

## Laboratório 10

### *Carga Específica do Elétron*

#### Objetivo

Medir a carga específica do elétron ( $e/m$ ).

#### Material utilizado

- Bulbo de vidro com uma pequena quantidade de gás
- Par de bobinas de Helmholtz
- Duas fontes de tensão
- Multímetros
- Cabos para conexão

### 1. Movimento de uma carga elétrica num campo magnético

Considere uma partícula de massa  $m$ , carga  $q$  e velocidade  $\mathbf{v}$  que é injetada em um campo magnético uniforme. A força magnética que atua sobre a partícula é

$$\mathbf{F} = q \mathbf{v} \times \mathbf{B} \quad (11.1)$$

Note que essa força é sempre perpendicular à velocidade da partícula, e portanto a força magnética não realiza trabalho e a energia cinética da partícula permanece constante. No caso especial em que a velocidade da partícula é perpendicular ao campo magnético, a partícula desloca-se numa **órbita circular** de raio  $r$ . Nessa situação, a força magnética atua como a força centrípeta:

$$qvB = \frac{mv^2}{r} \quad (11.2)$$

Se a partícula é acelerada por uma diferença de potencial  $V$  antes de ser injetada no campo, sua energia cinética é dada por

$$qV = \frac{1}{2}mv^2 \quad (11.3)$$

Combinando as equações (11.2) e (11.3), temos

$$\frac{q}{m} = \frac{2V}{(Br)^2} \quad (11.4)$$

Através da medida do raio de curvatura  $r$ , da intensidade do campo magnético  $B$  e da voltagem  $V$ , podemos determinar a razão carga sobre massa da partícula. Para o elétron, essa quantidade é conhecida como carga específica do elétron.

## 2. Aparato experimental

Neste experimento utilizaremos um feixe de elétrons e um bulbo de vidro que encerra uma pequena quantidade de gás. O feixe de elétrons é emitido por um filamento aquecido e acelerado por uma diferença de potencial  $V$ . O feixe entra numa região de campo magnético  $\mathbf{B}$  aplicado perpendicularmente à velocidade dos elétrons, o que faz com que se desloquem numa trajetória circular. O gás dentro do tubo é ionizado pela colisão com os elétrons tornando o feixe visível (a luz visível vem dos fótons emitidos quando elétrons são recapturados pelos átomos ionizados).

O campo magnético  $\mathbf{B}$  é produzido por um par de bobinas de Helmholtz. A intensidade do campo no centro das bobinas é dada por

$$B_H = \left(\frac{4}{5}\right)^{3/2} \frac{\mu_0 N}{R} I \quad (11.5)$$

onde  $N = 154$ ,  $R = 0,2$  m,  $\mu_0 = 1,257 \times 10^{-6}$  Tm/A e  $I$  é a intensidade da corrente elétrica aplicada às bobinas. A carga específica do elétron é dada equação (11.4)

$$\frac{e}{m} = \frac{2V}{(B_H r)^2} \quad (11.6)$$

Combinando as Eqs. (11.5) e (11.6), podemos escrever a voltagem  $V$  de aceleração do feixe em função da corrente  $I$  que atravessa as bobinas

$$V = \left(\frac{e}{2m} K^2 r^2\right) I^2 \quad (11.7)$$

onde  $K = (4/5)^{3/2} \mu_0 N/R$ . A razão  $e/m$  pode então ser determinada a partir de um ajuste linear aplicada aos pontos ( $I^2$ ,  $V$ ).

## 3. Procedimento Experimental

1. Ligue as fontes e ajuste a tensão da fonte ligado ao voltímetro para  $V = 130$  V.
2. Posicione a chave “V” da fonte ligado ao **amperímetro** no mínimo e a chave “A” no máximo.
3. Utilizando a chave “V”, varie lentamente a corrente elétrica até que a trajetória luminosa observada no tubo de vidro forme um meio círculo de raio desejado. O raio da trajetória pode ser determinado pelos quatro traços metálicos dentro do tubo que correspondem aos raios 0,02, 0,03, 0,04 e 0,05 m. Anote o valor da corrente medida.
4. Para um valor **fixo** do raio da trajetória, repita o procedimento acima para diferentes valores de  $V$  e preencha a tabela abaixo.

$r = ( \quad ) \text{ m}$		
$V \pm \sigma_v \text{ (V)}$	$I \pm \sigma_i \text{ (A)}$	$I^2 \text{ (A}^2\text{)}$
130		
140		
160		
180		
200		
220		
240		
260		
280		
300		

5. Gire lentamente o bulbo de vidro. O que ocorreu com a trajetória do feixe de elétrons ? Descreva e explique o observado.
6. Faça o gráfico  $V \times I^2$  em um programa de computador. Obtenha o valor de  $e/m$  a partir do gráfico.