

扭擺實驗

套件組包含儀器

1	扭擺配件	ME-6694	ME-6694
2	大型底座	ME-8735	ME-8735
3	45 公分支撐桿	ME-8736	ME-8736
4	迷你轉動配件	CI-6691	CI-6691
5	轉動感應器	CI-6538	PS-2120
6	力量感應器	CI-6746	PS-2104

套件內不含但須使用之儀器

1	天平	SE-8757	SE-8757
2	電腦介面	科學工作室系列	探險家系列
3	操作軟體	CI-6870	CI-6870
4	夾子	一般夾子	一般夾子

簡介

扭擺實驗是由一條扭力線綁在繫有其他物體的轉動感應器上所構成的。由角度置換與時間關係圖的斜率來決定震盪週期。理論值的計算，其中轉動慣量是由量測物體的體積質量來決定。扭力彈簧常數則是由力對角度置換關係圖的斜率測得。

理論：

假定一個扭繩兩端固定。如果繩子被扭轉，會有產生一力矩使其回覆到原始狀態。在小範圍內，此力矩與扭轉角度成正比。

$$\tau = k\Theta \quad (1)$$

其中 K 為扭力彈簧常數。

當一個物體被綁在繩上，扭轉並釋放，此物會產生一震盪週期運動，週期為 T：

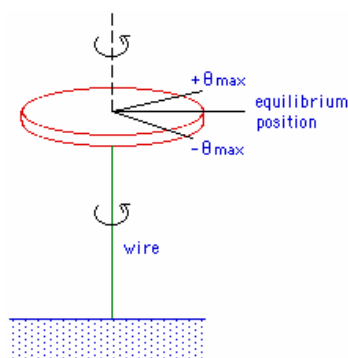
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{K}} \quad (2)$$

其中 I 為轉動慣量。

根據理論，環的轉動慣量 I：

$$I = \frac{1}{2} M(R_1^2 + R_2^2) \quad (3)$$

其中 M 為環的質量，R1,R2 為內外徑的半徑。



盤的轉動慣量 I:

$$I = \frac{1}{2}MR^2 \text{ ---(4)}$$

其中 M 為盤的質量，R 為盤的半徑。

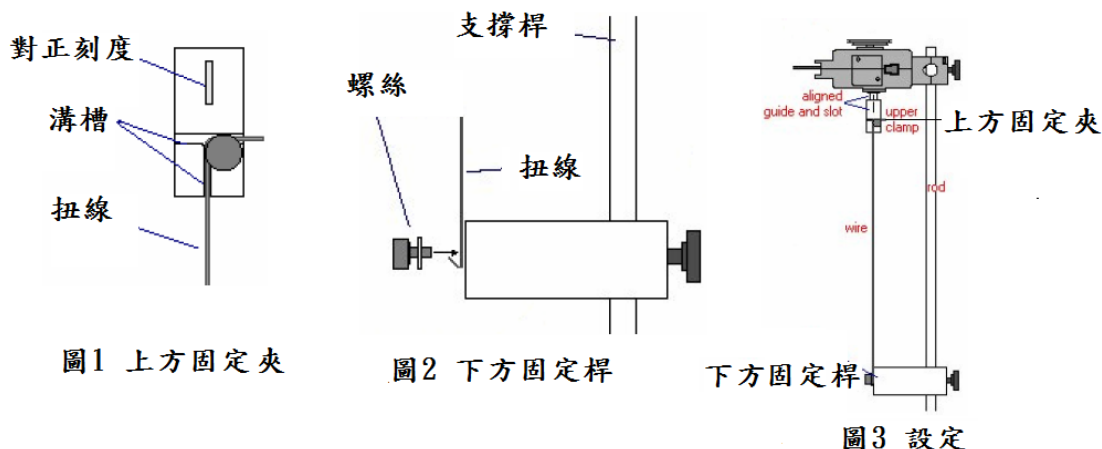
對點質量而言，轉動慣量 I

$$I = MR^2 \text{ ---(5)}$$

直中 M 為質量，R 為轉動圓圈的半徑。

實驗設定

1. 選擇直徑 0.032”扭線，用鉗子將扭線的兩端彎成 L 型。
2. 如圖 1、2 所示將扭線安裝在上下固定夾。確定螺絲皆有鎖緊。
3. 如圖 3 調整旋轉感應器的位置使其與上方固定夾的刻線可以對齊。
4. 如圖 3 調整上方固定夾的高度。注意：若更換其他扭線，請維持至上下方固定夾的固定的長度。
5. 將轉動感應器以及力量感應器接到主機上。
6. 開啟 DataStudio 中 Torsional Pendulum 檔案。



步驟

A. 決定扭力彈簧常數

1. 量測轉動感應器中間滑輪的半徑(公尺)。將此半徑輸入至 DataStudio 中的計算機視窗。力矩，其中 F 為力量感應器所量測到的力。
2. 取約 20 公分的繩子綁繞在轉動感應器的小滑輪上。之後，將繩子一端穿過中間滑輪的刻痕上，並將繩子繞中滑輪 3 次。將繩子的末端接在力量感應器上。
3. 如圖 4 握助力量感應器，使其高度與轉動感應器的滑輪同高。



圖 4

4. 在繩子鬆弛的狀態下，將力量感應器歸零。按下 DataStudio 的啟動鈕開啟記錄數據。水平拉力量感應器直至轉盤轉一圈。按下停止鈕。
5. 利用適配工具來決定”力矩與角度”關係圖中的斜率。該斜率與扭力彈簧常數相同，見公式 1。

B. 決定轉動慣量

1. 量測盤的直徑與質量。
2. 利用公式 4 計算盤的轉動慣量。

C. 計算理論震盪週期

利用原盤的轉動慣量以及扭線的扭力彈簧常數，利用公式 2 計算週期的理論值。

D. 量測震盪週期

1. 將力量感應器移開。只要不會干擾震盪，可不理會繩子。將盤轉動 1/4 圈。
2. 點選”角度對時間”的關係圖。按下啟動鈕並釋放盤。
3. 當數次的震盪完成之後，按下停止。
4. 利用智能工具找出震盪週期。
5. 比較量測到的週期與理論週期的差異百分比為何？

E. 重複實驗

1. 增加一個環，並重複步驟 B 至 D。
2. 將盤與環移開，只使用一支桿並在兩端放質量塊，重複步驟 B 至 D。本實驗可忽略桿子的轉動慣量，因為相對於點質量，桿子的轉動慣量很小。 $I = \frac{1}{12} mL^2$ ， m 為桿子質量、 L 為桿子長度。



圖 5 點質量

問題：

1. 哪一個扭線很難扭轉？由 κ 可得知扭線對於對抗彎曲或是扭轉的什麼訊息？
2. 哪一種扭線會震盪的較快（週期較小）？
3. 週期與扭線難以旋轉有何關連？請解釋。
4. 利用同樣的扭線，哪一種物體有較小的轉動慣量？
5. 利用同樣的扭線，哪一種物體的週期比較快？
6. 週期與物體的轉動慣量有關係？
7. 忽略點質量慣動慣量實驗中桿的轉動慣量會造成多少誤差？
8. 在本實驗中是否有其他任何的轉動慣量被忽略？
9. 你能夠如何利用扭擺量決定架設在轉動感應器上的物理的轉動慣量？