

# 角動量

## 實驗名稱：

A. 角動量守恆及向心力測量。(量化實驗)

## 實驗原理：

不受外力矩影響的系統遵守角動量守恆、  
圓周運動中向心力與角速度的關係。

## 實驗器材：

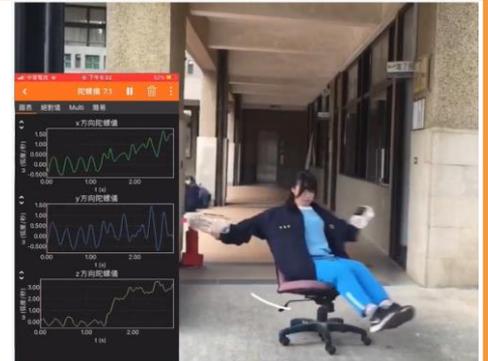
可旋轉的椅子、2000ml裝滿水寶特瓶\*2、手機\*1(皆須安裝phyphox)。

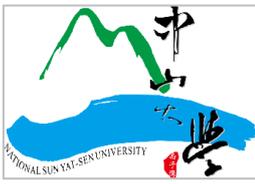
## 實驗步驟：

1. 手機(一支)面朝上與水瓶固定，開啟Phyphox選擇陀螺儀測量角速度(截圖)，坐在椅子上雙手握住水瓶，雙臂伸直。
2. 推動手臂使椅子旋轉，並**快速**將雙手收至胸前，紀錄收手前後的角速度、旋轉半徑的變化(手臂伸長時，手指到胸口的距離)以及水瓶質量，將手機綁在水瓶上測量。
3. 改變不同水量(1000ml、500ml)，並重複1.~3.步驟。
4. 計算收手前後之角動量( $r^2 \times m \times \omega$ )，查看是否一樣。
5. 紀錄不同水量和角速度變化量的關係，並解釋觀察到的現象。

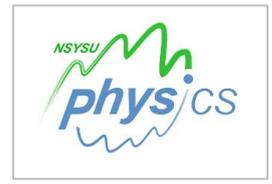
## 檢驗項目：

1. \*影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，有使用麥克風錄音。
2. \*影片中有自製《原理講解圖板》。
3. \*影片中有說明這一組的創意或創新。
4. phyphox 和電腦螢幕同步分享紀錄，錄影紀錄實驗時的畫面，並在數據上指出收手前瞬間、收手的過程、收手後的瞬間。
5. 影片中要講解角動量守恆的原理，對比實驗數據，結果是否相符，若不符請解釋原因。
6. 影片中要呈現手機的實驗結果，並講解如何選擇正確的數據，並在演示實驗時一起將實驗數據變化的過程秀出來。





# 111年生活物理 實驗演示 高中同學 實驗演示說明



## 角動量

### 實驗名稱：

#### B. 模擬克卜勒行星

### 實驗原理：

克卜勒行星第一、第二運動定律

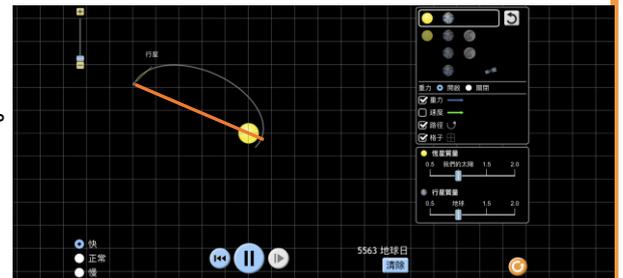
### 實驗器材：

1. 鐵鍋(底部全部都是圓弧，不能部分平底)、彈珠(或鋼珠)。
2. PhET 重力與軌道



### 實驗步驟 A：

1. 將重球球放在鐵鍋中心，當作恆星。
2. 將彈珠沿著鍋的邊緣輕輕放入不轉動，模擬無角動量的情況。
3. 將彈珠沿著鐵鍋壁丟出使球在鍋壁作圓周運動(5秒以上)
4. 模擬克卜勒第一定律，嘗試讓彈珠在鍋內作橢圓軌道的運動。
5. 模擬克卜勒第二定律，距離中心越遠速度越慢，距離中心越近越快，解釋角動量守恆與克卜勒第二定律之關係。
6. 影片慢動作拍攝且製作克卜勒第二定律、描出軌道圖。
7. 觀察彈珠的運動，並解釋為何無法模擬克卜勒第三定律

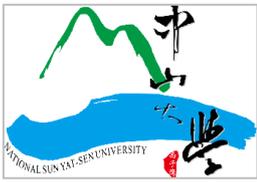


### 實驗步驟 B：

1. 進入PhET的 Gravity and Orbits 網址：  
[https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits\\_zh\\_TW.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/gravity-and-orbits/latest/gravity-and-orbits_zh_TW.html)
2. 移動行星，製作一個地日系統的橢圓形軌道，遠日點和近日點的比值需大於5。

