

香港中學文憑考試

物理及組合科學(物理)

校本評核樣本作業
(實驗及探究研習)

本局歡迎教師採用樣本作業作教育及研究等非牟利用途，但請列明出處。

姓名: _____

中國秤

目的：

構建一個中國秤以測量未知的重量

儀器：

- 半米尺
- 100 g 砝碼
- 鋼鈎和螺帽
- 電子天秤
- 繩子
- 膠紙
- 一把剪刀
- 鐵架和鉗子

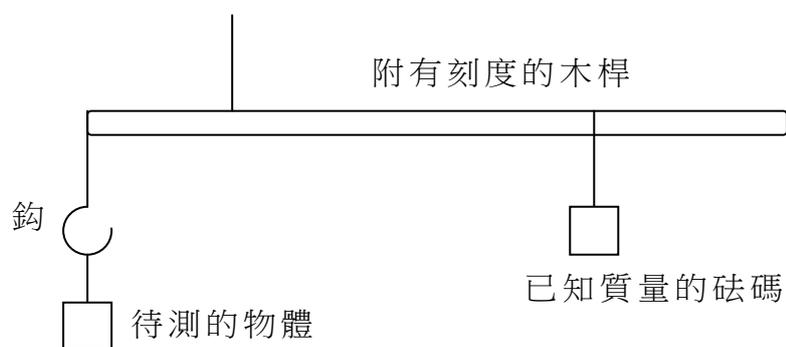
技巧	
裝置	
準確度	
總計	

理論



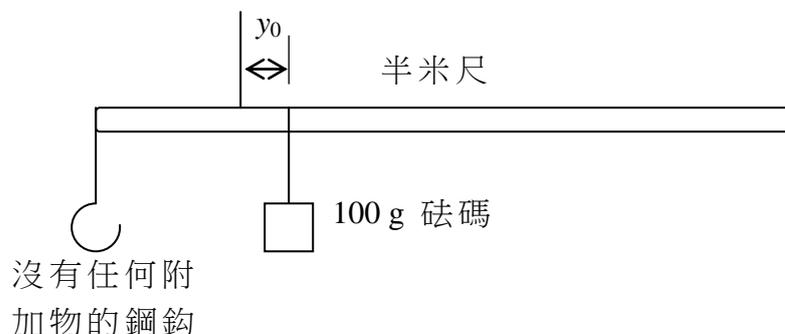
中國秤是香港 1980 年代以前常見的測量工具。這是巧妙地應用槓桿系統精確地量度重量。秤桿的設計正好說明我們如何應用工程、科學和數學來解決日常問題。

秤有一根水平桿以繩子懸掛。在一端的掛鈎繫着待測的物體。移動在桿上已知質量的砝碼，直至桿平衡為止。透過槓桿理論即可找到物體未知的重量。

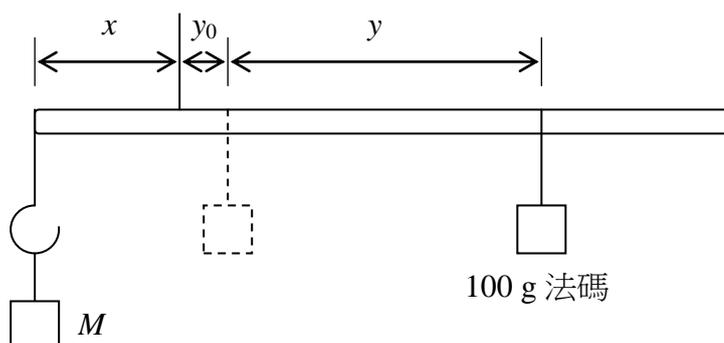


在這個專題研習中，你需設計和建造一個秤，並用它來測量未知的質量。你無需在一木桿畫上刻度，而只要利用半米尺並以尺上的刻度來計算未知的質量。

要找到未知的質量 M ，首先須使半米尺在空鈎的情況下平衡，並記錄 100 g 砝碼的「初始位置」 y_0 。



當未知質量 M 掛到鈎上，我們需把 100 g 砝碼向右移以回復平衡。



質量 M 會為系統帶來額外的力矩 Mgx 。把 100 g 砝碼移動則為系統帶來額外的順時針力矩 $0.1gy$ 。如果半米尺保持水平狀態，則附加的順時針力矩應與附加的逆時針力矩相抵消。

$$\therefore Mgx = 0.1gy$$

$$M = \frac{y}{x} \times 0.1 \text{ kg}$$

秤的使用關鍵是半米尺必須在初始狀態下已經平衡（在水平位置）。實際上，半米尺、掛鈎和已知的質量在重力下都具有重量。為了使它們平衡，你必須進行一些計算。作為實驗的第一步，你需要知道鈎和半米尺的質量。

