

# ELETROMAGNETISMO

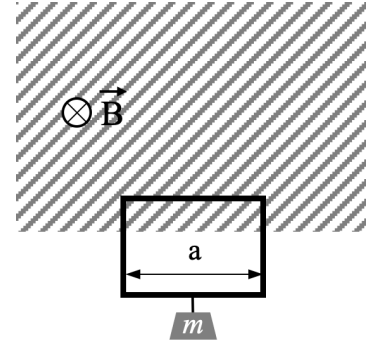
## MEFT

### 5ª Série de problemas

#### (Força de Lorentz, Campo magnético pela Lei de Biot-Savart)

1) *Força de Lorentz* [Example 5.3 DG]

Uma espira retangular de lado  $a$  suporta uma massa  $m$ , pendurada na vertical com um lado da espira imerso num campo magnético uniforme  $\vec{B}$ . Qual o valor da corrente  $I$  que deve circular no fio para a massa ficar em equilíbrio (despreze a massa do fio condutor)?



2) *Força de Lorentz* [Example 5.2 DG]

Uma carga  $q > 0$  está em repouso na origem do referencial, imersa num volume com campo magnético constante  $\vec{B} = B_0 \vec{e}_x$ . No instante  $t=0$ , liga-se um campo elétrico, constante,  $\vec{E} = E_0 \vec{e}_z$ . Em média, em que direção (efetiva) se desloca a carga? Caracterize o movimento da carga (a sua trajetória).

[note que a solução geral do sistema de equações diferenciais

$$\begin{cases} \ddot{f} - \omega \dot{g} = 0 \\ \ddot{g} + \omega \dot{f} = 0 \end{cases} \quad \text{é} \quad \begin{cases} f(t) = C_1 \cos \omega t + C_2 \sin \omega t + C_3 \\ g(t) = C_2 \cos \omega t - C_1 \sin \omega t + C_4 \end{cases}$$

e determine as constantes  $C_1, C_2, C_3, C_4$ . Escreva as leis do movimento  $x(t), y(t), z(t)$  e caracterize a trajetória. ]

3) *Efeito de Hall*

Através de uma fina folha de cobre, com 5 cm de comprimento, 1 cm de largura, e 0,05 cm de espessura, passa uma corrente  $I = 5$  A (no sentido longitudinal ou do comprimento). Sabendo que o Cobre tem densidade  $8,96 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup>, massa molar 0,06355 kg/mol, e que cada átomo de Cobre dá um elétron para a condução de corrente elétrica (a carga do elétron é  $q_e = -e = -1,602 \times 10^{-19}$  C),

- mostre que a intensidade da corrente se pode obter da expressão  $I = n \cdot e \cdot v_e \cdot S$  em que  $S$  é a área da secção transversal,  $e$  é o módulo da carga do elétron,  $n$  é o número de elétrons de condução por unidade de volume, e  $v_e$  é o módulo da velocidade média dos elétrons de condução;
- calcule a velocidade média (velocidade de deriva)  $v_e$  dos elétrons de condução dentro da folha (como explica a “instantaneidade” do acender de uma lâmpada quando se acciona um interruptor?);
- aplica-se agora um campo magnético perpendicular à folha, constante e de intensidade  $B=10$  T. Determine a magnitude e sentido da força magnética média exercida sobre cada elétron de condução;
- a acumulação de elétrons de condução nos bordos da folha de cobre cria um campo elétrico que cresce até compensar as forças que desviam estes elétrons para a borda. Calcule a tensão elétrica resultante (tensão de Hall), entre os bordos laterais da folha, quando se atinge esse equilíbrio de forças.

4) *Campo criado por duas espiras (Bobina de Helmholtz)* [Probl. 5.47 DG]

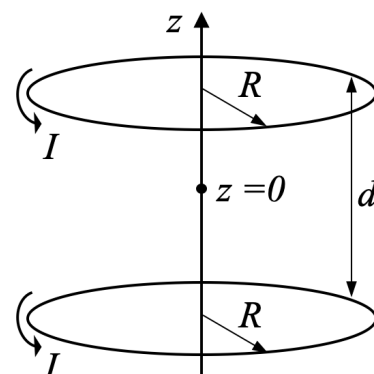
Calcule o campo criado por **uma** espira circular de raio  $R=0,2$  m à distância  $z$  do centro da espira, segundo um eixo  $z$  perpendicular ao plano da espira (passando pelo centro), assumindo que nela passa uma corrente  $I=2$  A.

Sobrepe-se agora uma espira igual à distância  $d$ , transportando a mesma corrente no mesmo sentido (ver figura).

a) Calcule o campo magnético total em função de  $z$  (agora sendo  $z=0$  o ponto médio entre as espiras), e mostre que em  $z=0$  se tem  $\partial B / \partial z = 0$ .

b) Se escolher bem a distância  $d$ , a segunda derivada de  $B(z)$  também se anula em  $z=0$ . Este arranjo especial denomina-se Bobina de Helmholtz e é uma forma conveniente de produzir campos magnéticos relativamente uniformes em laboratório.

Calcule  $d$  tal que  $\partial^2 B / \partial z^2 = 0$  em  $z=0$  e calcule  $B(z=0)$ .



5) *Campo magnético de um fio infinito* [Example 5.5 DG]

Calcule o campo magnético criado por um fio retilíneo e infinito transportando uma corrente  $I$ , à distância  $R$  do fio.

6) *Campo magnético pela Lei de Biot-Savart* [Probl. 5.9 DG]

Calcule o campo magnético no ponto  $P$  para cada uma das configurações seguintes (na configuração b) pode considerar o comprimento do fio muito superior a  $R$ ):

