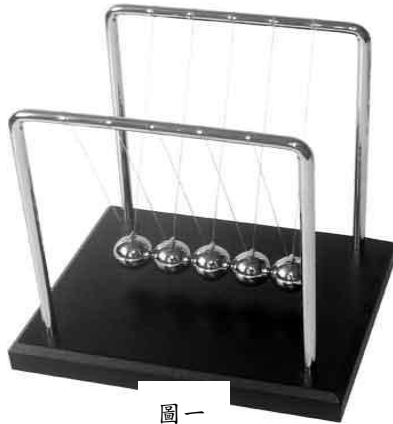
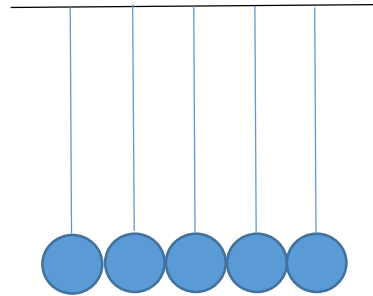


## 演習一結報

### 1. 牛頓擺



圖一



圖二

#### (1). 實驗原理

##### A. 動量守恆

a 和 b 兩物體碰撞時，若沒有外力作用在 a、b 上，它們在碰撞前的總動量相等於碰撞後的總動量

$$m_a v_{ai} + m_b v_{bi} = m_a v_{af} + m_b v_{bf} \quad \text{----- 1}$$

B. 力學能守恆，因在同一水平面上撞擊，只考慮動能守恆

$$\frac{1}{2} m_a v_{ai}^2 + \frac{1}{2} m_b v_{bi}^2 = \frac{1}{2} m_a v_{af}^2 + \frac{1}{2} m_b v_{bf}^2 \quad \text{----- 2}$$

由 1 式、2 式可推得碰撞速度公式

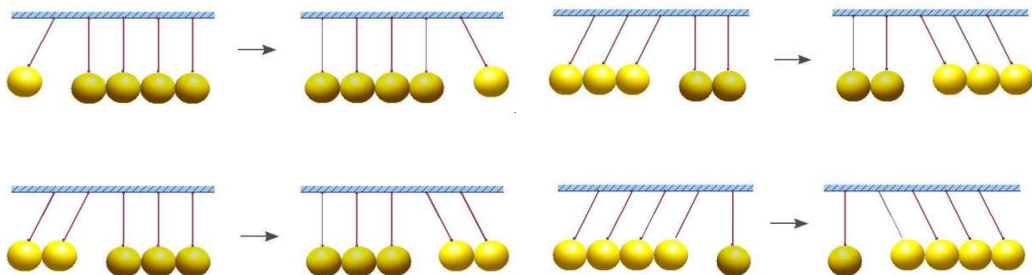
$$v_{af} = \frac{m_a - m_b}{m_a + m_b} v_{ai} + \frac{2m_b}{m_a + m_b} v_{bi}$$

$$v_{bf} = \frac{2m_a}{m_a + m_b} v_{ai} + \frac{m_b - m_a}{m_a + m_b} v_{bi}$$

由於五顆球彼此之間質量相等，兩兩碰撞後，速度交換。

#### (2). 實驗操作

觀察珠子拉起一顆、兩顆、三顆或四顆後放下，最後分別會有一顆、兩顆、三顆、四顆彈起，且其餘珠子不動。



圖三

(3). 五個理想牛頓擺條件

- A. 每一擺體(錘)必須是剛體
- B. 每一擺體質量都要相等
- C. 每一擺體的重心必須位在同一水平的連線上
- D. 每一擺體靜止不動時的間距剛好彼此間沒有受力地緊鄰著
- E. 擺體間的撞擊點需剛好在重心的連線上

(4). 心得

這是我們這組的實驗，因為原理很明顯是碰撞，因此討論很快，之後就開始想實際上應用，或許能當個計時器，但這還得有人顧著看總共碰撞幾次，沒什麼利用價值，頂多看著紓壓而已。

