

● 實驗名稱：

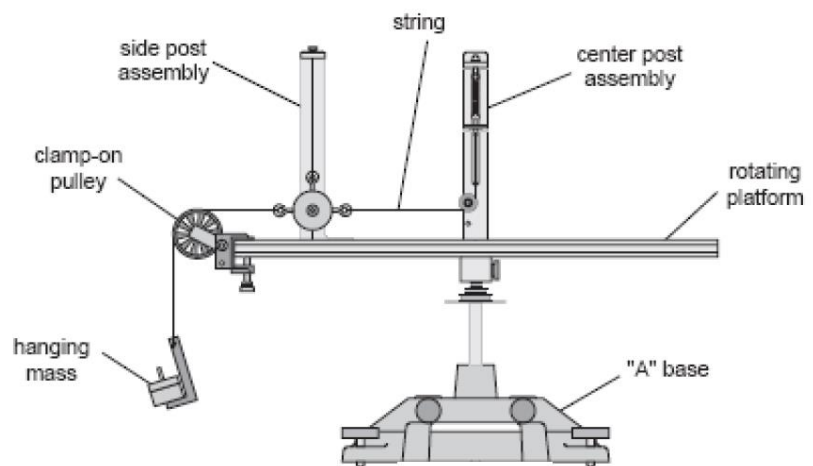
向心力實驗

● 實驗目的：

探討作圓周運動的物體所受向心力與物體質量、旋轉半徑、旋轉週期的關係，並驗證轉動系統中牛頓第二運動定律的有效性。

● 實驗儀器和架設方塊圖

1. A 型基座
2. 旋轉平台
3. 中心支架
4. 側支架
5. 旋轉體(100g*1+50g*2)
6. 側滑輪
7. 細繩
8. 砝碼組(10g/組)
9. 12V 直流馬達
10. 光電閘
11. 平衡配重(300g)
12. 水平儀
13. Arduino
14. 直流電源供應器
15. 筆電



(圖一)實驗配件與裝置架設圖 資料來源:戴明鳳。圓周運動與向心力實驗 (2019)。取自國立清華大學。普通物理實驗室網址:
<http://www.phys.nthu.edu.tw/~gplab/file/03%20Centripetal%20Force/Cent>

● 原理與分析方法

根據牛頓第二運動定律，可知力與加速度關係為

$$F = ma$$

物體的加速度對於物體產生的影響有兩種：

1. 使得物體速率改變。
2. 使得物體運動方向改變。

等速率圓周運動就是第二種狀況，有一向心力全部用來改變運動方向，其力之方向恆指向運動軌跡之圓心。

一質點質量 m 做半徑 r 、速率 v 之等速率圓周運動，其向心加速度與半徑和速度之關係為

$$a = \frac{v^2}{r}$$

向心力可表示為 $F = m \frac{v^2}{r} \dots\dots\dots(1)$

又 $v = r\omega$ ， $F = mr\omega^2 \dots\dots\dots(2)$

又週期 $T = \frac{\omega}{2\pi}$ ， 帶入上(2)式可得 $F = m \frac{4\pi^2 r}{T^2} \dots\dots\dots(3)$

● 步驟大綱

1. 架設儀器
2. 旋轉平台的水平調整
3. 安裝光電閘和馬達
4. 向心力配件組合：
架設中心支架與側支架於 T 型槽，並決定旋轉半徑，將小彈簧和圓形指示片掛於中心支架，架設旋轉體並決定掛重。
5. 以電子天平秤量旋轉體和砝碼重量
6. 改變旋轉半徑(固定向心力和質量)
 - A. 量測砝碼質量並記錄
 - B. 選定一個旋轉半徑
 - C. 移動中心支架上隻指示托架使圓形指示片對其在指示托架位置
 - D. 移除懸掛砝碼
 - E. 使用直流馬達轉裝置，增加轉速使圓形指示片再次對齊指示托架位置
 - F. 利用光電閘和 Arduino 處理器量測轉動週期
 - G. 改變旋轉半徑，做五組不同半徑
7. 改變向心力
 - A. 量測砝碼質量並記錄
 - B. 選定一個旋轉半徑
 - C. 移動中心支架上隻指示托架使圓形指示片對其在指示托架位置
 - D. 移除懸掛砝碼
 - E. 使用直流馬達轉裝置，增加轉速使圓形指示片再次對齊指示托架位置
 - F. 利用光電閘和 Arduino 處理器量測轉動週期
 - G. 改變懸掛砝碼數量，做五組不同向心力
8. 改變旋轉體質量
 - A. 量測砝碼質量並記錄
 - B. 選定一個旋轉半徑
 - C. 移動中心支架上隻指示托架使圓形指示片對其在指示托架位置
 - D. 移除懸掛砝碼
 - E. 使用直流馬達轉裝置，增加轉速使圓形指示片再次對齊指示托架位置
 - F. 利用光電閘和 Arduino 處理器量測轉動週期
 - G. 改變旋轉體質量，做五組不同旋轉體質量