

# 113學年度普通型高級中等學校數理及資訊學科能力競賽 第5區複賽物理科實驗參考解

1. 磁鐵 A 固定在電子天平的中心，在磁鐵 B 未靠近以前，磁鐵 A 受到向下的重力與電子天平給的向上正向力作用，達靜力平衡狀態，其中正向力跟磁鐵給電子天平的力大小相等方向相反，故正向力大小即電子天平顯示之讀數。  
(天平讀數=正向力大小=重力大小)

當磁鐵 B 從磁鐵 A 的正上方慢慢靠近，有兩種種況：

- (1) 兩磁鐵為異性極相對(一個 N 極，另一個 S 極)，則兩磁鐵間為吸引關係，此時磁鐵 A 受到向下的重力、向上正向力以及向上之磁力作用。

⇒重力大小=正向力大小(天平讀數)+磁力大小

當磁鐵 B 越靠近則磁鐵 A 所受向上之磁力就越大，在靜力平衡與重力固定之條件下，正向力會減少，即電子天平讀數會減少。

當磁鐵 B 靠近到使磁力大小超過磁鐵 A 的重力，則電子天平因測量不到而未有讀數。

- (2) 兩磁鐵為同性極相對(同為 N 極或同為 S 極)，則兩磁鐵間為排斥關係，此時磁鐵 A 受到向下的重力、向上正向力以及向下之磁力作用。

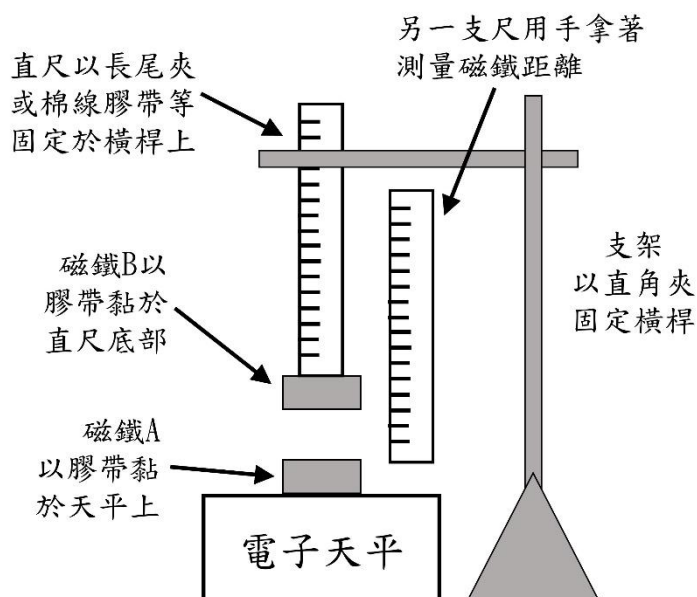
⇒重力大小+磁力大小=正向力大小(天平讀數)

當磁鐵 B 越靠近則磁鐵 A 所受向下之磁力就越大，在靜力平衡條件下，正向力會增加，即電子天平讀數會增加。

且依本實驗器材測試，在兩磁鐵距離2公分以前，磁力呈現緩緩增加趨勢，而兩磁鐵距離2公分以後，磁力則轉為急速增加。

2.

實驗裝置示意圖：



### 實驗步驟：

- (1) 將磁鐵 A 固定於電子天平的中心，並將電子天平歸零。
- (2) 如實驗裝置示意圖架設器材，兩磁鐵設定為同性極相對。
- (3) 調整直角夾，使磁鐵 B 位於磁鐵 A 正上方 6cm，紀錄此時兩磁鐵間距離與電子天平之讀數（此時電子天平讀數即兩磁鐵間之作用力）。
- (4) 再次調整直角夾，改變磁鐵 B 與磁鐵 A 之距離，重複步驟(3)14次。
- (5) 將兩磁鐵間的作用力與距離取對數計算回歸線，由回歸線公式可得兩者之次方關係。
- (6) 依回歸線方程式作  $\log(F)$  對  $\log(x)$  的關係圖。