你先要決定所用 x 和 y_0 的大小。因為現只有一條方程式而未知數則有兩個，進行計算時會出現不止一個答案。而決定應使用什麼屬工程問題，且要考慮準確度以及需量度的質量的範圍。從以上等式可以看出，對於相同的 M ，當 x 增加也會令 y 增加。如果選擇的 x 較大，

將會得到較大的 y 。這樣，測量結果的百分誤差會較小。如果平衡時的 y 值超出半米尺，則無法進行量度。因此，你需因應這兩個要求來調校設計。

此外還有一些技術問題。例如，尺的邊緣不能打結。你需預留邊距（例如 1 cm）以便打結。另外，所使用的值應易於量度，如把 x 設置為 5.7 cm 則並不理想，這樣會令讀數和計算出現困難。

任務

- 此為個人的專題研習，不需成組。
- 利用提供的材料設計並製造一個中國秤。
- 使用所設計的中國秤來量度一個未知的質量 M ，每組別的未知質量是不同的，它們都在 300 至 500 g 之間。
- 分數為 0–20。正確的程序和成功的安裝佔 6 分，最終答案的準確度佔 14 分。

百分誤差	分數
$0 \leq \text{誤差} \leq 2\%$	14
$2\% < \text{誤差} \leq 4\%$	12
$4\% < \text{誤差} \leq 6\%$	10
$6\% < \text{誤差} \leq 8\%$	8
$8\% < \text{誤差} \leq 10\%$	6
$10\% < \text{誤差} \leq 15\%$	4
$15\% < \text{誤差} \leq 20\%$	2
誤差 $> 20\%$ 或設置失敗	0

- 你不需提交任何報告。分數是透過檢查你的設置和提交答案的 M 值給予。
- 實驗時間
14/5 F.4BCD
17/5 F.4A 第一次
18/5 F.4A 第二次
所有的實驗時間是由下午 3:30 到下午 5:00。完成後可以離開。

