

# Física Experimental III - Experiência E7

## Balança de corrente

### OBJETIVOS

- Estudo da interação corrente  $\times$  campo usando uma balança magnética.
- Estimativa do campo magnético de um ímã permanente.

### MATERIAL

Balança magnética, fonte de corrente, amperímetro, fios de cobre, Gaussímetro e ímã em U.

### INTRODUÇÃO

Quando uma carga elétrica  $q$  se desloca com velocidade  $\mathbf{v}$  em um campo magnético, com indução magnética  $\mathbf{B}$ , neste atua uma força  $\mathbf{F}$  chamada *força de Lorentz*:

$$\mathbf{F} = q \cdot (\mathbf{v} \times \mathbf{B}). \quad (7.1)$$

O vetor força  $\mathbf{F}$  é perpendicular ao plano ocupado por  $\mathbf{v}$  e  $\mathbf{B}$ . Neste experimento os vetores  $\mathbf{v}$  e  $\mathbf{B}$  são ortogonais, de modo que a relação acima pode ser escrita usando apenas o módulo dos vetores:

$$F = q \cdot v \cdot B. \quad (7.2)$$

A velocidade dos portadores de carga (elétrons) é medida pela Corrente elétrica  $I_l$  no condutor. A carga de elétrons num condutor de seção  $A$  e comprimento  $l$  deve ser expressa como:

$$q \cdot v = I_l \cdot l. \quad (7.3)$$

Desse modo a *força de Lorentz* pode ser escrita como:

$$F = I_l \cdot l \cdot B \quad (7.4)$$

Para realizar a experiência você irá usar um fio suspenso por uma balança, no local do prato da mesma. Este fio é uma trilha feita numa placa de circuito impresso, ligado a fonte de corrente por duas fitas de metal.

Inicialmente coloca-se a balança na posição de equilíbrio e se faz passar uma corrente pelo fio. A passagem da corrente pelo fio fará aparecer uma força no fio que irá desequilibrar a balança. Girando o *Dial* da balança até que ela volte a posição de equilíbrio pode-se determinar, através da força peso, a força feita sobre o fio. Sendo:

$$F = m \cdot g \quad (7.5)$$

$$m = (l \cdot B/g) I \quad (7.6)$$

Que é a expressão de uma reta para um gráfico de  $m$  em função de  $I$ . O valor da massa medida, para cada valor de corrente, pode ser escrito como  $M = m_0 + m$ , assim a equação 6.6 fica:

$$M = (l \cdot B/g) I + m_0, \quad (7.7)$$

Que é a equação de uma reta em que o coeficiente angular é  $(l \cdot B/g)$  e o linear  $m_0$ .

## PROCEDIMENTOS

**OBS. 1) Todos os procedimentos com a balança deverão ser efetuados de forma cuidadosa, pois trata-se de um equipamento frágil e com montagem delicada.**

**2) Tome o cuidado de eliminar quaisquer fontes de torques que possam vir a prejudicar o andamento do experimento, posicionamento das fitas condutoras, correntes de vento, vibração da mesa, etc.**

1. Pegue o primeiro fio, montado na placa de fibra de vidro, e ligue as duas fitas flexíveis de metal nas suas laterais. Essas fitas devem estar ligadas ao distribuidor, que deve estar preso na extremidade do suporte vertical. Esses dois pontos devem ser ligados a fonte de corrente, que já possui um amperímetro digital. Esta deve estar desligada e com os controles de tensão e corrente no mínimo.
  2. Pendure o fio no lugar do prato da balança, de modo que o fio fique entre os pólos do ímã em forma de U.
  3. Anote na folha de dados o comprimento do fio usado.
  4. Equilibre a balança, primeiro deslocando as massas, da maior para a menor, e finalmente o *Dial*. Anote na folha de dados a massa inicial do sistema.
  5. Você irá fazer passar uma corrente no fio de 0,00 A até 4,50 A em intervalos de aproximadamente 0,5 A. A seguir você deve girar o *Dial* até a balança voltar a posição de equilíbrio. Anote os valores de massa indicados pela balança e os de corrente da fonte. **Para variar a corrente siga os passos a seguir.**
- 5.1 Inicialmente a fonte deve estar desligada e com os controles de corrente e tensão no mínimo (girados para a esquerda).**
- 5.2 Ligue a fonte, os indicadores deverão indicar leitura zero.**
- 5.3 Gire o controle de tensão  $\frac{1}{4}$  de volta para a direita. Não deverá haver mudanças dos valores indicados no painel da fonte, pois você está apenas aumentando o nível de tensão que a fonte poderá fornecer.**
- 5.4 Finalmente gire lentamente o controle de corrente para a direita e a corrente no circuito começará a aumentar. Trabalhe com intervalos de aproximadamente 0,5 A.**
6. Após fazer a medida com a corrente máxima, volte o controle de corrente para o mínimo, retire o fio da balança, troque por *outro fio*, recoloque na balança e repita o procedimento anterior registrando os novos valores na Folha de Dados. Repita o procedimento para os quatro fios existentes na bancada.
  7. Finalmente, usando um Gaussímetro, meça o campo magnético, em 3 posições, entre os pólos do ímã.