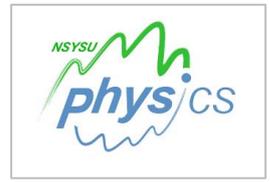
### 檢驗項目：

1. \*影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，有使用麥克風錄音。
2. \*影片中有自製《原理講解圖板》。
3. \*影片中有說明這一組的創意或創新。
4. 影片中要講解克卜勒三個行星運動定律。
5. 影片中要有用鐵鍋模擬行星運動，並繞行鐵鍋長達5秒，以及第二定律的模擬。
6. 影片要拍攝用手機模擬行星運動，並遠日點和近日點的比值需大於5。



# 110年 生活物理 實驗演示

## 高中同學 實驗演示說明



# 角動量

### 實驗名稱：

1. 角動量守恆及向心力測量。

### 實驗原理：

不受外力矩影響的獨立系統角動量守恆、圓周運動中向心力與角速度的關係。



### 實驗器材：

可旋轉的椅子、2000ml裝滿水寶特瓶\*2、手機\*2(皆須安裝phyphox)。

### 實驗步驟：

1. 手機(一隻)面朝上與水瓶固定，開啟phyphox選擇陀螺儀測量角速度(截圖)，坐在椅子上雙手握住水瓶，雙臂伸直。
2. 推動手臂使椅子旋轉。
3. 在椅子未停下之前將雙手收至胸前，紀錄角速度、旋轉半徑的變化、水瓶質量(截圖)。
4. 改變不同水量(1000ml、500ml)，並重複1.~3.步驟。
5. 開啟phyphox 選擇向心加速度。
6. 重複1.、2.步驟(只用手机就好)，並記錄數據(截圖)、旋轉半徑。

### 檢驗項目：

1. \*影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，有使用麥克風錄音。
2. \*影片中有自製《原理講解圖板》。
3. 影片中要講解角動量守恆的原理，對比實驗數據，結果是否相符，若不符請解釋原因。
4. 影片中要講解向心加速度和角速度的關係，對比實驗數據，結果是否相符，若不符請解釋原因。
5. 影片中要呈現手機的實驗結果，並講解其峰值代表的物理含意。
6. \*影片中有說明這一組的創意或創新。

# 角動量

## 實驗名稱：

2. 模擬克卜勒行星運動

## 實驗原理：

克卜勒行星三大運動定律

## 實驗器材：

鐵鍋(底部全部都是圓弧，不能部分平底)、  
彈珠(或鋼珠)、直徑約10cm的球(重一點，例如棒球)。



## 實驗步驟：

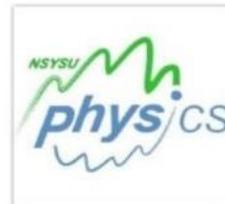
1. 將重球球放在鐵鍋中心，當作恆星。
2. 將彈珠沿著鍋的邊緣輕輕放入不轉動，模擬行星與恆星之間的吸引力。沒有角動量就會碰撞在一起。
3. 接著將彈珠沿著鐵鍋壁丟出使球在鍋壁做圓運動(5秒以上)
4. 模擬克卜勒第二定律(等面積定律)，嘗試讓彈珠在鍋內作橢圓軌道的運動。距離中心越遠速度越慢，距離中心越近越快，其角動量守恆。
3. 觀察彈珠的運動，並解釋為何無法模擬克卜勒第三定律。
4. 用克卜勒第三定律推導萬有引力公式。

## 檢驗項目：

1. \*影片為橫向拍攝、有字幕。影像清晰，有使用麥克風錄音。
2. \*影片中有自製《原理講解圖板》。
3. 影片中要講解克卜勒三個行星運動定律。
4. 影片中要有用鐵鍋模擬行星運動，並繞行鐵鍋長達5秒，以及第二定律的模擬。
5. \*影片中有說明這一組的創意或創新。



# 國立中山大學 物理系 生活物理演示 服務市民



## 角動量

### 行動演示-1：角動量守恆

高中生準備事項：無

利用角動量守恆

原理，使你不用

使力便可在轉盤

上旋轉



### 行動演示-2：輪子前進

高中生準備事項：無

利用角動量穩定車輪，使車輪可前進  
不倒下



### 行動演示-3：牛奶瓶實驗

高中生準備事項：無

改變半徑進而影響運動物體的轉速



### 行動演示-4：手機陀螺儀量測實驗

高中生準備事項：科學日誌

(Android)、PhysicsToolbox(IOS)

