

# 第 106 學年度清華大學普通物理實驗(14)

預報 或  結報 課程編號：10620PHYS102011

實驗名稱：電流天平與勞倫茲力


系 級：材料21 組 別：7

學 號：106031209 姓 名：林宜慈

組 員：彭慧文

實驗日期：107年3月21日 補作日期：    年    月    日

◎ 以下為助教記錄區

預報繳交日期	報告成績	助教簽名欄
		
結報繳交日期		
報告缺失紀錄		

一、結果與分析

(一) 電流天平

L(cm)	a(cm)	b(cm)	2r(cm)	d(cm)
26.5	21.0	97.5	0.31	0.51

1. 電流同向

m(mg)	22.00	45.30	64.30	87.10
D(cm)	0.50	0.70	0.90	1.50
d(m)	0.0036	0.0038	0.0040	0.0046
I(A)	2.5	6.3	8.0	8.7
$I_1 I_2 (A^2)$	6.25	39.69	64.00	75.69

2. 電流反向

m(mg)	19	41.8	65.1	87.1
D(cm)	0.6	0.8	1.0	1.3
d(m)	0.0037	0.0039	0.0041	0.0044
I(A)	2.3	4.3	6.0	7.5
$I_1 I_2 (A^2)$	5.29	18.49	36.00	56.25

3. 理論斜率

$$I_1 I_2 = \frac{2\pi r g}{\mu_0 l} m$$

r : 兩條導線之間的垂直距離

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$$

$\frac{2\pi r g}{\mu_0 l}$  為理論斜率

$$\frac{2\pi r g}{\mu_0 l} = \frac{2\pi \times 0.51 \times 10^{-2} \times 9.8}{4\pi \times 10^{-7} \times 26.5 \times 10^{-2}}$$

$$\frac{2\pi r g}{\mu_0 l} = 943019 \text{ A}^2/\text{kg}$$

#### 4. 斜率誤差

$$\text{斜率誤差} = \frac{|\text{平均值斜率} - \text{理論值斜率}|}{\text{理論值斜率}} \times 100\%$$

$$\text{斜率誤差} = \frac{|0.9121 - 0.943|}{0.943} \times 100\%$$

$$\text{斜率誤差} = 3.27\%$$

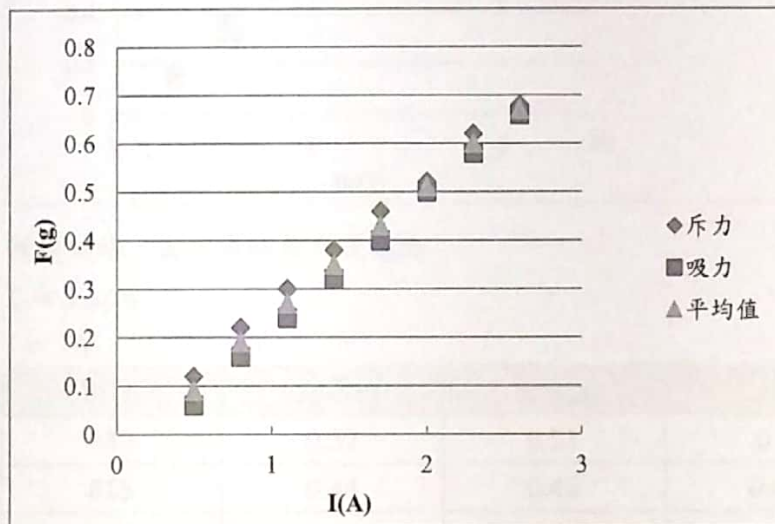
#### (二) 勞侖茲電磁作用力

##### 1. 改變電流，固定磁場及導線長度

$$B = 930\text{G}$$

$$L = 3.2\text{cm}$$

I(A)	斥力(g)	吸力(g)	平均(g)
0.5	0.12	0.06	0.09
0.8	0.22	0.16	0.19
1.1	0.3	0.24	0.27
1.4	0.38	0.32	0.35
1.7	0.46	0.4	0.43
2	0.52	0.5	0.51
2.3	0.62	0.58	0.6
2.6	0.68	0.66	0.67

