

## 實驗四 簡諧運動實驗

### 一、目的：

利用彈簧探討簡諧運動的特性，以及周期與振幅、彈性常數、質量等等的關係，並測量彈性係數。

### 二、原理與方法：

只要物體在某固定區間內，以相等的時間來回往復運動，即為「諧運動(harmonic motion)」。在諧運動狀態下的物體，若其所受的力與位移量成正比，則此「諧運動」可稱為「簡諧運動(simple harmonic motion)」。即

$$F = -kx$$

其中  $F$  為回復力， $x$  為位移，負號表回復力  $F$  的方向與位移  $x$  的方向相反， $k$  為比例常數。如果在彈簧系統中，則  $k$  為彈性常數，(1)式即為虎克定律。

由牛頓第二運動定律知

$$F = ma = m \frac{d^2x}{dt^2}$$

所以

$$m \frac{d^2x}{dt^2} = -kx$$

解得

$$x(t) = A \cos \omega t, \quad \omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$t$  表時間， $A$  表振幅， $\omega$  為角頻率。又

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

所以

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$k = \frac{4\pi^2 m}{T^2}$$

故知振動頻率與彈性常數及物體質量有關，而與振幅無關。

### 三、儀器設備：

氣墊軌道台、滑走體、彈簧、砝碼、 $\Gamma$ 型光電閘、送風機。

### 四、實驗步驟：

#### (一) 以虎克定律求彈簧之彈性常數

1. 測量彈簧下方懸掛之砝碼質量為 50 g、70 g、90 g、110 g、130 g 時之彈簧伸長量。

2. 將砝碼質量對彈簧伸長量作圖，求出斜率，即得到彈簧的彈性常數。
3. 重複以上步驟，至少測量 4 條彈簧之彈性常數。

### (二) 以簡諧運動求出彈簧之彈性常數

1. 以送風管，連接送風機和氣墊軌道台。將滑走體置於氣墊軌道台中，然後打開送風機。調整氣墊軌道台的水平旋鈕，使滑走體不會因傾斜而自行移動。
2. 選取兩條彈簧，分別勾住滑走體及軌道兩端。
3. 將滑走體由平衡點移動 10 cm，使其做簡諧運動，記錄其振盪 20 次的時間，算出周期。
4. 依次移動 15 cm、20 cm、25 cm、30 cm，重覆前一步驟，測得其平均週期後，即可求得此系統之彈性係數。
5. 比較由虎克定律求得之彈性常數與由簡諧運動所求得之彈性常數。
6. 選取不同之彈簧，重覆上述步驟。

### (三) 周期與滑走體質量的關係

1. 選取一組彈簧，固定振幅，逐次在滑走體掛上砝碼，記錄周期與滑走體質量的關係。

## 五、問題：

1. 討論周期與振幅的關係，並說明為何振幅與周期無關。
2. 比較由虎克定律與簡諧運動所求出的彈性常數，並分析兩者誤差來源。
3. 滑走體兩側用兩條不同的彈簧，則其作用相當於兩條彈簧串聯還是並聯在滑走體上？為什麼？
4. 在周期與滑走體質量關係圖中，直線是否通過原點？若否，為什麼？

**物理實驗記錄表格**  
**實驗四、簡諧運動實驗**

實驗時間：        年        月        日        姓名： \_\_\_\_\_

(一) 以虎克定律求彈簧之彈性常數

彈簧 1		
砝碼質量 (g)	伸長量 (cm)	彈性常數
50		
70		
90		
110		
130		

彈簧 2		
砝碼質量 (g)	伸長量 (cm)	彈性常數
50		
70		
90		
110		
130		

彈簧 3		
砝碼質量 (g)	伸長量 (cm)	彈性常數
50		
70		
90		
110		
130		

彈簧 4		
砝碼質量 (g)	伸長量 (cm)	彈性常數
50		
70		
90		
110		
130		

