

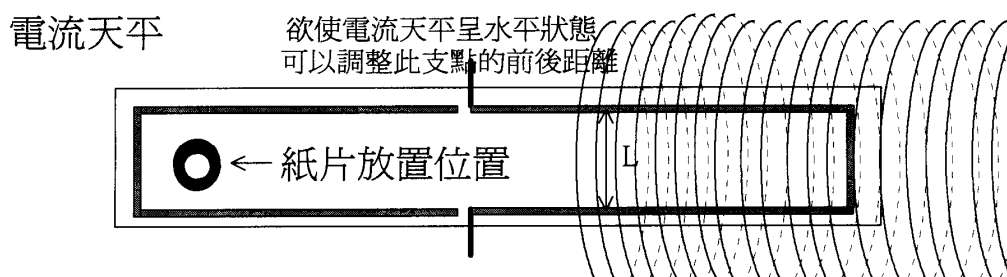
## 實驗四 螺線管中磁場實驗

### 一、實驗目的：

利用電流天平測量載流螺線管中的磁場與電流關係。

### 二、實驗原理：

將通電的電流天平一端置於通電的螺線管中，因為螺線管磁場的作用，讓電流天平的導線受到一個向下的磁力；電流天平的另一端位於螺線管外，放置砝碼，當砝碼受到的重力與螺線管中通有電流的導線受到的磁力相等時，天平會達到平衡，便可經由砝碼受到的重力與通過電流天平的電流大小，求出螺線管內的磁場  $B$ 。



電流天平的構造如上圖所示，為一絕緣板，中間有兩支點連接著板上 U 型印刷電路，放在一支座上，調節兩支點使電路板成水平，即電流天平。

使用時，將電流天平 U 型電路部份插入空心螺線管中，兩者均通電，則螺線管的電流  $I_2$  會產生一個磁場  $B$ ，調整電流的流向，使磁場方向朝右，而 U 型電路的電流  $I_1$  則由下方流向上方，受到磁場  $B$  的作用後，產生一向下之磁力  $F_B$ ，即

$$\vec{F}_B = I_1 \vec{L} \times \vec{B}$$

其中  $L$  為 U 型電路與磁場垂直部分的寬度。

要測量此作用力  $F_B$  的大小，可在電流天平的另一端加上重物，使之恢復平衡，此時重力  $F_g = Mg$  等於磁力  $F_B$ ，所以

$$B = \frac{Mg}{I_1 L} \quad (g = 9.8 \text{ m/s}^2) \quad (1)$$

而螺線管中的磁場  $B$  為載流導線所產生，若流過的電流為  $I_2$ ，則可由式(2)計算得到螺線管中的磁場  $B$ ：

$$B = \mu_0 I_2 n \quad (\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb/A} \cdot \text{m}) \quad (2)$$

其中  $n$  為螺線管單位長度的匝數，故知螺線管中的磁場  $B$  與電流  $I_2$  成正比。

### 三、實驗儀器：

電流天平、空心螺線管、直流電源供應器二臺、砝碼（以方格紙製作）、導線、尺。

### 四、實驗步驟：

1. 測量電流天平 U 型電路的寬度  $L$ 。
2. 將電流天平放在支柱上，調整位置，使得電流天平呈水平狀態。至於是否水

平可由底座所附的指示刻劃顯示出來。

3. 小心的將空心螺線管套在 U 型電路，使電路不與管壁接觸。連接電路的電流方向，使 U 型電路在磁場中會受到向下的磁力。
4. 接上電流，使通過電流天平的電流為 2 A。
5. 小心地將以方格紙剪成的砝碼放在電流天平的外側端，再緩慢調整通過螺線管的電流，使電流天平回到水平狀態。記錄此時所放置的砝碼以及通過螺線管的電流。
6. 每次加上一個砝碼，重覆步驟 5，共計 10 次。
7. 將  $L$  與  $M$ ，代入式(1)，算出磁場  $B$ 。以  $M$  為橫坐標， $B$  為縱坐標，將數據點描繪在方格紙上，驗證是否成一直線。
8. 將電流天平的電流調至 3 A，重覆步驟 5 到步驟 7 的操作。
9. 查看螺線管上標示的總匝數  $N$ ，並測量螺線管長度  $l$ ，算出螺線管單位長度之匝數  $n$ 。
10. 將步驟 7 求得的磁場  $B$ ，以及螺線管電流  $I_2$  代入式(2)，得到螺線管單位長度之匝數  $n$  的實驗值。

**\*注意事項：**

實驗所使用之砝碼，需以方格紙自製。

**五、問題與討論：**

1. 分析此實驗可能產生誤差的原因。
2. 推導出理想螺線管內的磁場公式。
3. 若固定螺線管電流，改為變化電流天平的電流與砝碼，在實驗上有何影響？

物理實驗記錄表格  
實驗四、螺線管中磁場實驗

實驗時間：            年            月            日            姓名： \_\_\_\_\_

天平 U 形電路寬度 $L$	螺線管總匝數 $N$	螺線管長度 $l$	螺線管單位長匝數 $n = N/l$

天平電流 $I_1$	砝碼質量 $M$	螺線管電流 $I_2$	螺線管磁場 $B = \frac{Mg}{I_1 L}$	單位長的匝數 $n = \frac{B}{\mu_0 I_2}$
2 A				
3 A				
			單位長的匝數 平均值	