

壹●前言

要量測當地的重力加速度，對於高二生而言，最容易、最簡單的方式是自由落體、水平拋射或單擺實驗，甚至用手機的Phyphox App直接量測，但本研究捨棄上述簡易方式，嘗試用彈簧的『虎克定律』及『簡諧運動週期公式』聯合共同量測當地的重力加速度；Tracker軟體提供將運動物體的空間位置與對應時間數位化的功能，並可以從事運動學的分析(楊，2012)，因此，本研究也利用此軟體的功能做彈簧簡諧運動動跡追蹤，量測其週期。

貳●本文

一、物理公式

本研究使用物理公式為『虎克定律』及『簡諧運動週期公式』，其公式如下：

$$F = kx \text{ -----(1), } F : \text{外力, } k : \text{力常數(單位 kgw/m), } x : \text{伸長量, } T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{K}} \text{ -----(2),}$$

T : 週期, m : 質量, K : 力常數(單位 Nt/m)(姚…, 民 107)。由(1)式, 改為 $k = \frac{F}{x}$,

而(2)式, 改為 $K = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 m$; 雖然 k 單位 kgw/m, 其實也可以 kg/m, 因此 $\frac{K}{k}$ 比值單位

為 m/s^2 , 和重力加速度單位相同, 可見 $\frac{K}{k}$ 比值就是當地重力加速度。

二、實驗器材及設備

本研究器材及設備, 如圖 1-1、圖 1-2 及圖 1-3。

『彈』出重力加速度



圖 1-1：實驗器材



圖 1-2：實驗裝置，有支架、彈簧、砝碼及手機拍攝

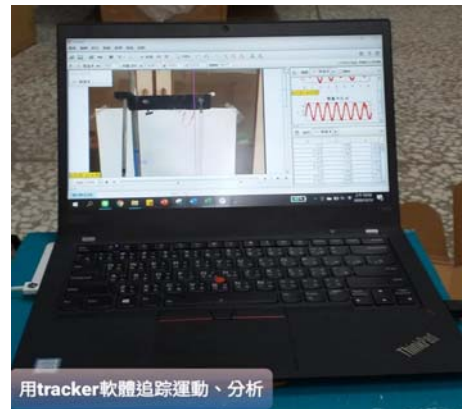
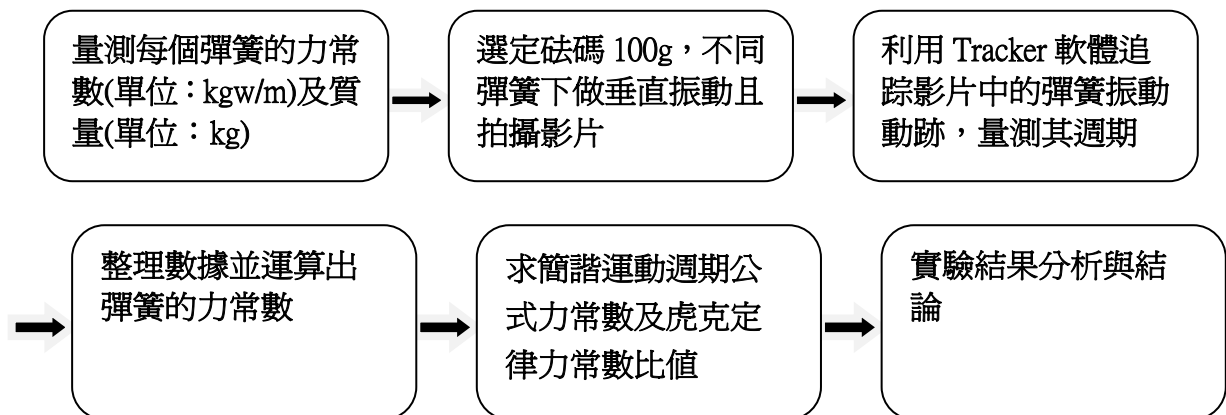