有關更多實驗的說明，請參閱 Youtube 視頻。



中國秤的簡介

<https://youtu.be/AXiNZl4XsKk>



中國秤的計算

https://youtu.be/SmH_-XB8C1Q



中國秤的實驗

<https://youtu.be/CYQnWLkUu3U>

凸透鏡的焦距

目的：

測量球面凸透鏡的焦距。

儀器：

球面凸透鏡連支架

燈箱和物體

半透明屏幕

米尺和半米尺

12 V 電源

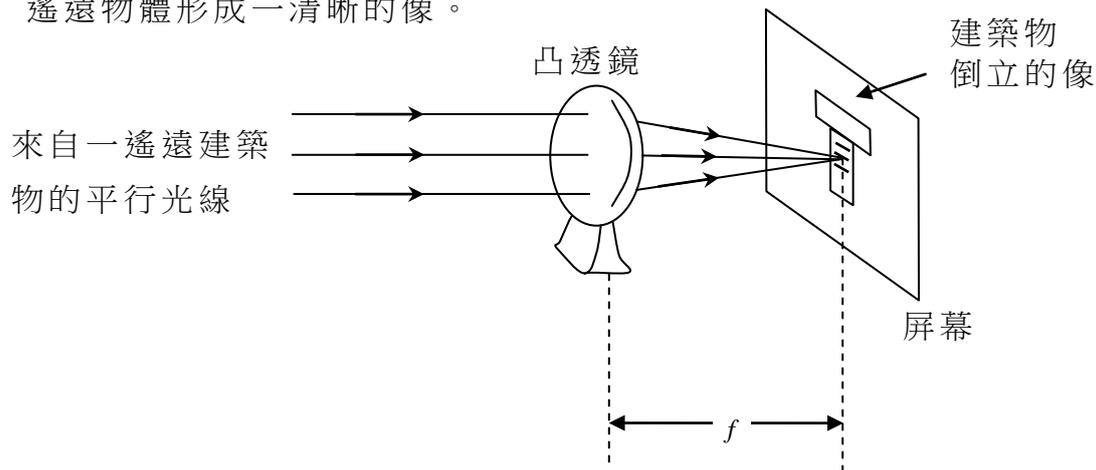
2 條接線

技巧	
結果	
討論	
結論	
總計	

方法 I — 遙遠物體的成像

步驟：

1. 將凸透鏡放在窗前。如下圖所示，移動半透明屏幕至適當位置，使一遙遠物體形成一清晰的像。



3. 測量透鏡和屏幕之間的距離，這是透鏡的焦距。

結果：

以方法 I 所找到的焦距 $f_1 =$ _____ cm



方法 II - 使用透鏡公式

步驟：

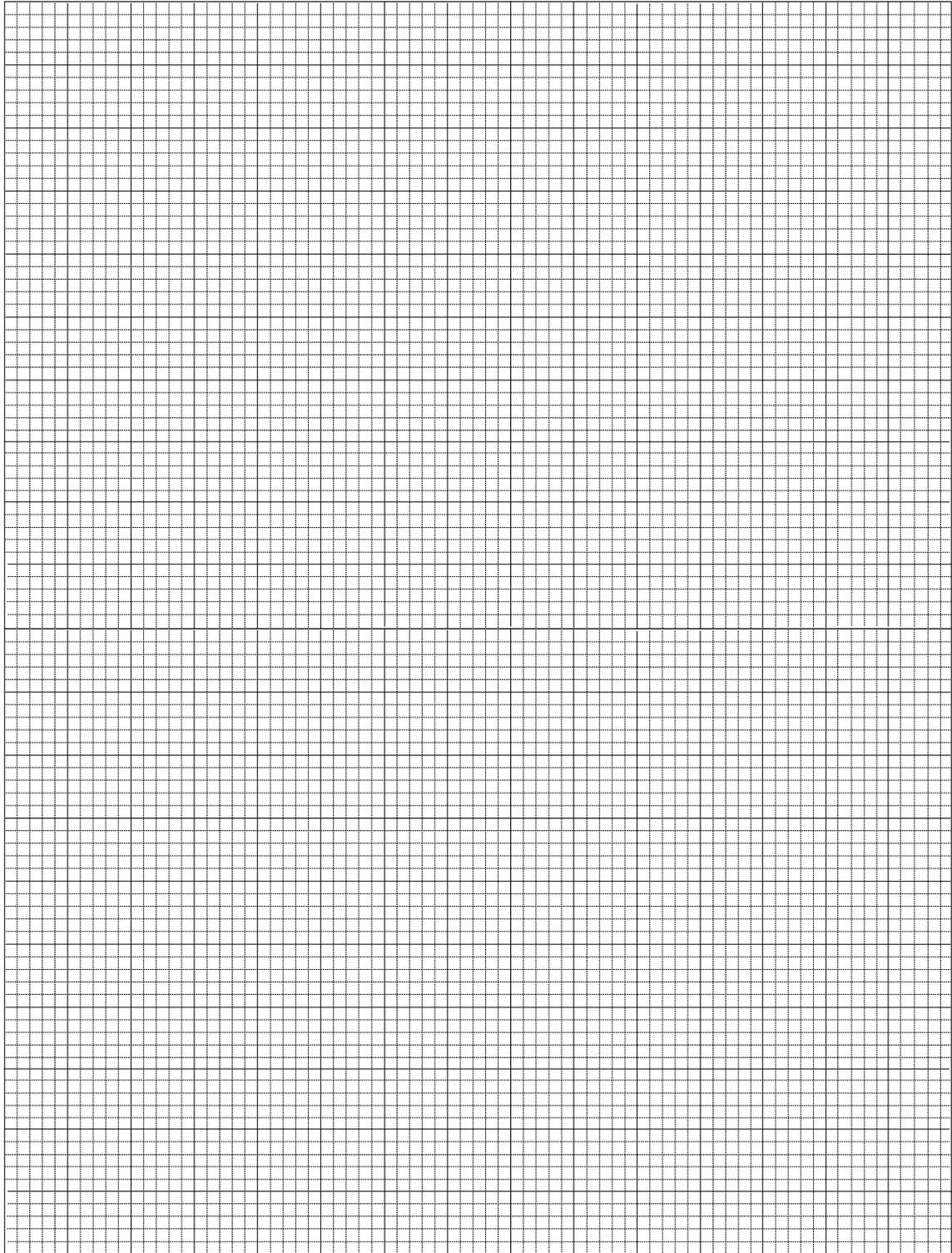
1. 準備下圖所示裝置。把發光物體與透鏡之間的距離（即物距 u ）設為 $2f_1$ 。



2. 調整半透明屏幕的位置，直到形成一清晰的像，然後量度透鏡和屏幕之間的距離（即像距 v ）。
3. 改變物距 u 為大於 $2f_1$ 的一些數值，並重複實驗以獲得另外 3 對 u 和 v 的數據。緊記所選的 u 應使 $\frac{1}{u}$ 在步驟 5 作圖時覆蓋合理的範圍。
4. 改變物距 u 為小於 $2f_1$ 的一些數值，並重複實驗以獲得另外 3 對 u 和 v 數據。
5. 標繪 $\frac{1}{v}$ 對 $\frac{1}{u}$ 的線圖。在討論部分，你將利用線圖的 x 和 y 截距來找出透鏡的焦距。

結果：

	u / cm	v / cm	$\frac{1}{u} / \text{cm}^{-1}$	$\frac{1}{v} / \text{cm}^{-1}$
$u < 2f_1$				
$u = 2f_1$				
$u > 2f_1$				



這是空白頁

姓名: _____

組別: _____

討論：

1. 指出在方法 II 不同步驟中所形成的像的性質。

步驟 3: _____

步驟 4: _____

2. 參照透鏡公式 $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$ ，標繪 $\frac{1}{v}$ 對 $\frac{1}{u}$ 所得的線圖會是什麼樣形狀？

簡要說明。

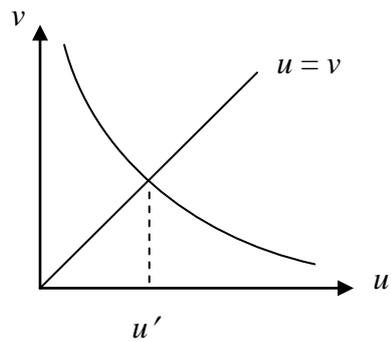
3. 從線圖中找出透鏡的焦距，並顯示你所用的方法。

$f =$ _____ cm

4. 寫出方法 II 的一個主要誤差來源。

5. 我們可否以方法 I 或方法 II 來找出凹透鏡的焦距？簡要說明。

6. 如果以 v 對 u 作圖，我們可透過在線圖上加一直線 $v = u$ ，從而找出焦距。



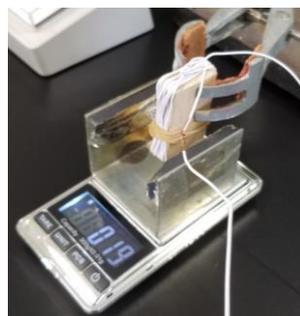
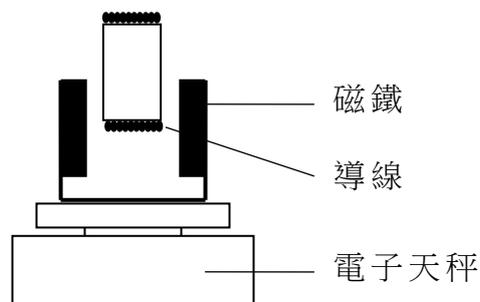
(a) 解釋如何使用交點的 u' 值找出 f 。

(b) 解釋為什麼步驟 3 所找出的焦距 f 比步驟 6(a) 準確。

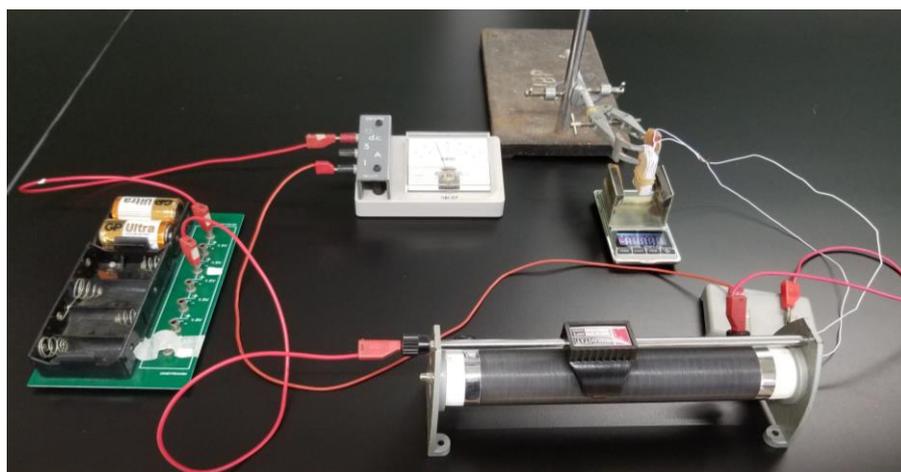
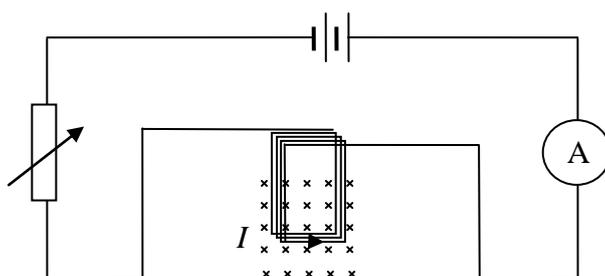
- 完 -

步驟：

1. 將磁鐵放在電子天秤上。
2. 在一木塊上纏繞 10 匝導線，並以橡筋圈固定，使導線緊密地附在木塊上。量度在木塊短邊上導線的長度 L_0 。導線在磁場中的總長度 L 等於 $10 L_0$ 。
3. 將木塊放進兩磁極之間的空間。用鐵架和鉗子將木塊固定。木塊的短邊應沿磁鐵的中線水平放置，以使每一導線跟磁場垂直，如圖所示。



4. 開啟電子天秤。按下「tare」按鈕使讀數設置為零。電子天秤已調校妥當，並可用以量度秤盤所受向下作用力的變化。
5. 通過變阻器和安培計將導線連接到電池組。**確保變阻器設置為它的最大阻值。**



6. 調校變阻器，直到安培計讀數為 0.2 A 。記錄天秤所顯示的讀數。
7. 如果天秤顯示的讀數為負，則電流方向錯誤，而作用於磁鐵的力向上。斷開電池組的接駁並將兩極反轉，以產生向下的作用力。
8. 以電流每次增加 0.2 A 的間距來重複實驗，直至電流達 1.0 A 為止。在下表中記錄讀數。為避免電池組過度放電，每次讀取數據後，應斷開電池組的連接。
9. 連接電池組，並再次將電流設置為 1.0 A 。讀取天秤的讀數。
10. 每次減少 2 匝纏繞在木塊上的導線並重複實驗，直到只剩下兩匝。在整個實驗過程中，將電流保持於 1.0 A 。在下表中記錄讀數。讀取數據後，應斷開電池組的連接。