2. 珠鍊噴泉

圖四

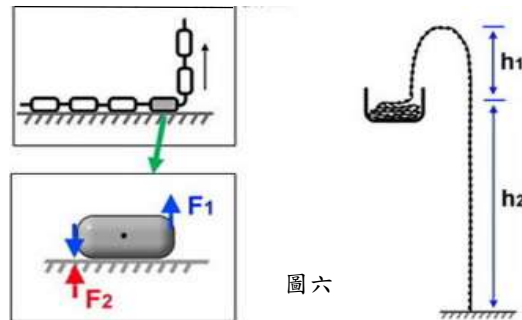


圖五



(1). 實驗原理

該實驗輕輕拉一下珠鍊，就讓杯子中的一大串珠鍊持續的掉出來，且鍊珠呈現噴泉狀。讓珠鍊呈噴泉狀的力來自於杯子內的珠鍊被重力往上拉時，除了「往上運動」，也伴隨著「旋轉運動」，如圖六，珠鍊被往上拉的力為  $F_1$ （珠鍊右側），由於旋轉運動（以珠鍊中心為旋轉軸），珠鍊的左側為往下運動，必然撞擊其它珠鍊（或杯底），此撞擊產生的反作用力  $F_2$  就是使珠鍊往上的彈跳而產生噴泉現象的力。如果  $F_1$  越大， $F_2$  也會越大，噴泉效應的高度也將會增加。而  $F_1$  來自於重力，因此掉落的距離越高，釋放的重力位能越大，使得  $h_1$  高度增加。



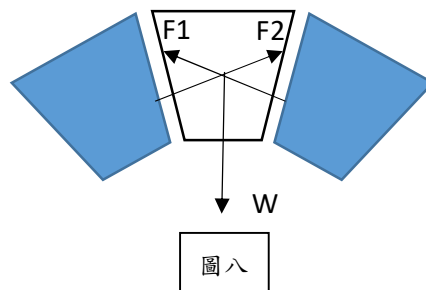
(2). 實驗操作

觀察不同角度、不同高度釋放鍊珠的情況。發現鍊珠都會大致垂直杯口噴出，且從越高的地方釋放鍊珠噴的也越高

(3). 心得

這實驗應該是所有實驗最有趣的，它的噴泉狀鍊珠，由於看似違反重力，更吸引人的目光。操作起來簡單，背後的原理卻相對難想。雖然好玩，但有一個缺點就是收拾麻煩。

3. 羅馬拱橋



(1). 實驗原理

如圖八，當拱橋承受物體重力時，重力會因為拱橋的特殊結構(楔形石)，可以成功地把重力( $W$ )，由  $F1$ 、 $F2$  抵銷，力量一步一步傳遞至地面，由地面給予支撐力使垂直方向的力可以達到平衡，水平力的部分由左右兩邊的石塊作支撐，使水平力可以達到平衡，因而拱橋達到靜力平衡，所以不會晃動或倒塌。

(2). 實驗操作

觀察哪些木塊可以拿起且不造成拱橋倒塌。越靠近上方兩側的木塊被移除越不會造成拱橋不穩，因為下方木塊得用來支撐上方物體重力。

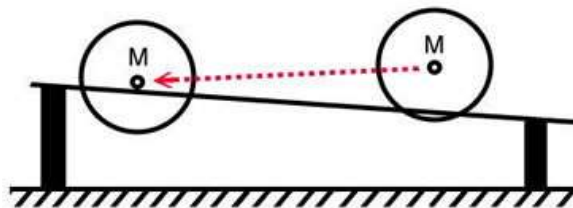
(3). 心得

小小的實驗器材，竟能撐起一個人的重量，利用這個構造所建的橋應該十分堅固，但這得耗費大量資源，它需要許多塊體組合且須與地面接觸，兩側還要有支撐。

#### 4. 雙錐體



圖九



圖十

##### (1). 實驗原理

雙錐體並沒有違反重力往下（地心）的原則，而是由於構造造成的錯覺。雙錐體兩側半徑較短，因此接觸點越靠近兩側雙錐體質心會較低，反之越靠近中央，質心較高。當雙錐體放在低處時，與木棍的接觸點較為靠近中央，在高處時由於木棍開口較大，雙錐體與木棍的接觸點接近兩側。因此雖然木棍高度增加，但是雙錐體的質心是由高至低。

##### (2). 實驗操作

觀察水管和雙錐體在木棍上的運動情形。

##### (3). 心得

這實驗蠻吸引目光，因為雙錐體看似向上滾動違反常理，這也使人想要了結其背後原理，理解過後才發現原來是如此基本的問題。

參考資料：

<http://scigame.ntcu.edu.tw/power/power-037.html>

<http://scigame.ntcu.edu.tw/power/power-017.html>

<http://www.phys.nthu.edu.tw/~gplab/exp004.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=v-6NGuOV9IU>