圖 1-3：實驗使用 Tracker 軟體

三、實驗步驟

本研究的實驗步驟如下：



四、實驗數據

1、量測彈簧的力常數、質量，其實驗數據如圖 2-1~圖 2-4 及表 1

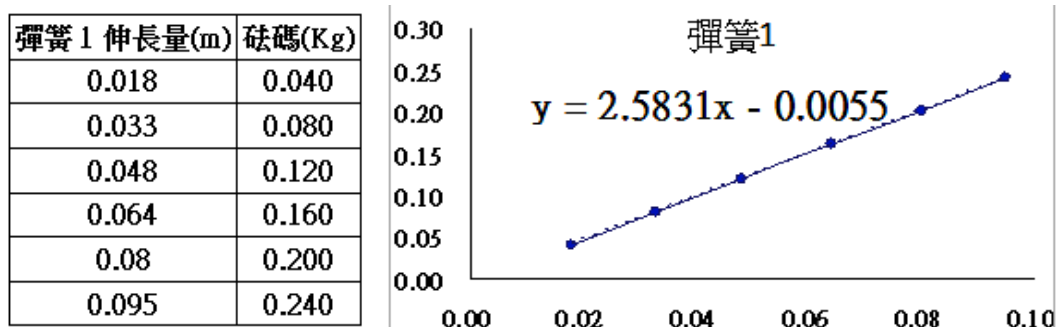


圖 2-1：由線性方程式求出彈簧 1 的力常數 2.5831kgw/m

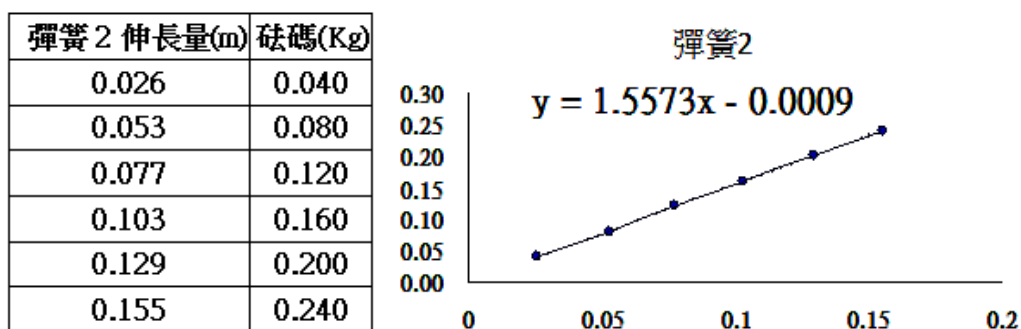


圖 2-2：由線性方程式求出彈簧 2 的力常數 1.5573kgw/m

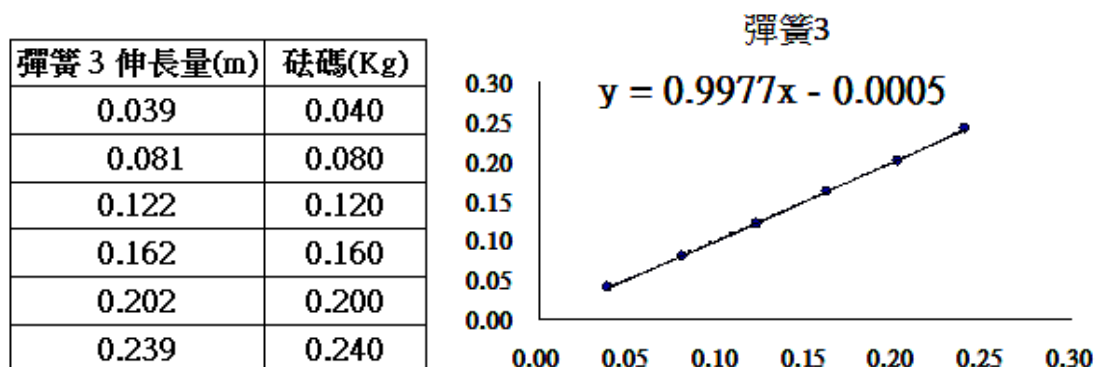


圖 2-3：由線性方程式求出彈簧 3 的力常數 0.9977kgw/m

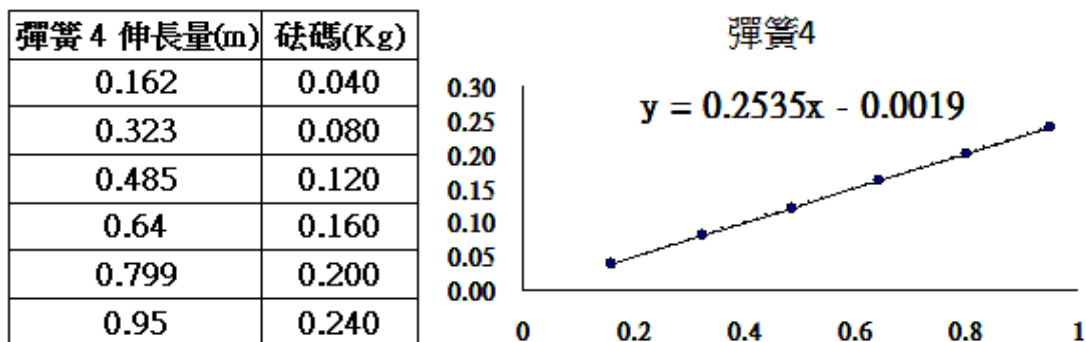


圖 2-4：由線性方程式求出彈簧 4 的力常數 0.2535kgw/m

表 1：彈簧 1~彈簧 4 之力常數及質量

彈 簧	彈簧 1	彈簧 2	彈簧 3	彈簧 4
力常數(kgw/m)	2.5831	1.5573	0.9977	0.2535
彈簧質量(kg)	0.02709	0.02472	0.01988	0.00913