### 數據紀錄：

磁鐵 A 固定於電子天平中心後，電子天平校正歸零，磁鐵 B 未靠近前天平讀數=0.00 gw

為方便分析將  $F$  與  $x$  取對數：

兩磁鐵間距離 $x$ (cm)	兩磁鐵間作用 $F$ (gw)
6.00	0.11
5.40	0.17
4.90	0.24
4.40	0.35
3.90	0.56
3.60	0.81
3.40	1.11
2.90	1.91
2.70	2.40
2.40	4.57
2.10	6.15
1.90	9.65
1.60	22.85
1.20	57.80
1.00	102.30

$\log(x)$ (cm)	$\log(F)$ (gw)
0.78	-0.96
0.73	-0.77
0.69	-0.62
0.64	-0.46
0.59	-0.25
0.56	-0.09
0.53	0.05
0.46	0.28
0.43	0.38
0.38	0.66
0.32	0.79
0.28	0.98
0.20	1.36
0.08	1.76
0.00	2.01

備註：因一開始已做歸零校正扣除磁鐵重力，紀錄時電子天平讀數等於磁鐵所受磁力大小，即兩磁鐵間之作用力。

### 3. 分析與作圖：

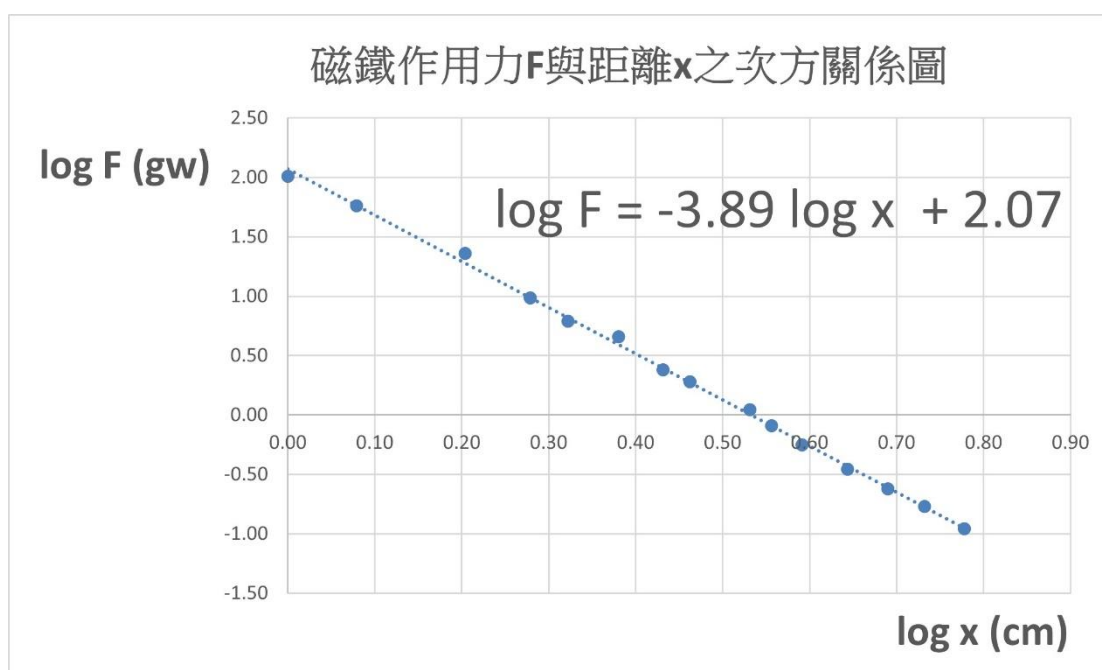
為找出題目(方程式1)中的常數  $p$  的值，應做  $\log(F)$  對  $\log(x)$  的關係圖，說明如下：

由方程式1： $F \propto x^p$

可假設  $F = Ax^p$ ，其中  $A$  為比例常數

$$\begin{aligned}\text{若將此式取對數可得} \quad & \log(F) = \log(Ax^p) \\ & \Rightarrow \log(F) = \log(A) + \log(x^p) \\ & \Rightarrow \log(F) = \log(A) + p \cdot \log(x)\end{aligned}$$

