

# 戴流直導線的磁場實驗

## 一、實驗項目

1. 電流的磁效應
2. 驗證安培右手則
3. 載流直導線建立的磁場
4. 水平載流直導線建立的磁場
5. 載流線圈匝數與磁場大小關係

## 二、實驗原理

1820 年，丹麥科學家厄斯特（Oersted）首先發現，磁針在載有電流的導線周圍會發生偏轉。通有直流電的導線，其周遭會建立磁場，即稱電流磁效應。

- 安培定律：磁場強度和通過導線的電流大小和距離有關。

電流磁效應建立的磁場強度和導線載有電流的大小成正比。

電流磁效應建立的磁場強度和導線的距離成反比，而永久磁鐵建立的磁場強度與磁鐵的距離平方成反比。

- 安培右手定則：判定電流磁效應的方向。

依據安培右手定則可以判斷導線所產生的磁場方向，適用於長直導線和螺旋形線圈，本實驗不討論螺旋形線圈範圍。

如下圖 2-1 所示，長直導線因電流而產生磁場，大拇指為電流方向，其它四指彎曲為磁場方向，而載流導線產生磁場如同心圓磁力線，磁場平面與導線垂直，且磁場強度與導線的距離成反比。



圖 2-1 安培右手定則示意圖

- 電流磁效應產生磁場的大小：

1. 載流長直導線的周圍：

電流磁效應建立的磁場  $B$  強度與導線載有電流  $I$  的大小成正比，即  $B \propto I$ 。

電流磁效應建立的磁場強度和導線的距離  $R$  成反比，即  $B \propto \frac{1}{R}$ 。

靜磁學中，必歐-沙伐定律 (Biot-Savart Law) 可用方程式描述，指電流在其周圍所產生的磁場： $B = \frac{\mu_0 I}{2R}$  ( $\mu_0$ ：真空磁導率，又稱磁常數。 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$ )

2. 線圈迴路及線圈的中心處： $B \propto \frac{NI}{R}$ 。 $R$ ：指圓形迴路的半。

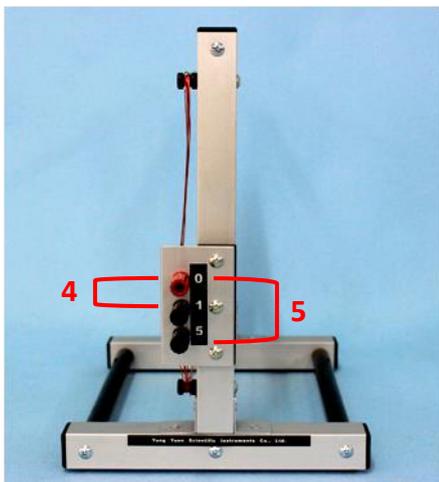
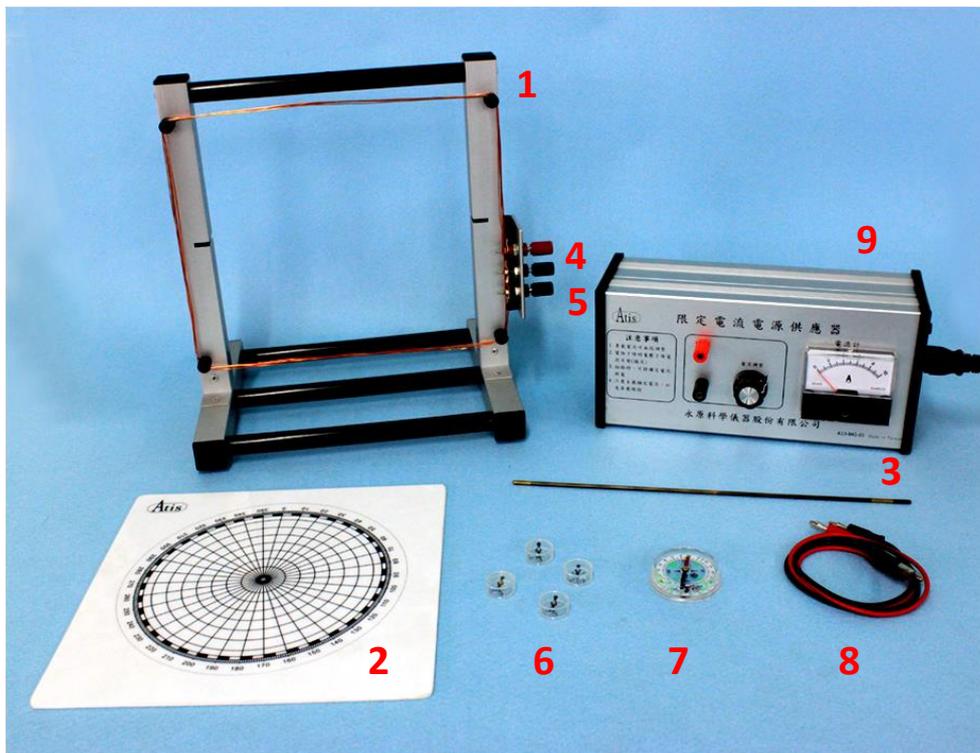
電流磁效應建立的磁場  $B$  強度與導線載有電流  $I$  的大小成正比，即  $B \propto I$ 。

