

## 地磁測量

### 一、目的:

利用法拉第定律測量地球磁場大小及方向。

### 二、原理:

假設有一個 $N$ 匝圓形線圈，面積為 $A = \pi R^2$ ，放置在均勻磁場 $B$ 內，則通過線圈的磁通量為

$$\Phi = NB \cdot A_{\perp} \quad (1)$$

其中 $A_{\perp} (= |A_{\perp}|)$ 為線圈在與 $B$ 互相垂直的平面上的投影面積。在實驗室內任意設定直角座標系統，並將地球磁場表示為

$$B = B_x \hat{x} + B_y \hat{y} + B_z \hat{z} \quad (2)$$

再以馬達帶動，令線圈以其直徑為軸，以固定角速度 $\omega$ 循 $\hat{z}$ 方向轉動；則面積向量為

$$A = A \cos \omega t \hat{x} + A \sin \omega t \hat{y} \quad (3)$$

如此一來，磁通量也隨時間而變，

$$\phi(t) = (B_x \cos \omega t + B_y \sin \omega t) NA \quad (4)$$

按照法拉第定律，在線圈上會有感應電動勢

$$\varepsilon_z = \frac{d\phi}{dt} = \omega(-B_x \sin \omega t + B_y \cos \omega t) NA \quad (5)$$

這個電動勢的振幅為

$$\varepsilon_z = \omega NA (B_x^2 + B_y^2)^{1/2} \quad (6)$$

只要令線圈依次循 $\hat{x}, \hat{y}, \hat{z}$ 旋轉，量出 $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z$ 便 $B_E$ 可決定地球磁場 $B_E$ 的大小及方向。

$$B_E^2 = B_x^2 + B_y^2 + B_z^2 = \frac{\varepsilon_x^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_z^2}{2(\omega NA)^2} \quad (7)$$

磁傾角  $\Psi$  為

$$\tan \Psi = \frac{B_z}{(B_x^2 + B_y^2)^{1/2}} = \frac{\sqrt{\varepsilon_x^2 + \varepsilon_y^2 - \varepsilon_z^2}}{\sqrt{2}\varepsilon_z} \quad (8)$$

二、儀器及配件:

馬達、直流電源供應器、電壓放大器、示波器、線圈(大、小各一)。

三、步驟:

1. 在桌邊自行設定  $\hat{x}, \hat{y}, \hat{z}$  座標軸。
2. 按照圖1方式接好線路，使線圈轉軸沿  $\hat{z}$  方向。注意使磁性物質(例如三用電表等)均遠離馬達及線圈等裝置。
3. 啟動馬達，慢慢增加電壓，使轉速達每秒0.3轉左右，由示波器上讀出感應電壓值  $\varepsilon_z$ 。以馬表測量線圈轉速  $\omega$ 。
4. 關掉電源，使馬達軸改為  $\hat{x}, \hat{y}$  方向，分別重覆步驟2、3。
5. 大小線圈均為10匝，大線圈直徑為40.0 cm，小線圈直徑為20.0 cm，由公式(7), (8) 計算地球磁場。
6. 改用不同轉速進行實驗。(注意轉速不可過高，以免線圈變形)

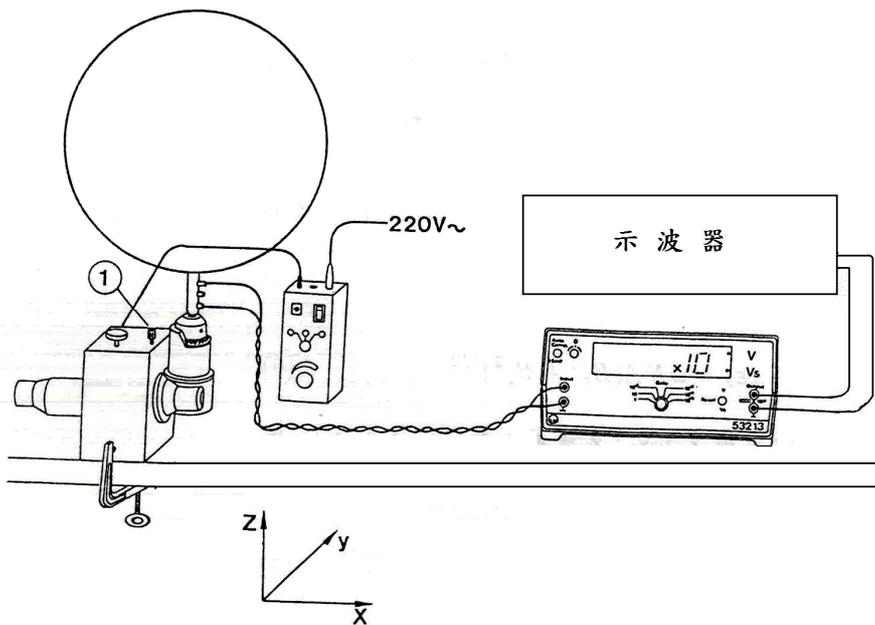


圖1

五、問題:

- 1.馬達內部的鐵心會產生磁場嗎?這個磁場會不會影響實驗結果?你如何決定此項影響的大小?
- 2.如果要使實驗容易進行，增加轉速、線圈區數及線圈面積都是可行的方法。造幾種方法的優點和缺點各是什麼?

六、參考文獻:

