

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 μ 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 $\mu_{\text{ar}} \cong \mu_{\text{v\u00e1cuo}} = 1,26 \times 10^{-6} \text{ Tm/A}$. A direção desse campo é ao longo do eixo da bobina e seu sentido é dado pela “regra da mão direita” (Lei de Ampère).

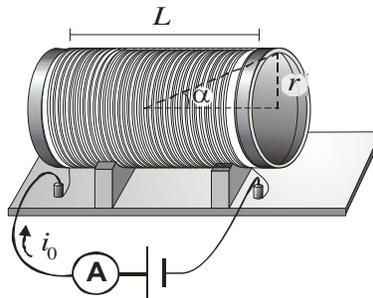


FIGURA 1 - Bobina cil\u00eandrica de comprimento L e de raio r , ligada a uma fonte de corrente el\u00e9trica, que produz um campo magn\u00e9tico em seu interior

Sabe-se que a for\u00e7a que um campo magn\u00e9tico \mathbf{B} exerce sobre um fio reto que transporta uma corrente el\u00e9trica I \u00e9 dada por

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

em que ℓ \u00e9 um vetor dirigido ao longo do fio, no sentido da corrente el\u00e9trica, com m\u00f3dulo igual ao comprimento do fio.

O m\u00f3dulo do campo magn\u00e9tico em uma certa regi\u00e3o pode ser determinado por meio da medi\u00e7\u00e3o dessa for\u00e7a. Para isso, utiliza-se uma balan\u00e7a de corrente, como a que \u00e9 mostrada na Figura

2. Ela consiste em uma espira retangular de comprimento a e largura ℓ , 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.

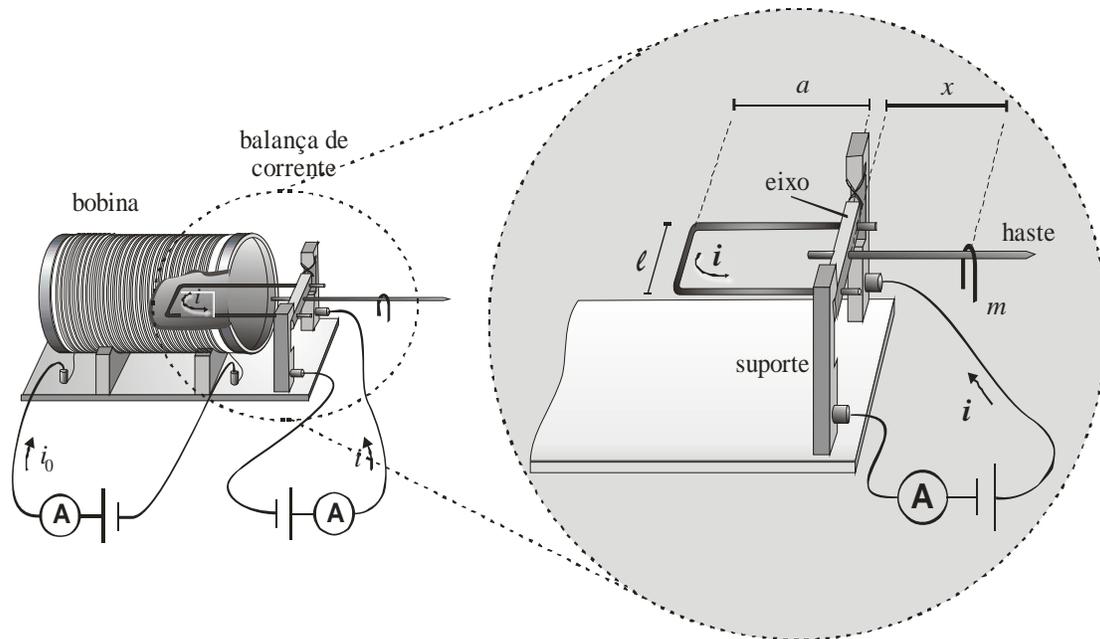


FIGURA 2 - Balança de corrente utilizada para medir o campo magnético no interior de uma bobina. Essa balança consiste em uma espira, que pode girar em torno de um eixo; um objeto de massa m produz um torque na haste em sentido oposto ao que é produzido pela força magnética na espira.

Considere que essa espira é colocada no interior de uma bobina de forma que o trecho de comprimento ℓ 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 ℓ 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.

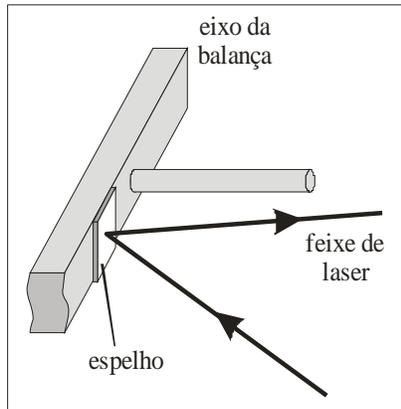


FIGURA 3 - A rotação do eixo da balança é mais bem observada por meio do desvio produzido no feixe de um *laser*, após ser refletido por um espelho fixado nesse eixo

- 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.