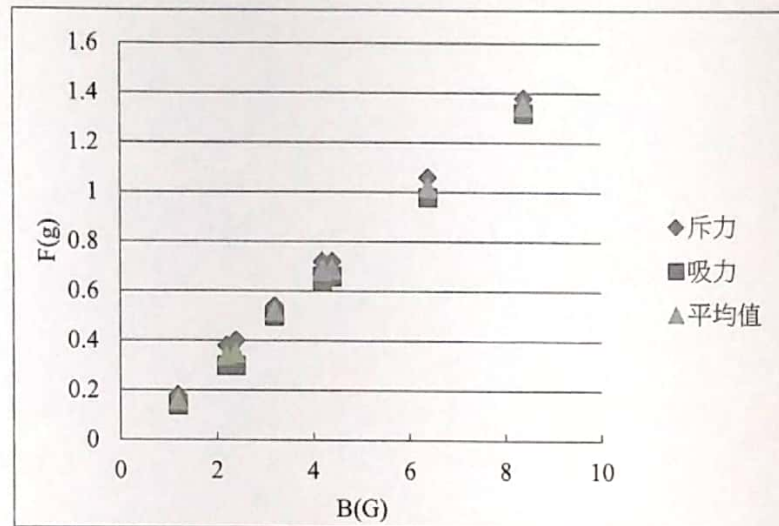


2. 改變導線長度，固定磁場及電流

$B = 930\text{G}$

$I = 2\text{A}$

L(cm)	斥力(g)	吸力(g)	平均(g)
3.2	0.54	0.52	0.5
8.4	1.38	1.35	1.32
4.2	0.72	0.68	0.64
6.4	1.06	1.02	0.98
2.4	0.4	0.35	0.3
4.4	0.72	0.69	0.66
2.2	0.38	0.34	0.3
4.2	0.72	0.69	0.66
1.2	0.18	0.16	0.14

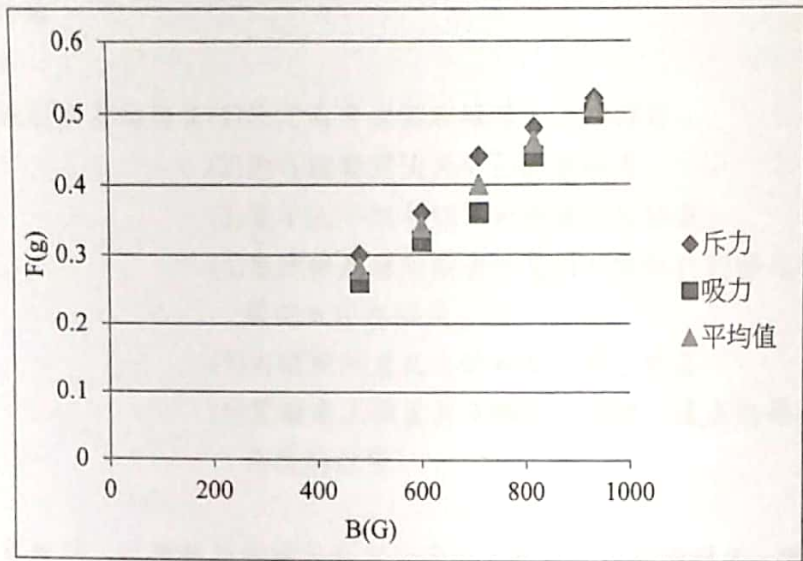


3. 改變磁場，固定導線長度及電流

$L = 3.2\text{cm}$

$I = 2\text{A}$

B(G)	斥力(g)	吸力(g)	平均(g)
930	0.52	0.51	0.5
815	0.48	0.46	0.44
710	0.44	0.4	0.36
600	0.36	0.34	0.32
480	0.3	0.28	0.26



## 二、結果與討論

### (一)電流天平

本實驗可能造成誤差的因素(1)設定兩導線的距離時，太過接近

(2)動導線與電流天平間的摩擦力

(3)電子天平測量紙片的重量時有誤差

(4)電源供應器所輸出的電流可能和我們預先設定的電流大小有誤差

(5)肉眼觀測直尺上的刻度時產生誤差

(6)實驗桌上放置具有磁性之物體，造成動導線擺動角度的改變

在調整動靜導線時，很難將導線調整到完全平行。而且在操作過程中，調整好的儀器有時會不小心跑掉。電流天平的靈敏度很大，常因桌子的振動或空氣的流動，不易達到平衡，即使把感度提高(靈敏度降低)，也很難達到平衡。因此有時雷射光點在作週期性的振盪時，所以我們只能取震盪範圍的中心點作為數據。以上都是造成誤差的主要原因。