電流磁效應建立的磁場強度和線圈迴路的半徑  $R$  成反比，即  $B \propto \frac{1}{R}$ 。徑。

電流磁效應建立的磁場強度和線圈迴路的匝數  $N$  成正比，即  $B \propto N$ 。

### 三、實驗儀器

實驗配件列表					
編號	名稱	數量	編號	名稱	數量
1	載流長直導線實驗架	1	2	方形角度盤	1
3	長直導線	1	4	方形線圈 1 匝	1
5	方形線圈 5 匝	1	6	透明小羅盤	4
7	精密小羅盤	1	8	連接導線	2
9	限定電流電源供應器	選購			



- 4. 方形線圈 1 匝連接孔
  - 5. 方形線圈 5 匝連接孔

● 限定電流電源供應器簡易說明



限定電流電源供應器圖示

● 限定電流電源供應器使用說明：

1. 針對短路線路，特別設計的電源供應器，可直接設定所需的電流，長時間使用亦不會因為短路而跳電。
2. 提供無段式微調電流值。
3. 電阻下降時，電壓下降電流不變，穩定電流的設計。
4. 使用本供應器，不需要在串接滑觸電組器。

● 依據圖示編號：

5. ①DC 輸出孔：直流電正負極可變換插孔。
6. ②電流調整：無段式調整旋鈕。
7. ③電流計：讀測範圍 0~10A，最小精密刻度 0.1A。

● 側邊附有：

8. 電源插頭三插座、電源開關
9. 注意事項：注意負載額定電流，以免負載燒毀

#### 四、實驗操作

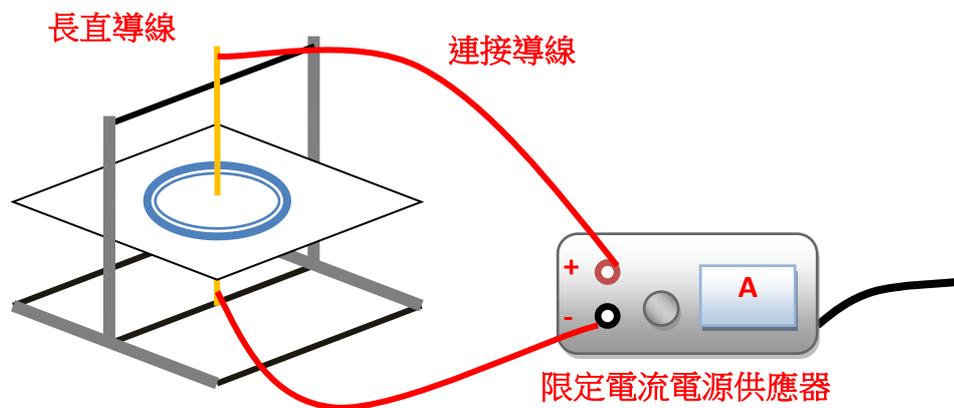
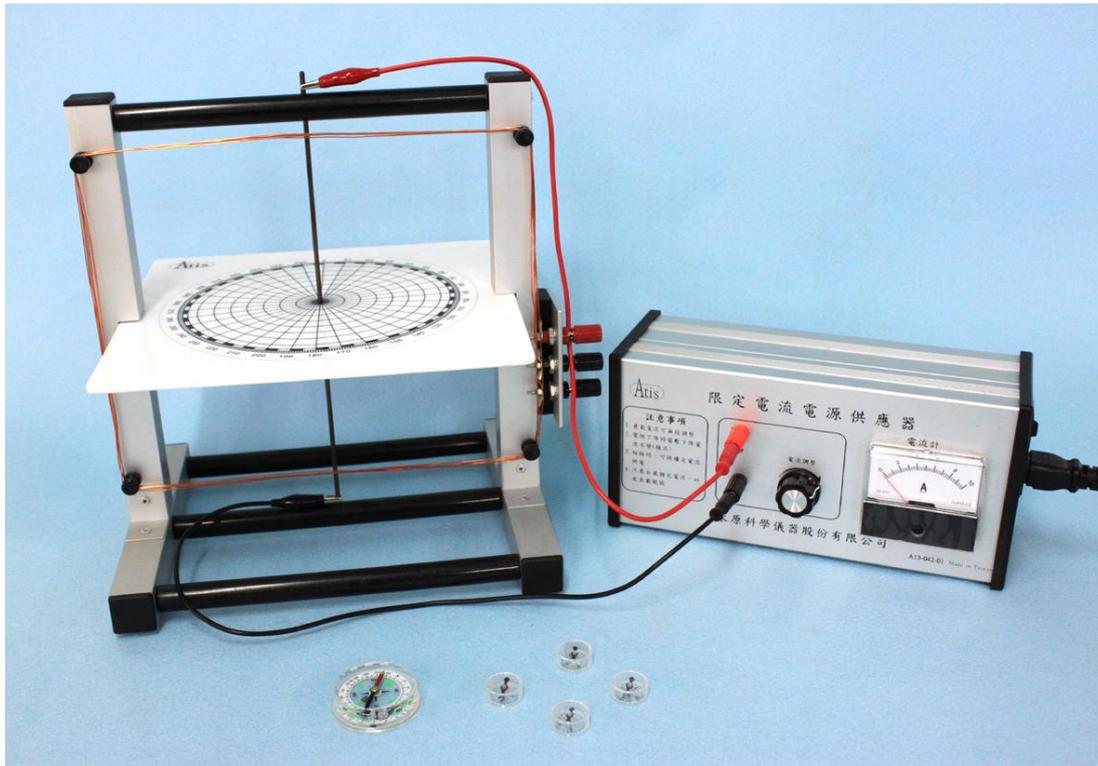