實驗簡介



<https://youtu.be/1tKIM9yqb7Y>

結果：

取 $g = 9.81 \text{ m s}^{-2}$

在木塊短邊上一根導線的長度 $L_0 =$ _____ cm

1. 導線的匝數 = 10

磁場內導線的長度 = $10 \times L_0 =$ _____ cm

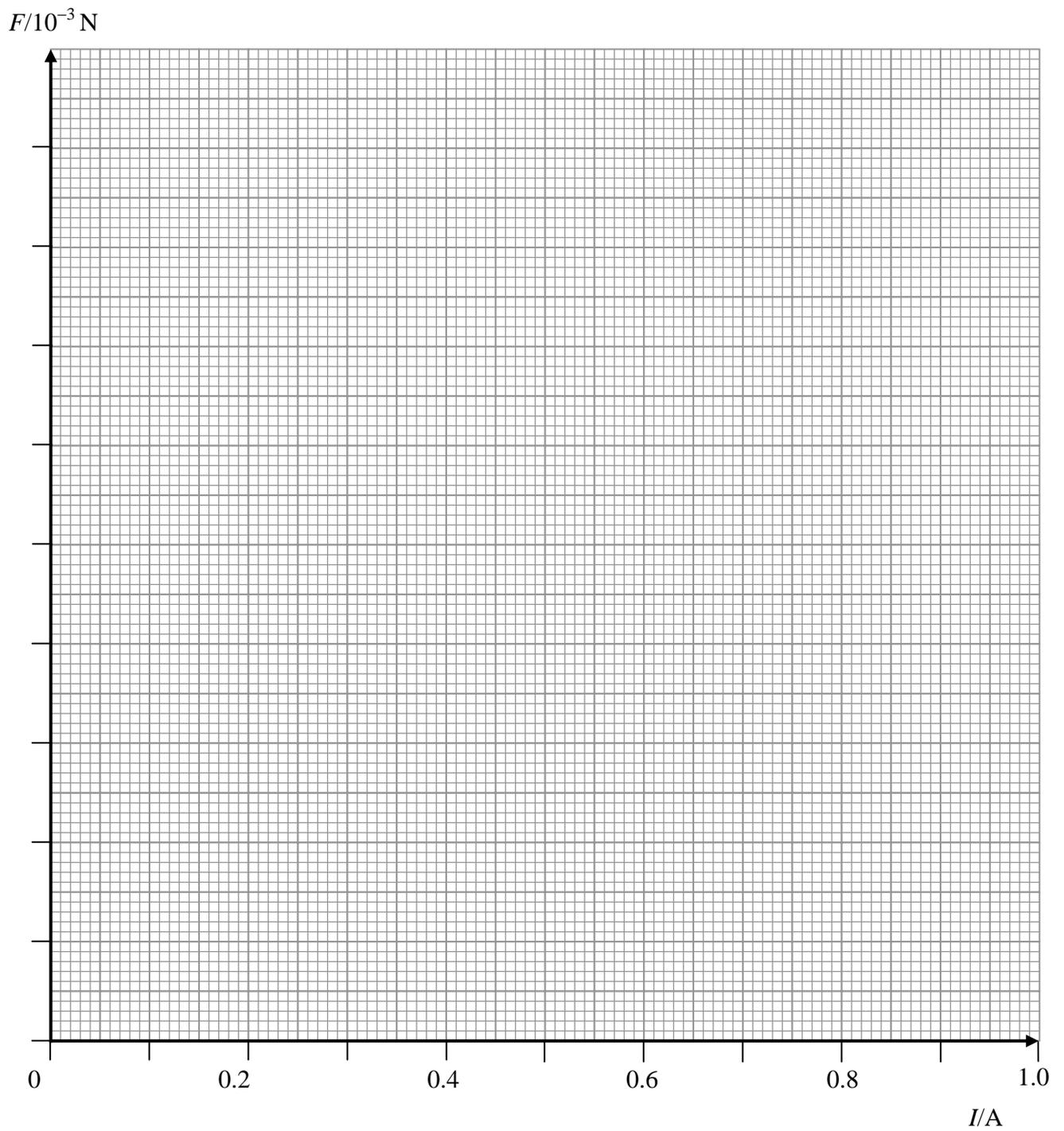
電流 I/A	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
天秤的讀數 m/g					
作用在導線上的力 $F/10^{-3}\text{N}$					

