

# Campo Magnético no Centro de uma Bobina

## INTRODUÇÃO

Sabe-se que uma carga elétrica em movimento ou uma corrente elétrica produz um campo magnético em sua vizinhança. Na Figura 1, representa-se uma bobina de comprimento  $L$ , formada por  $N$  espiras de seção reta circular de raio  $r$ . Uma corrente  $I_0$  nas espiras produz um campo magnético  $\mathbf{B}$  cujo módulo, no centro da bobina, é dado por

$$B = \frac{\mu I_0 N}{L} \cos \alpha \quad , \quad (1)$$

em que  $\mu$  é a permeabilidade magnética do meio no interior da bobina e  $\cos \alpha$  é um fator de correção do campo, introduzido pelo fato de o comprimento da bobina ser finito (veja Figura 1). A permeabilidade magnética para o ar é  $\mu_{\text{ar}} \cong \mu_{\text{vácuo}} = 1,26 \times 10^{-6} \text{ Tm/A}$ . A direção desse campo é ao longo do eixo da bobina e seu sentido é dado pela “regra da mão direita” (Lei de Ampère).

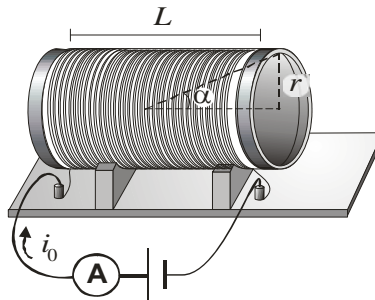


FIGURA 1 - Bobina cilíndrica de comprimento  $L$  e de raio  $r$ , ligada a uma fonte de corrente elétrica, que produz um campo magnético em seu interior

Sabe-se que a força que um campo magnético  $\mathbf{B}$  exerce sobre um fio reto que transporta uma corrente elétrica  $I$  é dada por

$$\mathbf{F} = I \ell \times \mathbf{B} \quad , \quad (2)$$

em que  $\ell$  é um vetor dirigido ao longo do fio, no sentido da corrente elétrica, com módulo igual ao comprimento do fio.

O módulo do campo magnético em uma certa região pode ser determinado por meio da medição dessa força. Para isso, utiliza-se uma balança de corrente, como a que é mostrada na Figura

2. Ela consiste em uma espira retangular de comprimento  $a$  e largura  $\ell$ , que transporta uma corrente elétrica  $I$  (veja detalhe na Figura 2). Essa espira pode girar em torno de um eixo que está apoiado em dois suportes verticais. Fixada nesse eixo, há, também, uma haste sobre a qual um objeto de massa  $m$  pode ser posicionado, de forma que a espira fique em equilíbrio com o seu plano na horizontal.

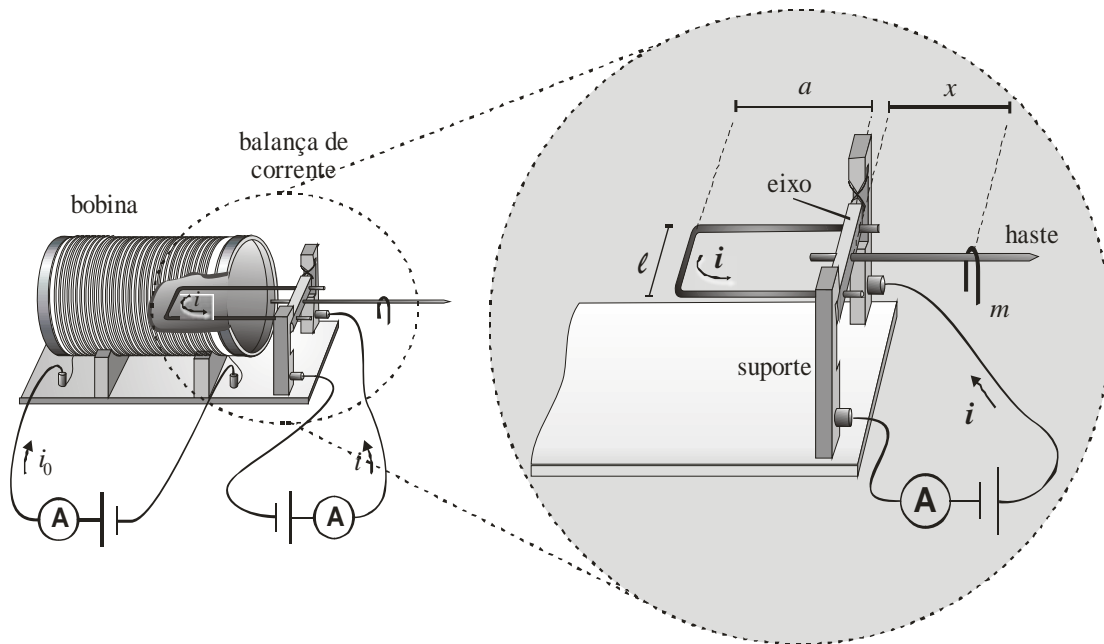


FIGURA 2 - Balança de corrente utilizada para medir o campo magnético no interior de uma bobina. Essa balança consiste em uma espira, que pode girar em torno de um eixo; um objeto de massa  $m$  produz um torque na haste em sentido oposto ao que é produzido pela força magnética na espira.

Considere que essa espira é colocada no interior de uma bobina de forma que o trecho de comprimento  $\ell$  fique perpendicular ao campo magnético  $\mathbf{B}$  nessa região (veja Figura 2). Nessa situação, o campo exerce uma força sobre essa parte da espira, cujo módulo é dado por

$$F = I\ell B.$$

- ✓ Explique por que a força magnética sobre as laterais da espira é nula.
- ✓ Com base na Figura 2, indique a direção e o sentido da força magnética na espira.

Essa força produz um torque na espira cujo módulo, em relação ao seu eixo de rotação, é

$$\tau = |\mathbf{r} \times \mathbf{F}| = aI\ell B .$$

Para manter-se a espira nivelada horizontalmente, deve-se, então, produzir um outro torque com sentido oposto. Isso pode ser feito colocando-se um objeto de massa  $m$  sobre a haste da balança a uma distância  $x$  do eixo de rotação de forma que se satisfaça a relação

$$aBI\ell = mgx . \quad (3)$$

Neste experimento, o campo magnético no centro da bobina será determinado por meio de medições da corrente  $I$  necessária para equilibrar a espira com o objeto em diferentes posições  $x$ .

## PARTE EXPERIMENTAL

### Objetivo

- Medir o campo magnético no centro de uma bobina, utilizando-se uma balança de corrente.

### Material utilizado

- Balança de corrente, bobina de seção reta circular, fonte de tensão contínua para até 2 A, fonte de tensão contínua para até 8 A, objeto de massa  $\sim 0,20$  g, 2 amperímetros, fios para ligação e um pequeno *laser* tipo caneta.

### Procedimentos

- Faça a montagem representada na Figura 2. Escolha as fontes de tensão e os amperímetros para a bobina e para a balança de acordo com a corrente máxima permitida a cada um. Ajuste a posição da bobina de forma que o trecho da espira com comprimento  $\ell$  fique no seu centro.
- Na balança, há um dispositivo — não mostrado na Figura 2 — que serve para ajustar a inclinação da espira. Utilize-o para colocar a espira na posição horizontal quando não houver torques sobre ela, ou seja, quando  $I = 0$  A, e não houver qualquer objeto pendurado na haste da balança. Essa posição de equilíbrio da espira deve ser registrada com precisão, pois será utilizada posteriormente. Para isso, direcione o feixe de um *laser* sobre o pequeno espelho que está fixado no eixo da balança, como mostrado na Figura 3. Com a espira na horizontal, marque a posição em que o feixe refletido atinge um anteparo o mais afastado possível da balança.

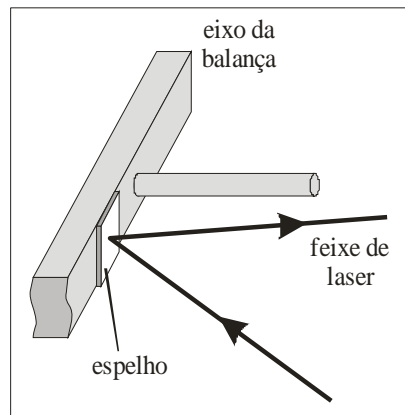


FIGURA 3 - A rotação do eixo da balança é mais bem observada por meio do desvio produzido no feixe de um *laser*, após ser refletido por um espelho fixado nesse eixo

- Ajuste a corrente elétrica  $I_0$  na bobina para um valor entre 1,0 e 1,5 A. Essa corrente produz um campo magnético no centro da bobina cujo valor deverá ser determinado.
- Este campo magnético será determinado por meio de medições da corrente  $I$  necessária para equilibrar a espira com o objeto em diferentes posições  $x$ . Para isso, coloque o objeto de massa  $m$  sobre a haste, a cerca de 1,0 cm do eixo da balança. Em seguida, ajuste a corrente  $I$  na espira até que esta retorne à mesma posição de equilíbrio registrada inicialmente. Nessa condição, o feixe do *laser* deve incidir na posição marcada anteriormente no anteparo.

Repita esse procedimento para diferentes posições do objeto sobre a haste.

- Faça um gráfico de  $x$  versus  $I$  e, com base na equação 3, determine o melhor valor para o campo magnético no centro da bobina, com sua respectiva incerteza.
- Com base na equação 1, calcule o valor previsto para o campo magnético no interior da bobina e compare-o com o valor medido neste experimento.
- Caso um medidor de campo magnético — teslâmetro — esteja disponível, meça diretamente o campo magnético no centro da bobina e compare com os dois valores já obtidos.