## TÓPICOS A SEREM DISCUTIDOS EM SALA

- Expressão da força magnética sobre corrente elétrica.
- Interação magnética corrente  $\times$  campo magnético.
- Correntes de Foucault e o papel do freio magnético no funcionamento da balança.
- Como usar uma fonte de corrente.
- Uso da balança com vernier.
- Uso do Gaussímetro.

## ASPECTOS TEÓRICOS A SEREM ABORDADOS NO RELATÓRIO

- Mostre como se pode obter a expressão da força magnética sobre uma corrente elétrica, partindo a força magnética sobre uma carga em movimento.
- Mostre o modelo que será usado para obter o campo do ímã.

## ASPECTOS PRÁTICOS A SEREM DESCRITOS NO RELATÓRIO

- Esquematize a montagem experimental da balança de corrente, deixando claras as conexões elétricas e o sentido da corrente.
- Descreva resumidamente o procedimento usado para equilibrar a balança na situação inicial e reequilibrá-la na presença da corrente.

## PROCEDIMENTOS E CÁLCULOS A SEREM EFETUADOS NO RELATÓRIO

- Monte quatro gráficos de  $M \times i$  para os fios, e a partir das inclinações dessas retas, a medida (com incerteza) para o campo magnético do ímã permanente.
- Faça uma tabela com os valores de  $\mathbf{B}$  para cada fio, o valor medido pelo Gaussímetro e acrescente a incerteza percentual das medidas.
- Compare com o valor medido pelo Gaussímetro.
- Compare o valor acima com a magnitude do campo magnético da Terra. Quantas vezes  $B$  é mais intenso que o campo da Terra?

## QUESTÕES A SEREM DISCUTIDAS NO RELATÓRIO

1. Como funciona o freio magnético utilizado na balança?
2. Qual dos quatro fios apresenta a menor incerteza percentual?
3. Qual dos quatro fios apresentou melhor resultado? Explique.
4. Compare as duas respostas anteriores e comente.

NÃO DEIXE DE LER: Halliday, Resnick & Walker, Fundamentos de Física, Vol. 3, Seções 30.7, 31.3.

# FOLHA DE DADOS

E7

Grupo: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_ Prof.: \_\_\_\_\_

Primeiro fio.  $l = \text{_____} \pm \text{_____} ( \quad )$        $m_0 = \text{_____} \pm \text{_____} ( \quad )$

$M(\text{_____})$	$\Delta M(\text{_____})$	$i(\text{_____})$	$\Delta i(\text{_____})$

Segundo fio.  $l = \text{_____} \pm \text{_____} ( \quad )$        $m_0 = \text{_____} \pm \text{_____} ( \quad )$

$M(\text{_____})$	$\Delta M(\text{_____})$	$i(\text{_____})$	$\Delta i(\text{_____})$

Medida do campo do imã feita com o *Teslameter*       $B = \text{_____} \pm \text{_____} ( \quad )$

Grupo: \_\_\_\_\_ Turma: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_ Prof.: \_\_\_\_\_

Terceiro fio.  $l = \text{_____} \pm \text{_____} ( \quad )$        $m_0 = \text{_____} \pm \text{_____} ( \quad )$

$M(\text{_____})$	$\Delta M(\text{_____})$	$i(\text{_____})$	$\Delta i(\text{_____})$

Quarto fio. = \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ (    )       $m_0 = \text{_____} \pm \text{_____} ( \quad )$

$M(\text{_____})$	$\Delta M(\text{_____})$	$i(\text{_____})$	$\Delta i(\text{_____})$