

逢甲大學 112 學年度第二學期

普通物理實驗 預習報告

## 實驗 21 【創新實驗】

### APP-量測磁場

系級:光電一甲

學號:D1291989

姓名:洪嘉儀

組別:B1

組員:方宇凡 D1228597、羅冠杰 D1228728

任課老師、助教:馬仕信教授、莊秉翰助教

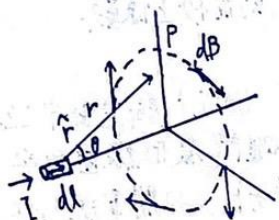
實驗上課日期:2024/06/05

## 實驗 21 [創新實驗] APP-量測磁場

一. 實驗目的: 利用手機 APP, 量測環形線圈中心處通電流後產生的磁場與地球磁場的大小。

二. 實驗原理: a. 厄斯特: 發現載有電流的導線附近的磁針, 會轉向與電流垂直的方向。

b. 必歐 (Biot)、沙伐 (Savart): 歸納出可算出載有電流的導線周圍任一點磁場強度的關係式  $dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{Idl \times r}{r^3}$  (乘號代表向量外積) — ①  
 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T}\cdot\text{m/A}$

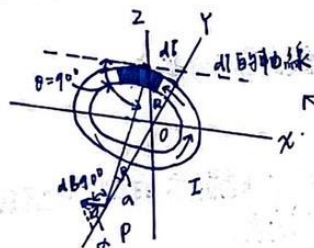


總磁通量密度 B 是對全線路積分而得:  $B = \frac{\mu_0}{4\pi} \int \frac{Idl \times r}{r^3}$

c. 一半徑 R, 載有電流 I 的圓環形線路, 如圖二。①式將演變為

$$dB = \frac{\mu_0 Idl \sin 90^\circ}{4\pi r^2} \quad \text{--- ②}$$

上圖顯示由 dl 在 P 點造成的磁場 dB。dB 垂直 dl, 且與 r 垂直。



d. 以  $\alpha$  表示 r 與 Y 軸間夾角。任何 dB 必可分解成平行於 Y 軸和垂直於 Y 軸的兩個分量, 而垂直分量恰彼此互相抵消, 因此 B 值變為

$$B = \int dB \sin \alpha = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I \sin \alpha}{r^2} \int dl$$

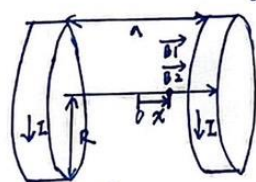
$$= \frac{\mu_0 I R \sin \alpha}{2r^2} \rightarrow \text{if } \alpha = 90^\circ \text{ 而 } r = R, B = \frac{\mu_0 I}{2R}$$

e. 如果一線圈是由 N 匝半徑相同而緊密排列的圓環組成, 則每一匝線圈所產生的 B 值大致相同, 線圈中心的總磁場為  $B = \frac{\mu_0 NI}{2R}$

f. 亥姆霍茲線圈: 當在線圈通入大小與方向均相同的電流後, 在兩環形線圈的中間區域, 就會產生一均勻磁場  $B_h$ 。假設以兩線圈面的中心處當作 x 的原點, 則在距原點右邊 x 處的磁場大小為

$$B_h = B_1 + B_2 = \frac{\mu_0 NI R^2}{2[R^2 + (\frac{a}{2} + x)^2]^{3/2}} + \frac{\mu_0 NI R^2}{2[R^2 + (\frac{a}{2} - x)^2]^{3/2}}$$

$$\Rightarrow \text{if } a = r \text{ 時, } B_h = \frac{8\mu_0 NI}{\sqrt{125} R}, \text{ 空間磁場變化量 } < 1\%$$



圖三

三. 實驗儀器: 手機、環形線圈、桌上型數位三用電錶、直流電源供應器、可變電阻 (0-100Ω) 導線。

四. 實驗方法: (一) 校正部分—以亥姆霍茲線圈校正手機磁感測器

1. 打開手機 APP, 利用磁鐵在手機上方移動, 找出磁場最大位置。
2. 將直流電源供應器、可變電阻、桌上型三用電錶與二環形線圈串聯在一起。

3. 調整兩環形線圈面的距離為  $106.5\text{ mm}$ ，且確認兩線圈面是平行的。
4. 接著將手機放置於承載台上，並將磁感測器約略放在線圈中心。
5. 關掉電源，去除環境磁場。接著兩線圈同時通同樣大小且同向的電流。記錄量測的磁場。
6. 改變電流，重複量測磁場大小。
7. 將實驗值與理論值比較得到手機磁感測器校正係數。

#### (二) 量測環形線圈中心點磁場大小

1. 在串聯電路中移除一線圈，將手機移至另一仍在串聯電路中之線圈中心處，調整手機相對環形線圈面角度，確認環形線圈面與手機磁感測器垂直。打開APP，將環境磁場去除。打開電源，上下移動手機，找出磁場最小位置。
2. 關掉電源，將環境磁場去除。打開電源改變電流大小，記錄磁場。
3. 算出磁導率  $\mu$ ，實驗值並與理論值比較計算百分誤差。

#### (三) 量測地磁大小

1. 找一個較少磁場干擾的地方。打開APP，此時顯示的即是地磁大小。經過校正係數處理後，計算百分誤差。