圖 4-1 實驗裝置示意圖

1. 實驗裝置如上圖 4-1，將長直導線插入實驗架以及方型角度盤，利用連接導線接上限定電流電源供應器，並歸零電源供應器，接上電源線，開啟電源開關。
2. 取精密小羅盤，放置於方型角度盤上，靜止並找出北方，調整實驗架，使方型角度盤  $0^\circ$  平行北方，如下圖 4-2。

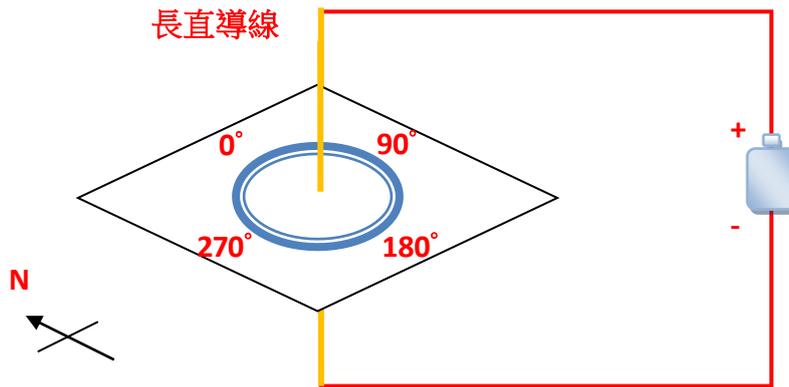


圖 4-2 指針與角度盤平行的示意圖

◆ 電流的磁效應

3. 利用小羅盤分別放置在長直導線相對的四個方向  $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$ 、 $270^\circ$ ，逐漸加大電流不超過 5A，可發現磁針有偏轉的現象。
4. 觀察電流產生的磁效應，並討論磁場的方向性。

◆ 驗證安培右手則

5. 改變電流方向，將連接導線“+”“-”極掉換，重覆上述 3.4 步驟，根據右手安培定則，找出電流與磁場方向的關係，並驗證安培右手定則。

◆ 載流直導線建立的磁場

6. 調整電流大小驗證  $B \propto I$ 。
7. 利用小羅盤，在同一角度線上，改變與導線的距離，觀察磁針偏轉大小。驗證  $B \propto \frac{1}{R}$ 。