2、相同砝碼(選定 100g)，不同力常數(不同彈簧)下，彈簧垂直振動時，除了砝碼質量外，彈簧也有質量存在，所以本研究的砝碼質量改為修正質量，即是砝碼質量加

上 1/3 的彈簧質量($m_{修} = m_{砝} + \frac{m_{彈}}{3}$)(宜大，2005)；其 Tracker 軟體追蹤振動動

跡圖如圖 2-1~圖 2-4；實驗數據如表 2。

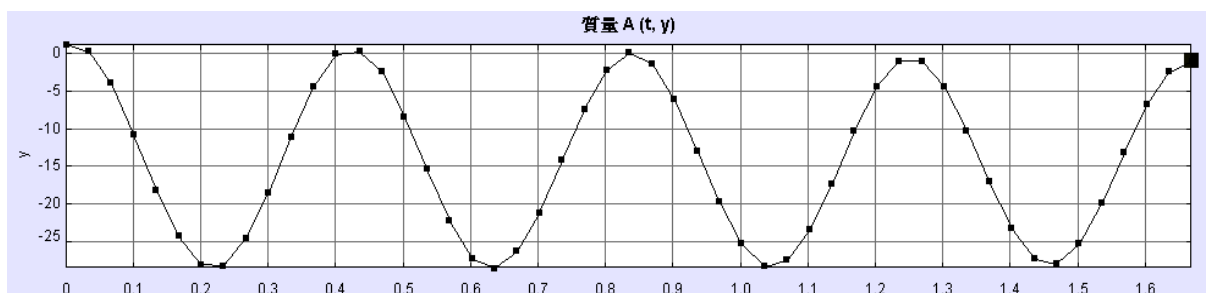


圖 2-1：彈簧 1 的修正質量 109 克(砝碼 100 克)，4 個週期時間 1.652 秒，平均週期 0.413 秒

『彈』出重力加速度

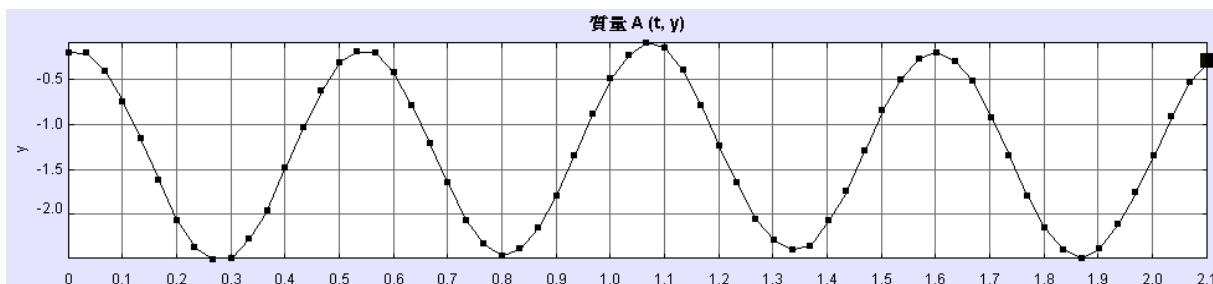


圖 2-2：彈簧 2 的修正質量 108 克(砝碼 100 克)，4 個週期時間 2.108 秒，平均週期 0.527 秒



圖 2-3：彈簧 3 的修正質量 107 克(砝碼 100 克)，4 個週期時間 2.636 秒，平均週期 0.659 秒

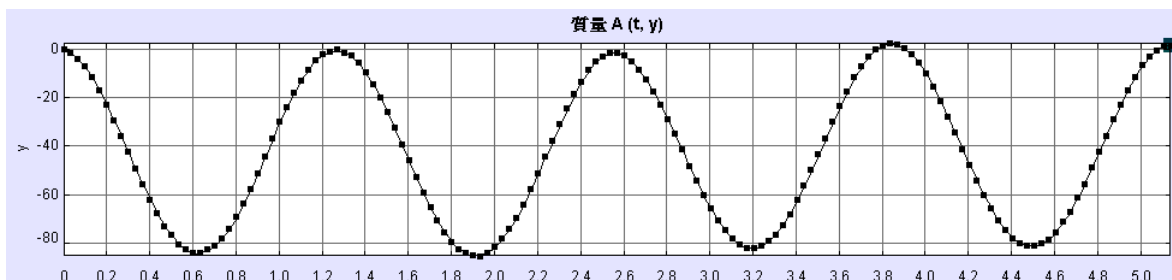


圖 2-4：彈簧 4 的修正質量 103 克(砝碼 100 克)，4 個週期時間 5.136 秒，平均週期 1.284 秒

表 2：彈簧垂直振動週期與力常數的數據

彈簧編號	砝碼質量(kg)	修正質量(kg)	週期(s)	力常數(kg w/m)
彈 4	0.1	0.103	1.284	0.2535
彈 3	0.1	0.107	0.659	0.9977
彈 2	0.1	0.108	0.527	1.5573
彈 1	0.1	0.109	0.413	2.5831
註解	修正質量=砝碼質量+1/3 的彈簧質量($m_{修} = m_{砝} + \frac{m_{彈}}{3}$)			

五、實驗結果：根據表 1 及表 2 整理和運算，其結果得到台中地區重力加速度為 9.775 m/s^2