利用手機裡的陀螺儀感測向心加速度  
與角速率進而求出運動半徑





國立中山大學 物理系  
生活物理演示 服務市民

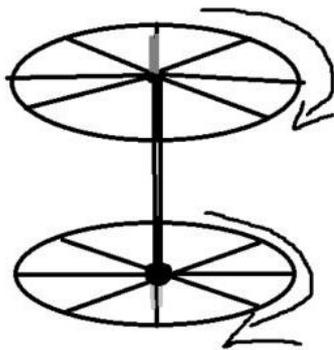


# 角動量

## 帳篷演示-1：雙輪實驗

高中生準備事項：無

利用角動量可相互加成的特性使車輪  
旋轉，在地上穩定直立



## 帳篷演示-2：橄欖球

高中生準備事項：無

利用角動量穩定橄欖球，使之可以穩  
定沿著可預測路線飛行



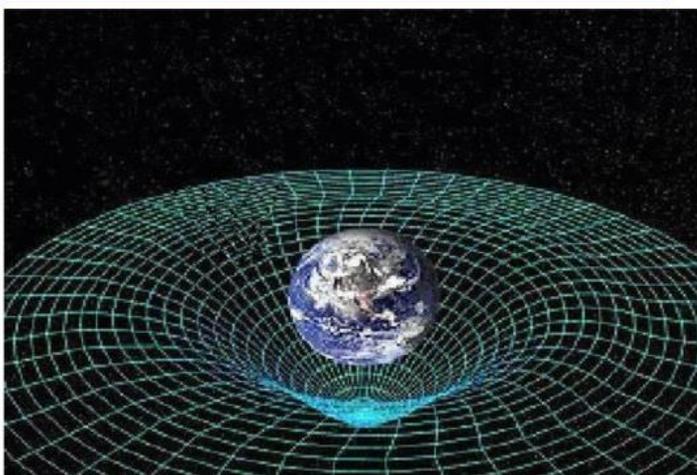
222/09

222/06

## 帳篷演示-3：重力場

高中生準備事項：無

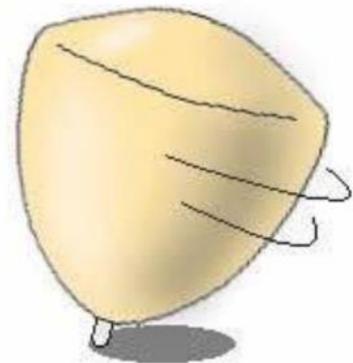
模擬重力場吸引周圍物體產生向心力



## 帳篷演示-4：進動

高中生準備事項：無

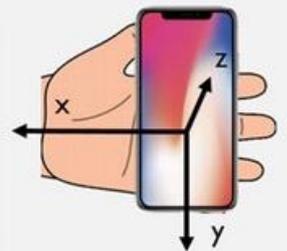
自轉物體之自轉軸又繞著另一軸旋轉  
的現象



# 演示實驗教學 角動量組

## 手機陀螺儀

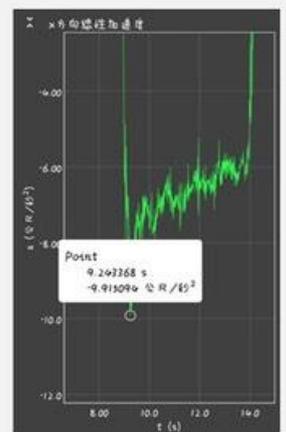
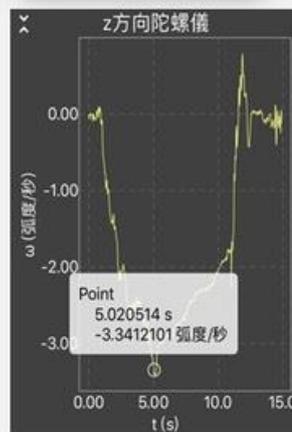
- 實驗內容: 利用App紀錄轉動時的向心加速度和角動量計算半徑, 驗證角動量公式。
- 實驗器材: 旋轉椅\*1 手機(下載Phyphox )\*2
- 實驗步驟:
  - 1) 手機打開Phyphox, 其中一台手機點選“不含重力之加速度(X向)”, 另一台手機點選“陀螺儀(Z向)”, 如右圖拿取。
  - 2) 被試驗者兩手各拿取一支手機並將手打直, 呈T字。
  - 3) 按下開始記錄, 由另一位同學將椅子旋轉。
  - 4) 將椅子停下, 停止紀錄後, 按  以讀取資料, 找向心加速度和角動量各別最大值, 帶入:



$$a_c = \omega \times R$$

$$\left\{ \begin{array}{l} a_c \text{ 向心加速度} = \text{不含重力之加速度(X向)} \\ \omega \text{ 角動量} = \text{陀螺儀(Z向)} \\ R = \text{已知臂長(公尺)} \end{array} \right.$$

得出已知臂長。



## 牛奶瓶實驗

圖一



- 實驗內容:控制旋轉半徑的長短,感受角動量守恆使轉速改變的現象。
- 實驗器具:一張能夠旋轉的椅子、兩個等重的重物(可用裝滿水的水壺、寶特瓶、小啞鈴來代替牛奶瓶)。
- 步驟:

圖二



- 1.一人坐在椅子上,雙手張開並且手拿兩重物(如圖1,圖片中的重物為牛奶瓶),另一人推動椅子上的同學,使他旋轉。
- 2.開始旋轉後,快速將雙手縮進身體(如圖2),感受轉速的改變。