可得，如廢罐，竹棍，漏斗，酒瓶，火柴，磁鐵……等，製成多種有趣的實驗。

三、作品內容

1 自製竹槍彈出鋼球解說反作用力(如圖一)

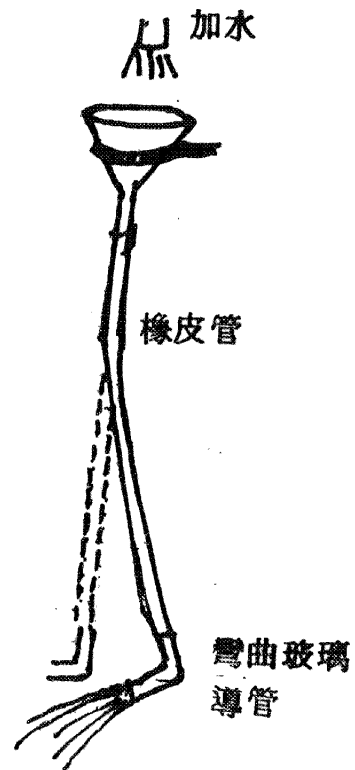
槍內裝鋼球，用蠟燭燒斷彈簧片上的細繩，彈簧竹片即將球珠打出，同時槍本身後退。

(註)：竹槍內若不放球，用蠟燭燒斷固定彈簧的細繩，彈簧即以大力打槍，但用線懸吊的竹槍，不見動作。



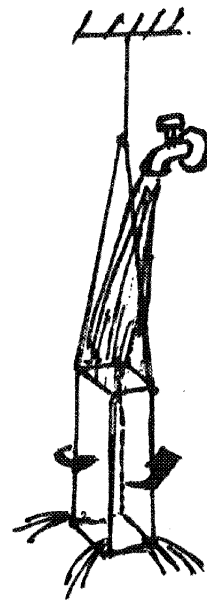
(圖 1)

2 由漏斗，橡皮管與彎曲玻璃導管解說反作用力。(如圖 2) 把漏斗與橡皮管連接，在另一端接彎曲導管，將漏斗內裝滿水後放水，橡皮管將向水流相反的方向移動。



(圖 2)

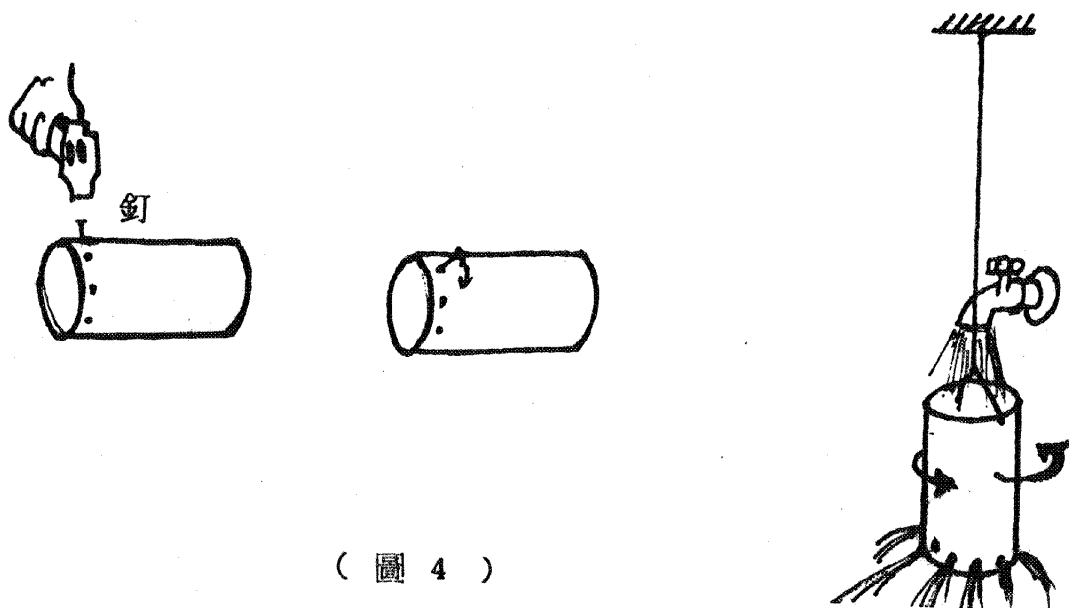
3 利用廢罐製成反作用力的實驗之一(如圖 3)。
準備方形罐一個(如方形茶葉鐵製罐子或香吉士方形紙罐)，在各面的右角下處打孔，以細繩吊起，桶內裝水，桶將與水流相反方向轉動。



(圖 3)

4. 利用廢罐製成反作用力的實驗之二。(如圖4)

