

普通物理實驗報告

(結報)

實驗三、向心力

班級：物理系大一

組別：B3

姓名：陳博堯

學號：410214208

同組組員：羅際光

實驗日期：10/31

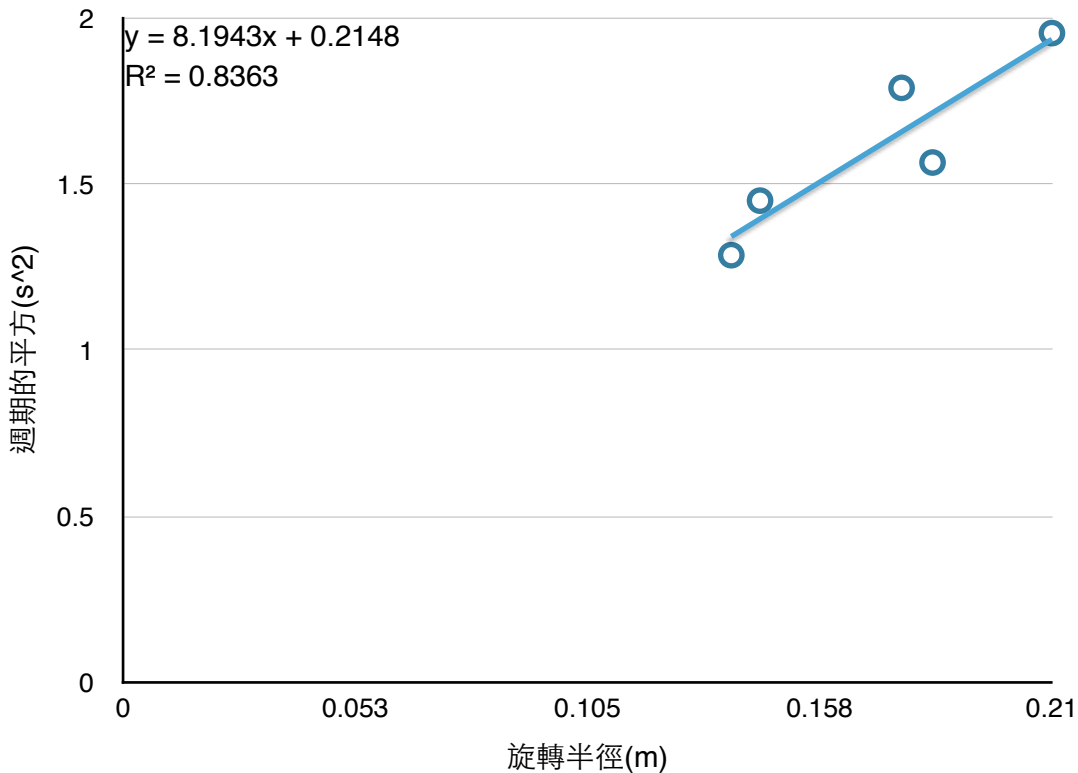
伍、實驗數據：

(一)、在固定向心力及質量的情況下，改變旋轉半徑
<表一>

	1	2	3	4	5
半徑(m)	0.1830	0.1760	0.1440	0.1375	0.2100
平均週期(s)	1.2508	1.3377	1.2040	1.1337	1.3948
週期的平方(s ²)	1.5645	1.7894	1.4496	1.2853	1.9544

上表中的半徑為在此情況下所直接量測的量（物體質量為0.20838(kg)、向心力為2.3512(N)、均勻地球重力場9.8(m/s²))，其中平均週期是物體作等速率圓周運動角位移為 20π 的平均週期，故平均週期為直接量測的時間/10。

