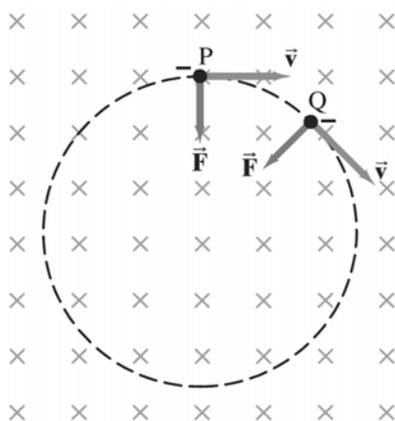


實驗五 電子荷質比實驗

一、實驗目的：

電子從陰極射線管射出，經加速電壓 V 作用後獲得動能，進入磁場中受磁力作用而彎曲，如果適當的調整加速電壓及磁場大小，則電子將作圓周運動。測量其半徑 r ，代入公式計算出電子的電荷質量比（荷質比 charge-to-mass ratio, e/m ）。

二、實驗原理：



圖一、電子在磁場中的運動軌跡與受力方向示意圖

當電子以速度 v 垂直磁場方向運動，如圖一所示，則受到一作用力 F 。

$$F = evB \quad (1)$$

根據夫來明右手定則(Fleming's right-hand rule)， F 永遠與 v 垂直，故 F 為向心力，且為定值，故電子作等速率圓周運動。設電子質量為 m ，由圓周運動的關係式，我們知道

$$F = ma = m \frac{v^2}{r} \quad (2)$$

a 為向心加速度， r 為電子作圓周運動的半徑。

$$m \frac{v^2}{r} = evB \quad (3)$$

又因為電子的能量來自電子槍兩端的電位差 V ，也就是加速電壓。

$$eV = \frac{1}{2}mv^2 \quad (4)$$

將式(4)代入式(3)，消去速度 v ，得

$$\frac{e}{m} = \frac{2V}{B^2 r^2} \quad (5)$$

本實驗所需之磁場，是使用亥姆霍茲線圈(Helmholtz Coil)產生，因為當該兩線圈的距離是某個特定的距離時，將會在中心點周圍產生一個幾乎均勻的磁場，磁場方向平行於連心軸。亥姆霍茲線圈的磁場 B 如下式所示：

$$B = \frac{8}{\sqrt{125}} \frac{\mu_0 Ni}{R} \quad (\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb/A} \cdot \text{m}) \quad (6)$$

$N = 130$ 匝：亥姆霍茲線圈每邊的匝數

$R = 0.15 \text{ m}$ ：亥姆霍茲線圈的半徑

i ：通過亥姆霍茲線圈的電流

將式(6)代入式(5)得到

$$\frac{e}{m} = \frac{125}{32} \frac{VR^2}{\mu_0^2 N^2 i^2 r^2} \quad (6)$$

故在本實驗中只需得知亥姆霍茲線圈的圈數、線圈半徑、通過線圈電流大小、電子槍之端電壓和觀察到的電子的圓周運動半徑，利用上式即可得電子之荷質比 e/m 。

三、實驗儀器：

電子束燈管（燈管內部附指標）

亥姆霍茲線圈（直徑 30 cm）

可變高壓直流電源供應器（dc 0-500 V/ 0-150 mA，含 6.3 V 燈絲電源）

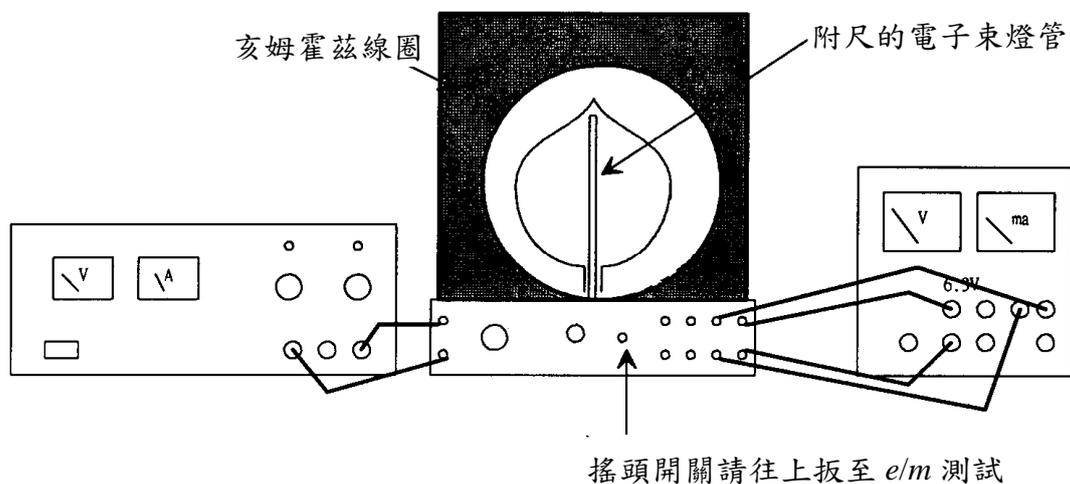
可變直流電源供應器（輸入 ac 110 V，輸出 dc 15 V/5 A）

槍型連接導線

6 條

四、實驗步驟：

1. 接線如下圖所示：



- 電子束管的「絲極」接在交流輸出之 6.3 V 其中一組端子上。
- 電子束管接在 dc 500 V/150 mA 可變高壓直流電源供應器上。
- 亥姆霍茲線圈的「電源輸入」F5 與 F6 端子接在 15 V/5 A 的可變直流電源供應器之紅、黑色端子上。

2. 打開電源開關，15 V/5 A 可變直流電源供應器之電壓旋鈕向左轉到底，使輸出電流為 0，此時將 dc 500 V/150 mA 可變高壓直流電源供應器之「電壓調整」旋鈕轉至約 250 V，即有電子束由燈管底部自左而右射出，改變亥姆霍茲線圈電流並調整「聚焦旋鈕」調節電子束，使其較為集中後，將電子束管之陰、

陽極間加速電壓 V 固定，改變亥姆霍茲線圈之電流，記錄電子束圓周運動之半徑 r 及亥姆霍茲線圈電流 i ，算出 e/m 值。

3. 固定亥姆霍茲線圈之電流，改變電子束管之加速電壓 V ，記錄電子束圓周運動之半徑 r ，並算出 e/m 值。

***注意事項：**

1. 電子束管之燈絲加熱電壓為 ac 或 dc 6.3 V，切勿接錯至高壓電源而燒斷燈絲。
2. 最大可供應 dc 15 V/5 A 的直流電源供應器具有過載保護裝置，向右順時針方向旋轉，電流越大。
3. 實驗時要將 e/m 測試開關撥至「 e/m 測試」位置。
4. 電子束受磁場作用而做圓周運動時，可用燈管內之刻度尺標測量其直徑，若電子束方向偏離尺標時則可稍微轉動電子束管（燈泡）調整之。

五、問題與討論：

1. 試討論本實驗的主要誤差，及改進方法。
2. 若磁場方向未與電子束方向垂直，會發生什麼現象？為什麼？

物理實驗記錄表格
實驗五、電子荷質比實驗

實驗時間： 年 月 日 姓名：_____

V	i	r	e/m	誤差