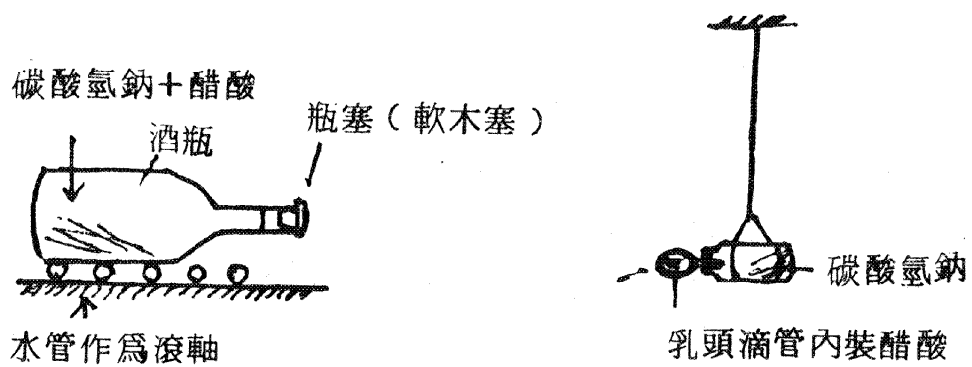
準備圓罐一個(如三粒裝的網球罐或茶葉罐)，在罐底附近鑽若干個孔，孔與罐面成切線方向，以細繩吊起，罐內裝水，罐將與水流相反方向旋轉。



5. 利用化學作用彈出木塞解說反作用力。(如圖5)

(1) 準備空酒瓶一個，在酒瓶內裝約 10 克的碳酸氫鈉，再加入醋酸約 40 ml，立刻塞上木塞，以手壓住木塞，平放酒瓶在滾軸上，靜置片刻，木塞即跳出，而瓶則後退。

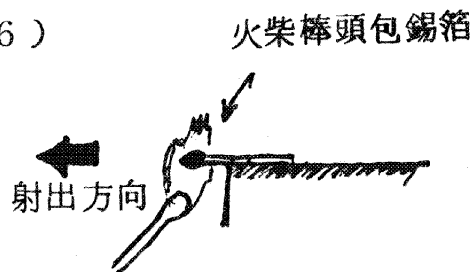
(2) 準備小空瓶一個，瓶內裝碳酸氫鈉少許，另用乳頭滴管插入橡皮塞後，吸取醋酸微量，將乳頭與橡皮塞系統塞入瓶口，再將全部用細鐵絲吊起，用手擠乳頭，使醋酸與碳酸氫鈉作用，產生的二氧化碳即可將橡皮塞噴出，而小瓶後退。



(圖 5)

6. 利用小火柴解說反作用力。(如圖6)

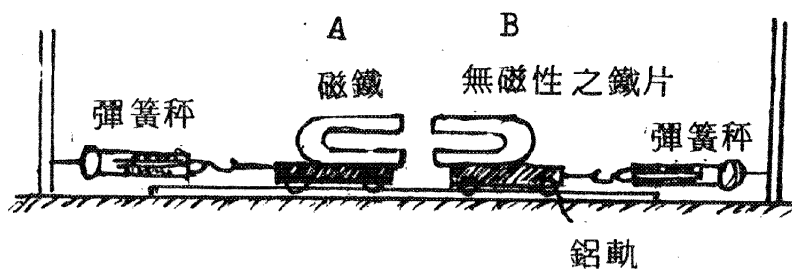
在火柴棒頭包一層香烟錫箔後，
使火柴著火時，火柴會像火
箭一樣的射出去。



(圖 6)

7. 利用磁力解說反作用力(如圖7)。

把磁鐵A與鐵片B各裝置在兩車上，放開手，則由A磁鐵吸引
B鐵片的力，使B車向A車方向移動，同時A車亦向B車方向
移動，吾人可從彈簧秤上的刻度明白二力大小相等，方向相反
的關係。



(圖 7)

四、結 論

1. 利用「方形紙盒」的實驗中，若僅在右下角下處打孔，雖注水入盒，但旋轉效果不見非常顯著，所以最好能在各孔處加一彎曲玻璃管，可增加效果。
2. 利用「酒瓶彈出木塞」的實驗中，所加入的藥劑必須適中，否則反應太快或太慢，會使木塞或太早噴出，或需時太久影響效果。又在「小空瓶彈出木塞」的實驗中，瓶內裝碳酸氫鈉約小刮勺一勺即足。
3. 利用「磁鐵—鐵片」的實驗中，實際操作時，偶而有左右兩方彈簧秤讀數不一致的現象，此時，可以改用磁力較大的磁鐵，或在鋁軌上塗臘以減少摩擦力。
4. 以上各種實驗，均有明顯的結果，然而，吾人似可再從其他方面，利用其他性質製作出更多的有關反作用力說明的實驗。例如，我們亦可以研究利用蒸汽或利用靜電感應……等原理，製作出更多的作品。

評語：能用簡單之物品作成教具，並能明確顯示物理現象。