旋轉半徑對週期平方作圖



上圖是以旋轉半徑(m)對週期平方(s²)所繪製的散佈圖，圖中的直線為依最小平方法所繪製的最佳回歸直線，由R²和最佳回歸直線的趨勢可看出此數據呈現高度正相關。

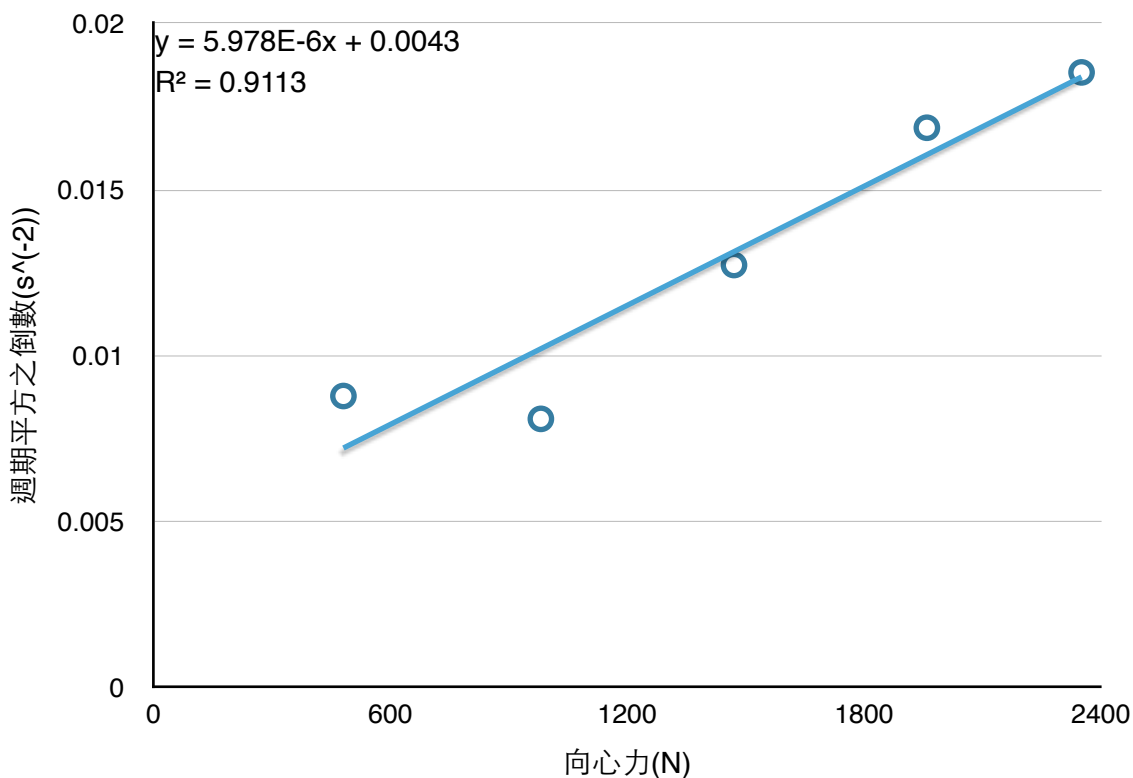
(二)、在固定質量及旋轉半徑的情況下，改變向心力

<表二>

	1	2	3	4	5
向心力(m)	480.9	981.18	1470.5	1959.2	2351.2
平均週期(s)	10.673	11.118	8.8647	7.7013	7.3463
週期的平方之倒數(s ⁻²)	0.0087786	0.0080900	0.012725	0.016861	0.018529

上表中的半徑為在此情況下所直接量測的量（物體質量為0.20838(kg)、向心力為2.3512(N)、均勻地球重力場9.8(m/s²)）。向心力即為砝碼所受的重力，故量測出砝碼的質量，再利用牛頓第二運動定律推算出向心力的大小，平均週期是物體作等速率圓周運動角位移為 20π 的平均週期，故平均週期為直接量測的時間/10。

週期平方之倒數對外力的作圖



上圖是以向心力(N)對週期平方之倒數(1/s²)所繪製的散佈圖，圖中的直線唯依最小平方方法所繪製的最佳回歸直線，由R²可看出此數據呈現高度相關性，且此兩變量之間的相關性較（一）中變量的相關性高。在此我們以假設牛頓力學是正確的，因為我們使用它來推算出向心力。

陸、結果討論：

(一)、在固定向心力及質量的情況下，改變旋轉半徑

我們由牛頓力學以及運動方程式可以推出 $F_c=4mR(\pi/T)^2$ ，在固定 F_c 以及 m 的情況下，可知 T^2 與 R 成正比，若把上述最佳回歸直線的截距忽略即為一條正比函數；但由此方程式的最佳回歸直線($y=8.1943x+0.2148$)的截距來看，對於此函數的值域($1.2853 < y < 1.9544$)來說，此截距應是不可忽略的。

我們只能夠猜測此兩變量間呈現線性關係，雖然這兩個變量呈現高度相關，但相關係數又不是那麼的接近1，我認為絕大部分的誤差是在測量週期時所產生的，因為在測量物體旋轉週期時，我們必須定義一個起始點(也就是按下光電計時器開關)，才可測量物體旋轉10圈所需的時間，但這必須在物體旋轉時去定義起始點，在這邊就會有很大的誤差產生，我們可以很容易可以察覺到這個問題。

假設我們搭乘一檯時光機，回到Maxwell還活著的年代，如果你可以認同牛頓力學的理論，那麼你也必須認同在此實驗中 T^2 與 R 必定呈現正比關係，牛頓力學我們可以從簡單的實驗來去驗證，但在此次實驗數據來說，我們只可以勉強推論出 T^2 與 R 成線性關係。

(二)、在固定質量及旋轉半徑的情況下，改變向心力

由 $F_c=4mR(\pi/T)^2$ ，在固定 R 以及 m 的情況下，可知 T^{-2} 與 F_c 成正比，若把上述最佳回歸直線的截距忽略即為一條正比函數；但由此最佳回歸直線的截距(0.0043)與此函數的值域($0.00809 < y < 0.016861$)比較，對於此函數來說，此截距應是不可忽略的，可以勉強推論出應為線性關係。

此次實驗最大的誤差來源跟(一)的來源絕對是一樣的，但我們在計算向心力時用到牛頓力學來計算向心力的大小，也就表示說我們已經認同牛頓的理論(也就是 $1/T^2$ 正比 F_c)，但我們在此兩變量間得到的關係是成線性關係，此結果與我們所認同的有矛盾，我們或許可以認為這是誤差所產生，但也有可能是牛頓的理論有些許地方錯誤。

柒、結論：

(一)、在固定向心力及質量的情況下，改變旋轉半徑

在牛頓力學是正確的情況下，測量週期的實驗誤差導致實驗誤差，造成 T^2 與 R 呈現關係。

(二)、在固定質量及旋轉半徑的情況下，改變向心力

以下可能有兩種情形

1. 實驗證明牛頓力學的錯誤，可能牛頓力學有些地方錯誤，需要修正。
2. 牛頓力學為正確的，應是測量週期的實驗誤差過大導致矛盾，所以仍可認為 F_c 正比於 $1/T^2$ ，此實驗結果為失敗。

捌、心得感想：

此次實驗要定義起始點真的太困難了，每一次定義的起始點大概都會有不小的落差，導致做出來的結果是矛盾的。向心力也是牛頓力學裡的一部份，我認為這是在考驗牛頓力學的正確性，因此這樣矛盾的結果會讓我懷疑牛頓力學的正確性，雖然愛因斯坦早已修正了牛頓力學，但誰曉得或許在某些特定的情況下，牛頓力學會不適用呢？