如表 3；利用手機的 Phyphox App 量測重力加速度約 9.70 m/s^2 之比較，如圖 3，兩者數值相去不遠。

表 3：由表 1 和表 2 運算的結果

彈簧編號	力常數(kg w/m)	力常數(Nt/m)	重力加速度(m/s^2)
彈 4	0.2535	2.4675	9.734
彈 3	0.9977	9.6930	9.715
彈 2	1.5573	15.3861	9.880
彈 1	2.5831	25.2353	9.769
註解	台中地區重力加速度平均值： 9.775 m/s^2		



圖 3：利用 Phyphox App 量測重力加速度約 9.70 m/s^2

肆、結論

一、本研究實驗使用彈簧(彈簧 1~彈簧 4)，在彈性限度下，均符合『虎克定律』。

二、彈簧有質量存在，振動週期公式中質量須改為修正質量=砝碼質量+ $\frac{1}{3}$ 彈簧質量，換

言之，彈簧簡諧運動週期公式改為 $T = 2\pi \sqrt{\frac{(m_{\text{砝}} + \frac{m_{\text{彈}}}{3})}{K}}$ 。

三、Tracker 軟體提供了一個非常好的方法(江…，2016)，尤其用於彈簧簡諧運動，它先
準確把每彈簧振動週期量測出來，才能算出每彈簧的力常數。

四、本研究用虎克定律及彈簧簡諧運動週期公式分別得到兩個力常數，這兩個力常數之
比值即是台中地區重力值，約為 9.775 m/s^2 。

伍、參考資料

- 1、楊仲準，應用於物理教學之影像數位分析技術，物理教育學刊，第十三卷第一期，41-50，2012。
- 2、宜蘭大學，實驗五 質量的測量，普通物理實驗，第4版，2005
- 3、姚珩…等，基礎物理(二)B，翰林出版，四版，191-196，民107。
- 4、江俊明、洪耀正、鄭翰陽，簡諧運動教學實驗設計，物理教育學刊，第十七卷第二期，47-56，2016。