◆ 水平載流直導線建立的磁場

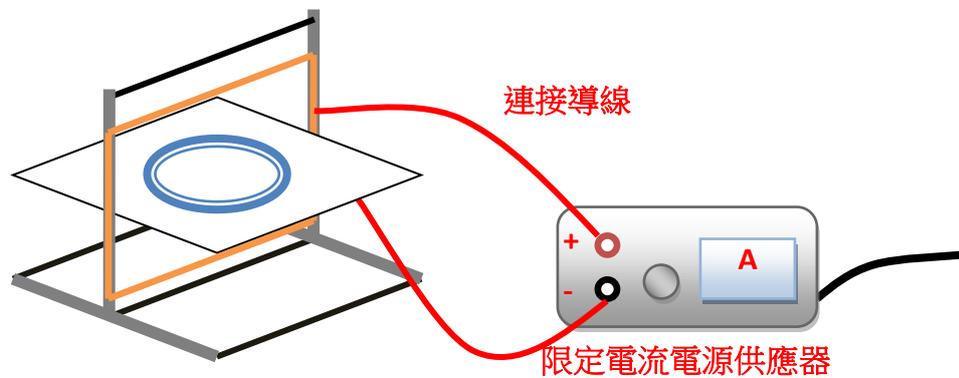
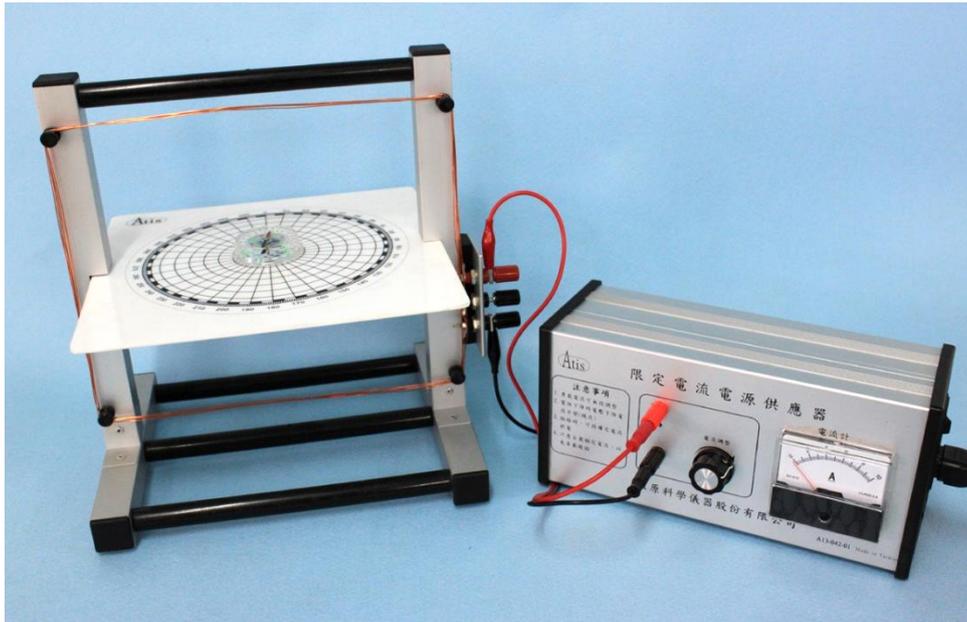


圖 4-3 方型線圈迴路實驗裝置示意圖

8. 實驗裝置如上圖 4-3，連接導線於方型線圈匝的導線插孔，分別接於 0 匝插孔與 1 匝插孔或 0 匝插孔與 5 匝插孔。
9. 取一小羅盤置於上方導線下緣、左、右側緣以及上緣，觀察磁針偏轉方向。
10. 調整電流大小驗證  $B \propto I$ 。
11. 改變與導線的距離，觀察磁針偏轉大小。驗證  $B \propto \frac{1}{R}$ 。

◆ 載流線圈匝數與磁場大小關係

12. 利用精密小羅盤，調整方型角度盤  $90^\circ$  方向與北方平行重疊，在將小羅盤放置於中心位置，固定電流約 3A，觀察磁針偏轉大小，如下圖 4-4。