在下圖中標繪 F 與 I 的關係。

2. 電流 $I = 1.0 \text{ A}$

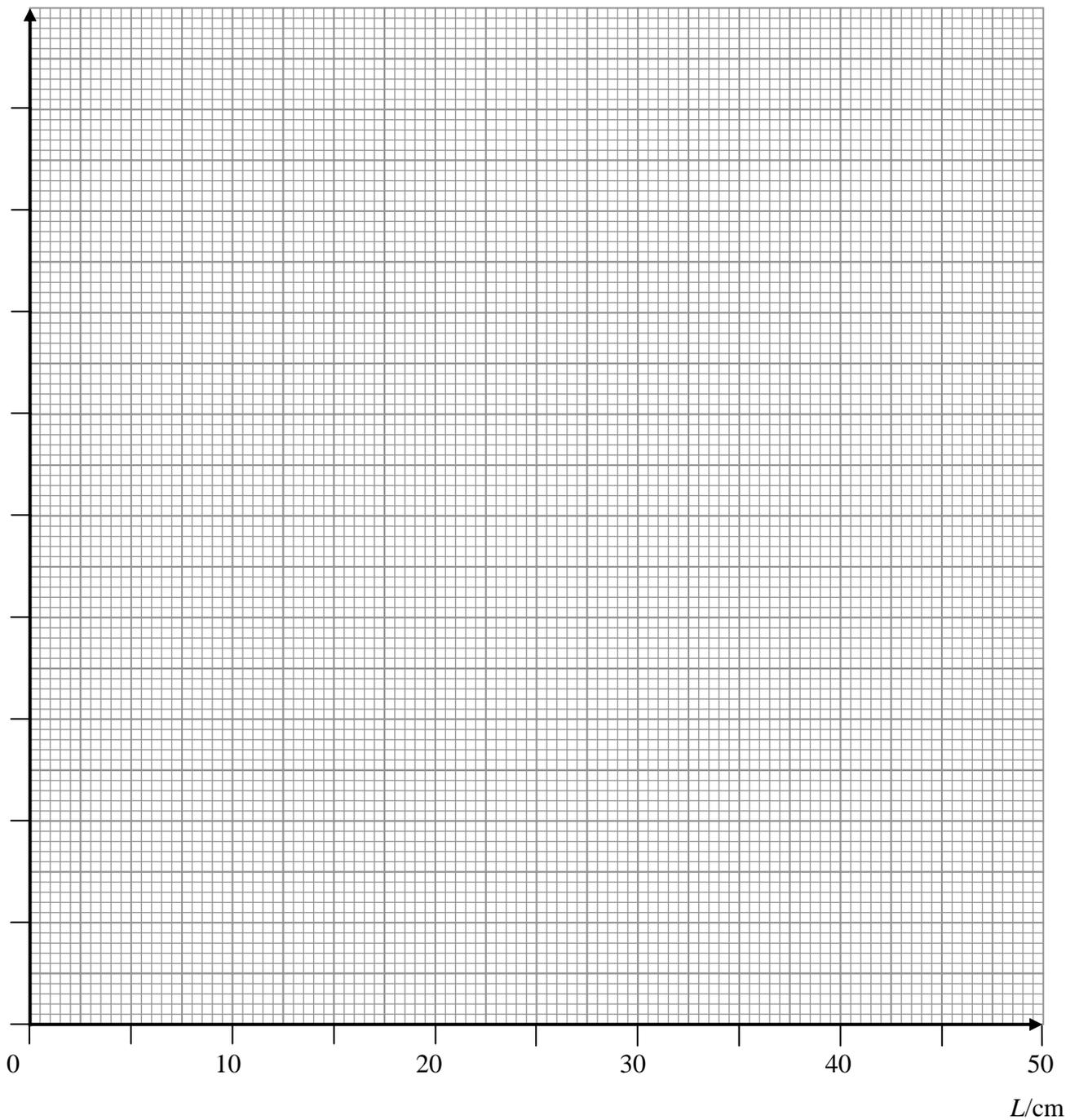
匝數 N	2	4	6	8	10
在磁場內導線的長度 L/cm					
天秤的讀數 m/g					
作用在導線上的力 $F/10^{-3}\text{N}$					

在下圖中標繪 F 與 L 的關係。



力 F 和電流 I 之間有何關係？

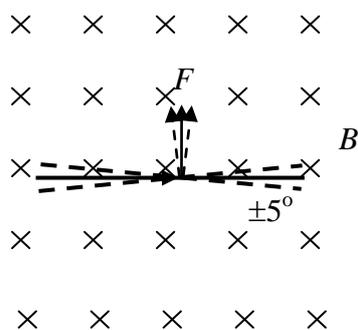
$F/10^{-3} \text{ N}$



力 F 和長度 L 之間有何關係？

3. 電子天秤實際上是量度磁鐵所受向下的力。解釋為什麼該讀數亦代表作用在導線上的力。

4. 我們假設了導線為水平放置而磁力為豎直。當人們以視覺作判斷時，導線可能未必完全準確放置。因此，所產生豎直的力小於 ILB 。



一般人進行對準的誤差約為 $\pm 5^\circ$ 。相比其他的誤差(例如 L 的誤差和 I 的誤差)，評論此項對 F 的誤差是否影響較大。你須進行計算以支持你的答案。
