

2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中（職）組 成果報告表單

題目名稱：磁場與線圈密不可分的關係--電流天平探討
一、摘要：
在自製電流天平時，我們發現了許多問題，以及不易觀察現象，因此我們決定改良原本電流天平的狀設計，並且利用手機軟體 Phyphox 進行測量比較與原本電流天平的實驗數據差異。
二、探究題目與動機
在一次指考的題目中我們看到一個有趣的題目，利用電流磁效應，使的一線圈產生磁場，把物品托起，進而得到平衡秤重的效果。我們對此非常感興趣，但實驗室中都是現有的電流天秤供我們觀察現象，我們想自己重新作一個屬於自己的電流天秤。在製作的過程中，我們發現許多製作上的困難，嚴重影響了實驗探討，因此本研究就是要用來探討過程中的瑕疵並且進行改良。
三、探究目的與假設
(一) 自製電流天秤。 (二) 探討自製電流天秤匝數密度與磁場關係。 (三) 改良電流天秤的導電位置與導線長度。
四、探究方法與驗證步驟
一、實驗原理 螺線管線圈是指一長導線繞成均勻的螺旋形線圈，此時我們將螺線管通入 I_1 的電流，由安培右手定則可知螺線管磁場方向向右，我們將天秤通過 I_2 的電流，天秤會因為螺線管提供的磁場而受到一個往下的磁力作用，在實驗室中的電流天秤設計中，支點設定在在板子的中間並因為內部線圈的電流方向使得線圈產生一個向下的磁力，天秤進而產生一個順時針力矩，和待測物重力產生的逆時針力矩達平衡而達到秤重的效果，我們改良的天秤則是將導線向外移，支點設定在導線最右側，則此時待測物為逆時針力矩，與磁力產生的的順時針力矩合為 0，而使天秤平衡。
二、研究方法 (一) 實驗一：製作電流天秤。

- 1、將漆包線纏繞在一中空管上。
- 2、使用膠帶將線圈與中空管固定。
- 3、將中空管兩倍長度的尺在邊上貼上漆包線。
- 4、將尺插入中空管內部，並使用大頭針固定，做為等臂天秤使用，完成製作電流天秤。

(二) 實驗二：探討匝數與磁場的關係。

- 1、將我們自製的電流天秤通電。
- 2、測量不同匝數密度的螺線管與磁場大小之間的關係。
- 3、將數據紀錄並繪製成表格與圖片。

(三) 實驗三：改良導電位置。

- 1、將我們自製的電流天秤通電。
- 2、測量不同導線長度與磁力強度之間的關係。
- 3、將數據紀錄並繪製成表格與圖片。

三、研究架構

圖 1：研究架構圖 (資料來源：研究者繪製)



四、實驗器材

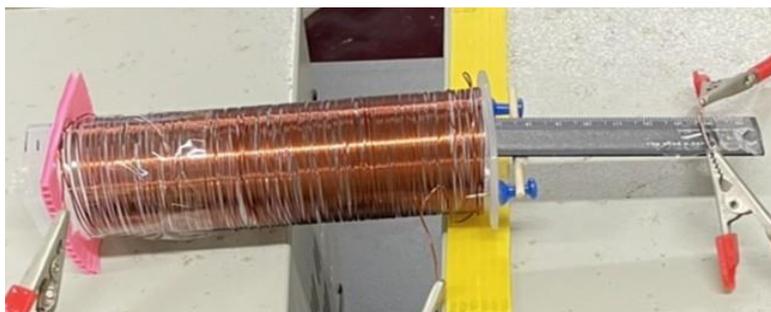
表 1：實驗器材（資料來源：研究者自製）

	名稱	數量
1	中空管	5 根
2	漆包線	10 公尺
3	長尺	5 隻
4	膠帶	1 卷
5	大頭針	10 隻
6	鱷魚夾	4 條
7	三用電表	2 臺
8	電流供應器	2 臺
9	Phyphox 軟體	1 套

五、結論與生活應用

一、自製電流天秤

圖 2：自製電流天秤（資料來源：研究者自製）



二、自製電流天秤遇到的問題

- (一) 我們將鱷魚夾與天秤連接時，因為導線太重而使天秤無法平衡，最後我們決定使用掛鉤將導線撐起。
- (二) 我們為了方便測量將導線向外移動，但這導致我們無法使用公式 $B = \mu_0 in$ 計算磁場大小，因此決定改用 Phyphox 軟體測量。
- (三) 我們自製的電流天秤匝數密度遠小於實驗室中的電流天秤，因此三用電表無法測出數值，進而導致我們無法使用公式計算磁場大小，最後決定使用 Phyphox 軟體測量。