### (二)勞倫茲電磁作用力

本實驗可能造成誤差的因素(1)電流迴路版的擺放是否有與磁鐵座平行

(2)磁鐵是否有擺放平均

在磁鐵座的邊緣磁場會較弱。因此，越長的導線會經過越多磁場較小的區域，受到的磁力也較預期的小。此外，電流迴路板的「導線」並非完全細長，而是呈口字型，且有一定的寬度，因此電流並不均勻。

進行實驗時，我們發現電流迴路版放置的方向和深度會對測量結果產生影響，因此我們儘量確保每次放置的位置都是相同的，以減少誤差。

數據關係：

1. 由公式 $F = I_1 l \times B$ 可看出 $F$ 與 $I$ 應呈正比關係，且由實驗數據證明此關係成立

2. 由公式 $F = I_1 l \times B$ 可看出 $F$ 與 $L$ 應呈正比關係，且由實驗圖表證明此關係成立

3. 由公式 $F = I_1 l \times B$ 可看出 $F$ 與 $B$ 應呈正比關係，且由實驗數據證明此關係成立

### 三、問題與討論

1. 將直流電源改成交流電源，仍然可以做此實驗，而且可以避地磁的干擾，請解釋之。這時電流應取均方根值，為什麼？

答：電流天平不論電流方向都會形成斥力，而且電流天平的反應時間約需 1s，遠大於交流電源的週期 1/60 s 或 1/50 s，所以交流電源可以用在電流天平上。由於交流電包含正反方向的電流，地磁所造成的磁力會相反並抵銷，就不會被地磁干擾了。取均方根值是因為磁力與電流的平方成正比，為了得到平均磁力，電流必須取均方根值。

2. 動導線比靜導線短的用意何在？

答：使靜導線近似於無限導線，在動導線的範圍內近似為均勻磁場。

3. 載流導線本身亦會在其周圍空間產生磁場，此磁場是否會對載流導線也產生作用力？為什麼？

答：會，但是合力為零。可以把載流導線想像成無限條載流小導線網在一起，則它們會因為彼此的磁場而互相吸引，但是所有的力加起來的合力為零。

4. 由實驗二之(2)與(3)所得之隨導線中流經的電流量  $I$  和導線長度  $L$  的變化關係圖，可經由線性迴歸分析，獲得迴歸線的斜率，並藉此斜率值，可估算出磁鐵座對導線所提供的磁場強度。請問與高斯計測得的磁場強度相比較，有何差異？請探討結果不同的原因。

答：本實驗未使用高斯計。若使用高斯計所測得的磁場會較為精確，因為使用的原理較直接，儀器也精密、經過好的設計，誤差會控制在很小的範圍內。

5. 在做導線受力  $F$  和外加磁場  $B$  的變化關係實驗中：(a)比較導線長度最長與最短的電流迴路板，對本實驗兩者各有何優點與缺點？(b)如果電路迴路板無法適當地水平放置於磁鐵中，則對實驗結果會為何影響？

答：(a)導線長度最長，可能會經過磁場不均勻處，但是導線長度的百分誤差小；導線長度最短，磁場最均勻，但是導線長度的百分誤差大。

(b)若未水平放置，所受磁力只有部分為鉛直方向分力，由電子天平測得的磁力會較小。

6. 依本實驗所使用的設備器材，請列出可能造成實驗誤差的原因有那些？

答：系統誤差：磁鐵排列磁場不均勻、電路迴路板的放置、動導線與靜導線的排列方式、砝碼的拿取方式、測量長度時的不當等。

隨機誤差：電子天平、電源供應器電流值、直尺、游標尺等測量。

#### 四、心得

剛開始在做電流天平時，真的不太明白自己在做什麼。而且我們這組的位置刚好在冷氣送風的方向，所以整個實驗過程中，動導線從來沒有停止過，真的快要瘋掉了！還好做勞倫茲力就輕鬆多了，我們還趕在五點之前出實驗室，超開心的~

#### 五、參考資料

清大普物實驗室：電流天平與勞倫茲力講義