根據此推導可知，做  $\log(F)$  對  $\log(x)$  的關係圖(即  $F$  對  $x$  的次方關係圖)，其回歸線方程式  $\log(x)$  項之係數即為所求  $p$  的值。

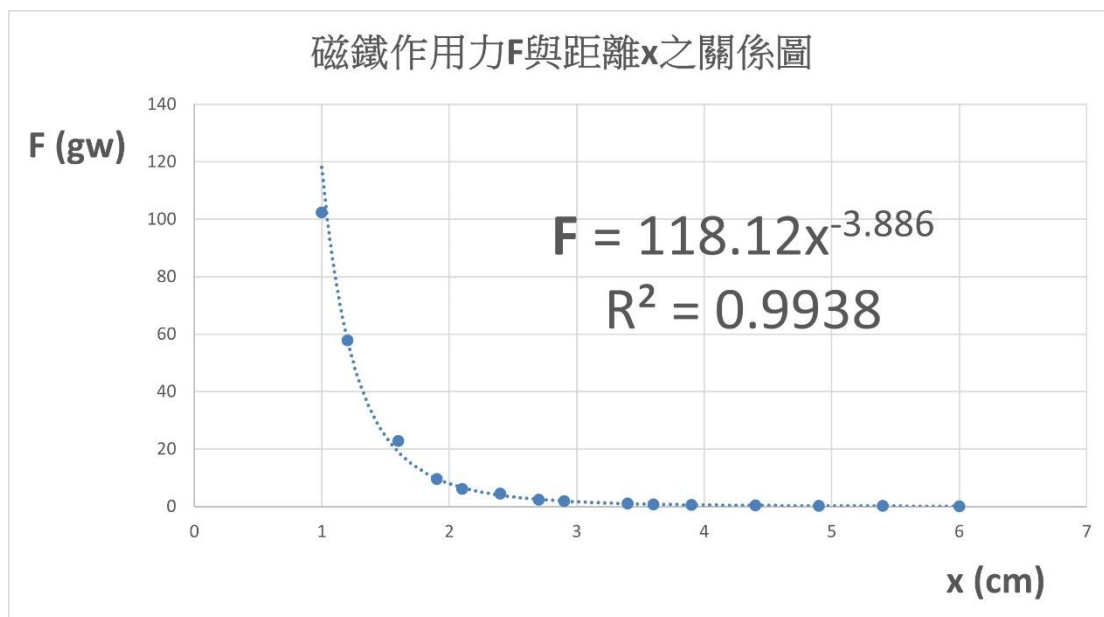


由分析作圖結果：所求  $p$  值為  $-3.89$

### 4. 實驗討論：

- (1)由題目1的測試觀察發現，當磁鐵B從磁鐵A的正上方慢慢靠近，電子天平之讀數變化與磁鐵距離並非呈線性關係，因此數據點須盡量多取一些，較能真實反映兩者間的變化關係。
- (2)誤差之原因可能來自兩磁鐵並未共軸放置，或是兩磁鐵平面彼此有歪斜，造成作用力量測失準。
- (3)假設兩磁鐵平面彼此沒有歪斜，且鉛直距離固定之情況下，水平移動磁鐵使電子天平之讀數達到最大時，表示兩磁鐵恰好共軸放置，可用此方式來檢測兩磁鐵是否共軸放置。

- (4)各元件間之固定須確實，最好借助直尺、棉線、膠帶等物之輔助，確保磁鐵移動過程中未偏離共軸位置。
- (5)注意數據紀錄之有效位數，實驗使用之直尺最小刻度為0.1cm，需往後增加一位估計位，因此有效位數紀錄至小數點下第二位，單位為公分，而電子天平沒有估計位，因此讀數全為有效位數。
- (6)為方便直接從天平讀數紀錄磁力，一開始先將天平做歸零校正，扣除磁鐵本身重力之影響。
- (7)以下為  $F$  對  $x$  的關係圖供參考：



- (8)以下為  $F$  對  $x^{-4}$  的關係圖供參考：

