

第__學年度清華大學普通物理實驗(二)

☒預報 或 ☐結報 課程編號: 10620PHYS102011

實驗名稱: 亥姆霍茲共振圈

系 級: 材料21 組 別: 7

學 號: 106031209 姓 名: 彭斐文

組 員: 林暄慈

實驗日期: ____年__月__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
	A ⁺	
結報繳交日期		
報告缺失紀錄		

高斯 = 亥姆霍茲線圈

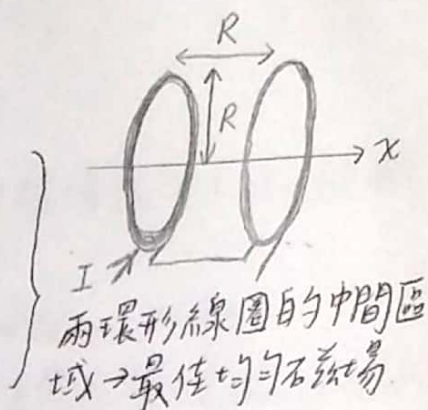
一、實驗目的：

環形亥姆霍茲線圈和螺旋線圈，常用來提供實驗時所需的均勻磁場，本實驗探討空間中環形亥姆霍茲線圈所提供的磁場分布情形和均勻度，以及其優點。

二、實驗原理：

(一) 亥姆霍茲線圈

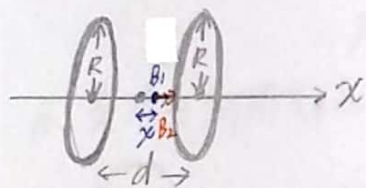
1. 由兩結構大小完全相同的環形線圈組合而成
2. 兩線圈面平行且共軸
3. 兩線圈的中心點間的距離等於環形線圈的半徑
4. 兩線圈內通入方向、大小相同的電流



(二) 單一 N 匝線圈

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 N I R^2}{2(x^2 + R^2)^{3/2}} \hat{x}$$

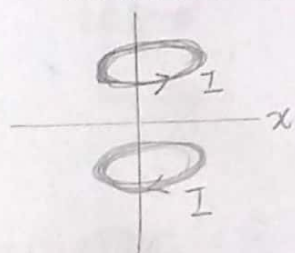
(三) 環形亥姆霍茲線圈



$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = \frac{\mu_0 N I R^2}{2[(\frac{d}{2} - x)^2 + R^2]^{3/2}} \hat{x} + \frac{\mu_0 N I R^2}{2[(\frac{d}{2} + x)^2 + R^2]^{3/2}} \hat{x}$$

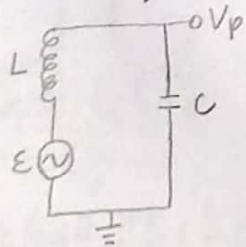
若 $d=R$ ，則為亥姆霍茲線圈，在 $x=0$ 的磁場為 $\vec{B} = \frac{8\mu_0 N I}{\sqrt{125} R} \hat{x}$

(四) 反亥姆霍茲線圈



磁場在兩線圈中間處 = 0。在中心處對稱軸上磁場有 $0.858 \mu_0 I / d^2$ 的線性梯度。在冷原子實驗中被用來產生磁光陷阱 (MOT) 所需要的磁場分布

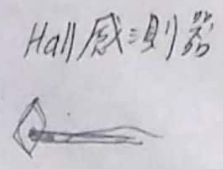
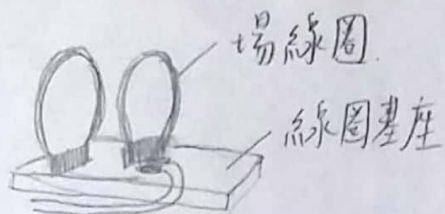
(五) 交流磁場測量



若線圈的電流為交流 ($I = I_0 \cos \omega t$)，則空間中產生隨時間變化的磁場 ($B = B_0 \cos \omega t$)，其振幅 $B_0 = I_0$ 產生的磁場。此交流磁場可在小線圈產生感應電動勢 \propto 小線圈軸上的磁場分量。→ 可以利用線圈 (拾波線圈) 測量交流磁場。
LC 共振原理可放大信號

三、儀器

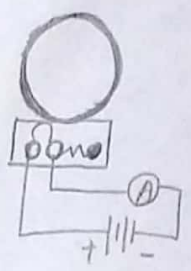
線圈基座、+ 易線圈、跳線、齒條軌道座、小型基座、支撐桿、直流電源供應器、數位電表、Arduino、KENWOOD、AG2030 訊號產生器、共振拾波線圈、數位示波器。



四、步驟

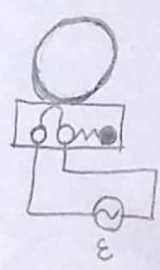
(一) 單一線圈磁場測量

A. 直流 \rightarrow 利用 Arduino, 超音波測距器, 霍爾感測器.



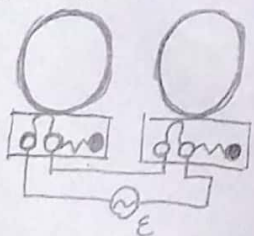
1. 架設儀器, 電流限流設在 $2A$.
2. 執行 Cool Term, 讀取數據, 此時磁場為背景值, 距離為三角架到線圈平台. (Connect)
3. Connection \rightarrow Capture to Textfile \rightarrow Start
4. 輸出固定電流 ($\leq 2A$), 利用數位電表測電流, 記錄. 電流產生磁場
5. 移動線圈平台, 使線圈平台穿過 Hall 感測器直到離開 $10cm$, 關閉輸出電流
6. Connection \rightarrow Capture to Textfile \rightarrow Stop.
7. 磁場分佈繪圖

B. 交流 \rightarrow 利用共振拾波線圈.



1. 架設儀器, 訊號產生器輸出正弦波, 振幅調至最高, 頻率設在 $5kHz$.
2. 改變訊號產生器頻率, 將共振拾波線圈輸出信號調至最大. 利用數位示波器測量信號 (V_{pp}) 隨線圈中心軸位置的變化, 做圖, 與 A 比較.

(二) 交母霍茲線圈



1. 架設儀器, 使兩線圈相距 $5cm$.
2. 利用拾波線圈測磁場隨中心軸位置變化
3. 調整兩線圈間距至 $10.25cm$, 重複 2
4. 重複 3, 改為 $14.5cm$.

(三) 反交母霍茲線圈

1. 架設儀器, 使兩線圈相距 $10.25cm$.
2. 利用拾波線圈測量磁場隨中心軸位置的變化.

五、問題預習

Q = 誤差來源

A = 距離測量不準確, 霍爾磁場感測器沒有對到中心點, 電流測量不準確