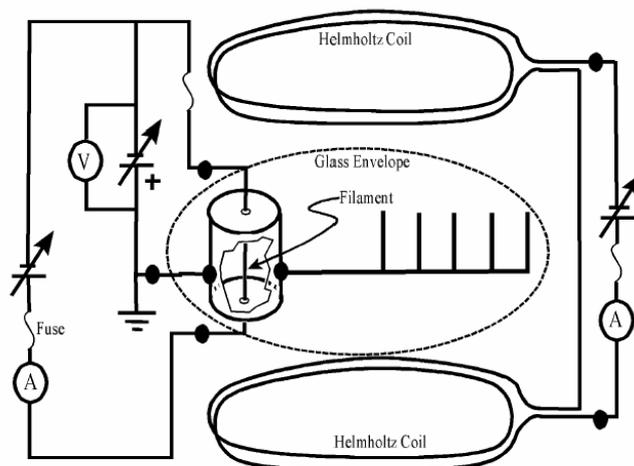

BASES EXPERIMENTAIS DA MECÂNICA QUÂNTICA
MEDIDAS DE E/M (MÉTODO DE THOMPSON)

INTRODUÇÃO

Elétrons livres, produzidos por um filamento dentro de um cilindro condutor, são acelerados por uma diferença de potencial aplicada entre o filamento e o cilindro. Alguns dos rápidos elétrons saem por uma pequena fenda na parede do cilindro produzem um feixe estacionário de elétrons, os quais atravessam um campo magnético perpendicular. Devido às forças de Lorentz, o feixe é defletido na forma circular. Medindo o raio da curvatura e a corrente na bobina de Helmholtz, e/m pode ser determinado.

O Feixe de electrons é gerado em um tubo de vidro que contém uma pequena quantidade de Hg, o qual irradia luz visível ao ser bombardeado pelos elétrons. Isto permite que o caminho do feixe de elétrons possa ser visualizado.

Em 1997, J.J. Thomson demonstrou o efeito de um campo magnético sobre um feixe de elétrons e, logo, melhorou a qualidade do nível de vácuo nestes tubos para reduzir a influência dos íons positivos. Ele estava preste a demonstrar a deflexão do campo elétrico. Através destas técnicas, ele chegou a realizar seu experimento para avaliar as propriedades físicas dos elétrons.



Esta experiência permite a observação de que os raios catódicos podem ser considerados como uma corrente de cargas negativas com velocidade uniforme, quando acelerados por uma diferença de potencial. Além disso, é possível constatar a natureza corpuscular destas cargas e, através da relação e/m , verificar a previsão de que tal corrente é formada por elétrons.

O efeito entre o campo magnético e o campo elétrico, associado à energia cinética do feixe de elétrons, é analisado para avaliar a velocidade das partículas e a carga específica e/m associada a elas.

Para não termos deflexão, é essencial estabelecer uma condição de campos uniformes e perpendicularmente concorrentes.

A força elétrica atuando sobre um elétron de carga e , que está se movendo em um campo \mathbf{E} uniforme é dado por

$$\mathbf{F} = e \cdot \mathbf{E}$$

Para encontrarmos a equação de movimento, devemos considerar que:

$$\mathbf{F} = m \cdot \mathbf{a} = e \cdot \mathbf{E}$$

$$a_y = e \cdot E$$

$$x = x_0 + v_0 \cdot t + at^2/2$$

Como, na direção y , temos $v_0 = 0$ quando $y_0 = 0$:

$$y = a_y t^2 / 2$$

$$y = e \cdot E \cdot t^2 / 2m$$

Ainda, quando $x_0 = 0$ e $a = 0$:

$$x = v_x \cdot t$$

Combinando as últimas duas equações, temos a equação que representa a trajetória parabólica do elétron em um campo elétrico:

$$y = e \cdot E \cdot x^2 / 2m v_x^2$$

Destes seis parâmetros, apenas e , m e v_x não podem ser medidos diretamente. Thomson combinou as variáveis e e m em um termo mais simples, obtendo uma equações que surge da idéia do balanceamento dos campos elétrico e magnético para quantificar v_x .

Sendo a força magnética dada por

$$\mathbf{F} = e \cdot v \cdot \mathbf{B}$$

A condição de igualdade dos campos pode ser expressa por

$$\mathbf{F} = e \cdot E = e \cdot v \cdot \mathbf{B}$$

E a velocidade pode ser determinada por

$$v_x = E/B$$

Substituindo esta expressão na equação de movimento em y :

$$y = e \cdot E \cdot x^2 / 2m v_x^2$$

$$y = e \cdot x^2 B^2 / 2m E$$

Como o campo elétrico é dado por $E = V_p/d$, em que é o potencial entre o par de placas defletoras, separadas por uma distância d , encontramos que

$$e/m = V_p / x^2 B^2$$

A carga específica do elétron, designada por e/m , tem um valor aceito como sendo $(1,75888 \pm 0,00004) \cdot 10^{11}$ C/Kg.