

## ● 實驗名稱

### 簡諧運動

## ● 實驗目的

研究滑車在空氣軌上摩擦力很小的情況下，因彈簧恢復力而做的簡諧運動。

## ● 實驗儀器

滑車軌道裝置，滑車二（其一為阻尼滑車(紅邊)，下方含磁鐵)，砝碼及彈簧數個，碼錶，攝影機，安裝 Loggerpro 軟體之電腦，方格紙。

## ● 原理與分析方法

物體受恢復力的作用會做週期性運動，在位移不大的情況下，恢復力和該物體以平衡位置為原點的位移成正比而且恢復力的方向與位移方向相反。受這個恢復力作用的物

體之運動方程式為： $m \frac{d^2x}{dt^2} = -kx$  ( $k$  為力常數， $m$  為物體質量)

$x = A \sin(\omega t + \phi)$  ( $\omega$ : 角頻率， $\phi$  為起始位置)

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

若彈簧無質量，週期  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

若彈簧有質量， $T = 2\pi \sqrt{\frac{m + \frac{1}{3}m_s}{k}}$ ，( $m_s$  為彈簧質量)

## ● 步驟大綱

(一)測量靜態彈性係數及動態彈性係數:

1. 利用  $F = -kx$  的關係式來測量靜態彈性係數  $k_s$ : 將彈簧鉛垂懸掛，一面增加掛在彈簧下端的砝碼，一面記錄彈簧的伸長量，在方格紙上，以砝碼重量  $F$  (單位為牛頓或達因) 為縱坐標，伸長量  $x$  (公尺或厘米) 為橫坐標，畫出  $F$  與  $x$  的關係圖，此斜率即為靜態彈性係數  $k_s$ 。

2. 以彈簧懸掛一個物體而形成一個系統，使懸掛物做簡諧運動，測量其週期

由  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ ，可得動態彈性係數  $k_d$

(二)週期  $T$  與滑車質量  $m$  的關係

1. 測量滑車質量，做好軌道校正。

2. 將滑車置於軌道，將兩條彈簧的一端分別固定在軌道的兩端，使滑車在軌道上有數厘米的位移後，放開滑車使之振盪，測量振盪週期。

3. 使用滑車，加50 克及加100 克砝碼，在同樣情形下，測量各個週期

4. 將所得的數據畫在一全對數紙(log-log paper)上，以  $T$  為縱座標，質量為橫座標作圖

這個圖形找出週期 $T$ 和滑車質量 $m$ 間的關係，證明 $T$ 正比於 $\sqrt{m}$

(三)週期 $T$  和彈性係數 $k$  的關係

1. 取不同彈性係數之彈簧測量各不同彈性係數的彈簧所造成的週期。

(四)選一組  $m$  與  $k$ ，以實驗證明：週期  $T$  與振幅  $A$  之大小無關。

(五)速率 $v_x$ 和距離平衡位置的位移  $x$  間的關係

請將所有數據列成表，並檢查這些數據是否符合下列二式：

$$v_x = v_0 \frac{\sqrt{A^2 - x^2}}{A}$$

或

$$\frac{1}{2}kx^2 + \frac{1}{2}mv_x^2 = \text{常數}$$

(六)阻尼的影響

將滑車換為紅邊阻尼滑車，利用磁鐵移動之渦電流造成阻尼運動，再次實驗。