圖 3：實驗裝置圖（資料來源：研究者自製）

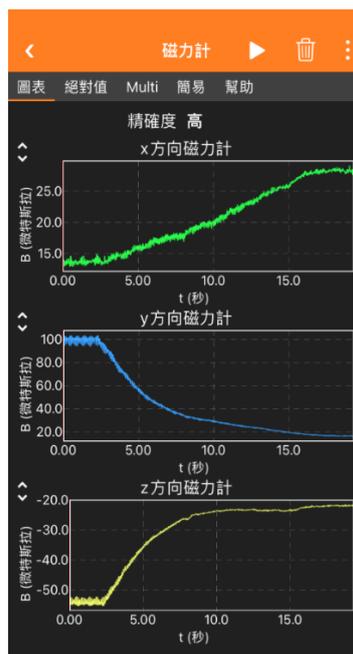


三、電流天秤匝數密度與磁場關係

表 2：電流天秤匝數密度與磁場關係 (資料來源：研究者自製)

長度(cm)	4.5	9.1	7.5	13.5	正常
n (匝數/公尺)	11.11	10.98	12.13	11.11	4000
I_1 (A)	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1
B(T)	5.72×10^{-5}	5.66×10^{-5}	6.25×10^{-5}	5.72×10^{-5}	0.02
I_2 (A)	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
L(cm)	2	2	2	7	8
F(N)	5.26×10^{-6}	5.20×10^{-6}	4.80×10^{-6}	1.84×10^{-5}	0.007

圖 4：Phyphox 軟體測量結果圖 (資料來源：研究者自製)



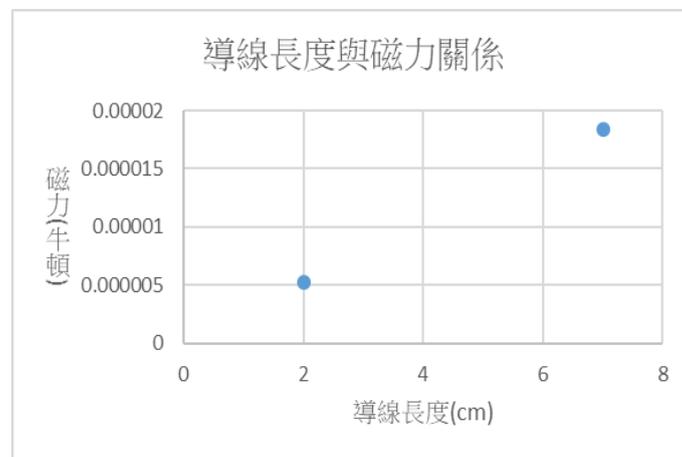
我們所製作出的電流天秤的匝數密度遠比實驗室裡的來得低，因此產生的磁場量值較小，所以利用 Phyphox 測量。

也從我們所獲得的數據當中可以得知，當匝數密度越大時，磁場大小會越大，與公式 $B = \mu_0 in$ 內部磁場與匝數密度成正比的性質符合。

四、電流天秤導線的位置與長度與磁場關係

我們改良的天秤則是將導線向外移，支點設定在導線最右側，則此時待測物為逆時針力矩，與磁力產生的順時針力矩合為 0，而使天秤平衡。

圖 5：導線長度與磁力關係圖（資料來源：研究者自製）



從表格中的數據也可以得知，當導線長度越長時，電流天秤給予向上的力會越大與公式 $\vec{F} = I\vec{L} \times \vec{B}$ 符合。

為了減少導線影響天秤的平衡，因此將導線往外移動且改變天秤的支點位置。

五、研究結論與建議

(一) 根據公式 $B = \mu_0 in$ 得知內部磁場應與匝數密度成正比，我們所製作出的電流天秤的匝數密度遠比實驗室裡的來得低，因此產生的磁場量值較小，所以利用 Phyphox 測量，並透過實驗實驗證 $B = \mu_0 in$ 的關係不適用於放螺線管內。

(二) 在製作過程時發現，中間的支點，摩擦力不能太大且必須盡量成直線。我們嘗試使用迴紋針，但迴紋針無法完整的彎成一直線，若能使用繃緊的棉線或許能解決問題。

(三) $F = IL \text{ cross } B$ 可知，當我們的導線長度不足時，向上作用力會不足，而使天秤無法平衡。

(四) 為了減輕天秤上的重量，我們使用鉤子使線被我們撐起，但在使用鉤子上，我們無法保證不會手抖，手抖可能會使線被放到天秤上，而增加天秤上的重量，進而使天秤無法平衡。

(五) 為了減少導線影響天秤的平衡，因此將導線往外移動且改變天秤的支點位置。

參考資料

一、王尊信、洪連輝 (2009 年 9 月 15 日)。科學 Online：電流天平 (Current Balance)。

<https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=2612>

二、盧政良 (年份不詳)。科學探究隨手做：手機感應器的物理原理與教學上的應用。

[https://www.ntsec.edu.tw/LiveSupply-](https://www.ntsec.edu.tw/LiveSupply-Content.aspx?cat=6843&a=6829&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&lsid=15517)

[Content.aspx?cat=6843&a=6829&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&lsid=15517](https://www.ntsec.edu.tw/LiveSupply-Content.aspx?cat=6843&a=6829&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&lsid=15517)

三、普通物理實驗室 (2009 年 3 月 31 日)。電流天平。<http://experiment.phys.nchu.edu.tw/ex4.html>

四、呂正中、周榮芳等 (2011)。普通物理實驗。麗文文化。

五、作者不詳 (2021)。110 學年度指定科目考試試題。

<https://reurl.cc/Wkj5ne>