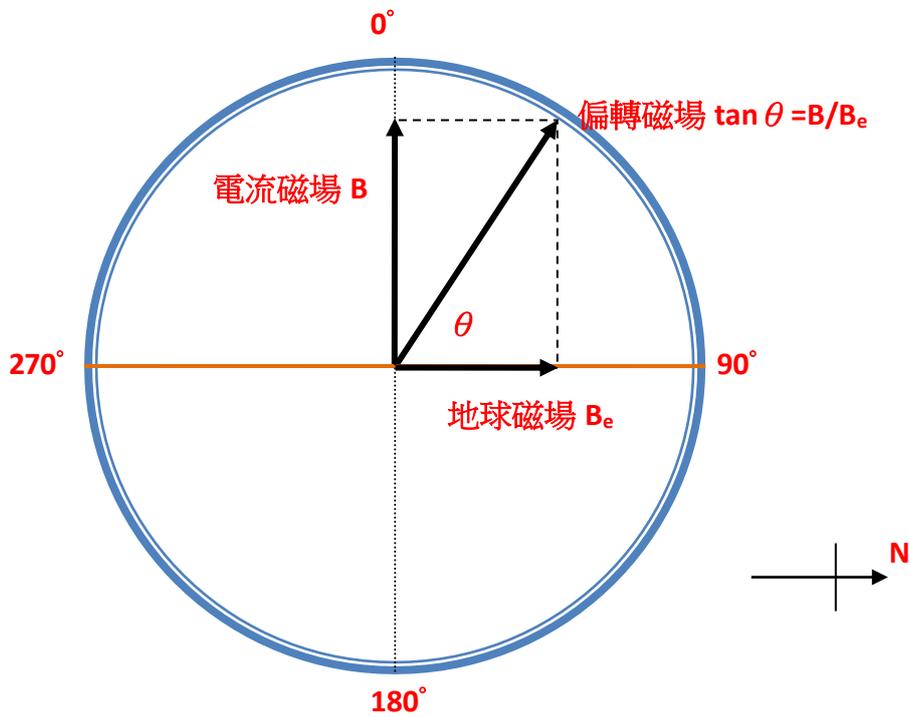
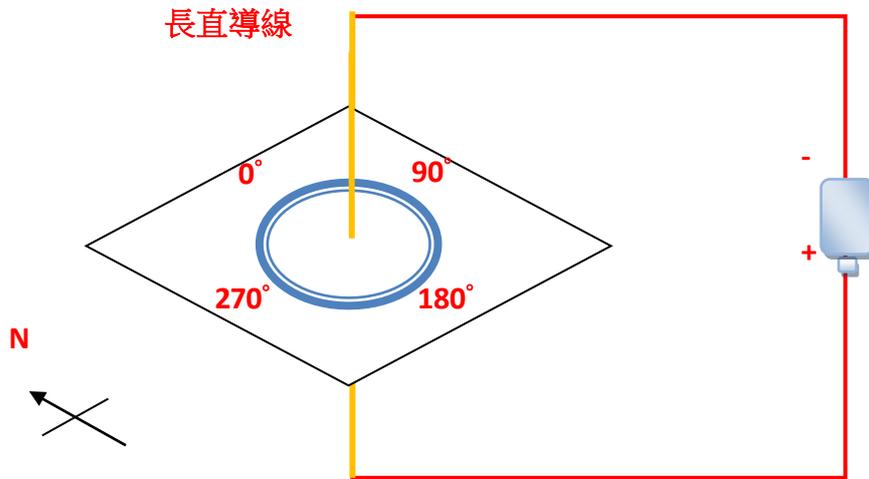


圖 4-4 地磁與電流磁場的關係示意圖

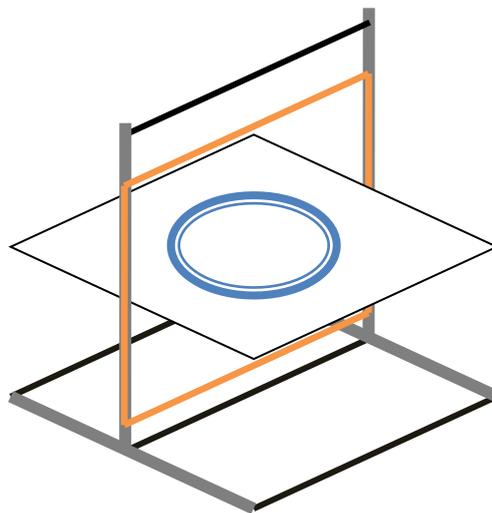
13. 改變線圈迴路匝數(1 匝、5 匝)，驗證  $B \propto \frac{NI}{a}$ 。a：方型線圈邊長。

五、問題討論：

Q1.根據圖 4-2 試描繪出電流由下往上時，分別在  $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$ 、 $270^\circ$  的小羅盤磁針轉向為何。



Q2 試描述線圈迴路以右手安培定則表示電流方向與磁場方向的關係。



Q3.試問磁場大小與線圈匝數有何關係。