

# Física 3 - EMB5043

Prof. Diego Duarte

## Força magnética sobre cargas e fios (lista 8)

19 de agosto de 2022

1. Um elétron é acelerado a partir do repouso por uma diferença de potencial de 350 V. Em seguida, o elétron entra em uma região onde existe um campo magnético uniforme com módulo de 200 mT com uma velocidade perpendicular ao campo. Calcule (a) a intensidade da velocidade escalar do elétron e (b) o raio da trajetória na região onde há campo magnético.
2. O campo magnético numa dada região do espaço é 10 mT na direção  $x$ . Desconsiderando efeitos relativísticos, calcule o módulo da força que atua sobre um elétron que possui velocidade de  $10^7$  m/s nas seguintes direções: (a)  $x$ , (b)  $y$  e (c)  $z$ .

**Resposta:** (a)  $F = 0$  (b)  $F = 1,6 \times 10^{-14}$  N (c)  $F = 1,6 \times 10^{-14}$  N.

3. Um elétron descreve uma trajetória helicoidal em um campo magnético uniforme com módulo de 300 mT. O passo da hélice é  $6,00 \mu\text{m}$  e o módulo da força magnética experimentada pelo elétron é  $2,00 \times 10^{-15}$  N. Qual é a velocidade do elétron?

**Resposta:**  $v = 65,3$  km/s.

4. Um fio de 50,0 cm de comprimento é percorrido por uma corrente de 0,500 A no sentido positivo do eixo  $x$  na presença de um campo magnético  $\vec{B} = (3,00\hat{j} + 10,0\hat{k})$  mT. Calcule o vetor força exercido sobre o fio.

**Resposta:**  $\vec{F} = (-2,50\hat{j} + 0,750\hat{k})$  mN.

5. (a) Calcule a frequência angular de um elétron no campo magnético da Terra, numa região em que ele possa ser tratado como uniforme e de intensidade igual a 0,5 Gauss. (b) Para um elétron com energia cinética

de 1 keV, típica daquela encontrada na aurora boreal, calcule o raio de curvatura nesse campo.

**Resposta:** (a)  $f = 1,4$  MHz (b)  $r = 2,1$  m

6. Uma barra de cobre de 1,0 kg repousa em dois trilhos horizontais situados a 1,0 m de distância um do outro e é percorrido por uma corrente de 50 A. O coeficiente de atrito estático entre a barra e o trilhos é 0,60. Determine (a) o módulo e (b) o ângulo (em relação à vertical) do menor campo magnético que faz a barra se mover. A corrente deve ser assumida num sentido tal que a força normal sobre a barra seja reduzida.

**Resposta:** (a)  $B = 0,10$  T (b)  $\theta = 31^\circ$

7. A figura 1 mostra um cilindro de madeira de massa  $m = 0,250$  kg e comprimento  $L = 0,100$  m, com  $N = 10,0$  espiras de fio enroladas longitudinalmente para formar uma bobina; o plano da bobina passa pelo eixo do cilindro. O cilindro é liberado a partir do repouso em um plano inclinado que faz um ângulo  $\theta$  com a horizontal, com o plano da bobina paralelo ao plano inclinado. Se o conjunto é submetido a um campo magnético uniforme com módulo de 500 mT, qual é a menor corrente  $i$  na bobina que impede que o cilindro entre em movimento?

**Resposta:**  $i = 2,45$  A.

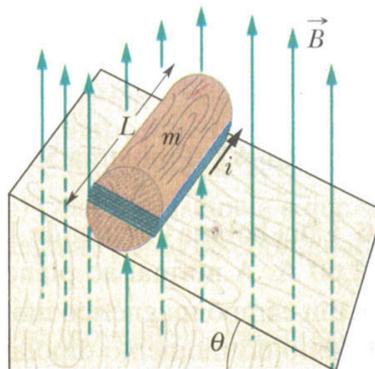


Figura 1: Exercício 5.

8. Uma espira circular com 8,0 cm de raio é percorrida por uma corrente de 0,20 A. Um vetor de comprimento unitário, paralelo ao momento dipolar  $\mu$  da espira, é dado por  $0,60\hat{i} - 0,80\hat{j}$ . Se a espira é submetida

a um campo magnético uniforme dado por  $\vec{B} = (0,25\hat{i} + 0,30\hat{k})$  T, determine (a) o torque sobre a espira (em termos dos vetores unitários) e (b) a energia potencial magnética da espira.

**Resposta:** (a)  $\tau_B = [-(9,7 \times 10^{-4})\hat{i} - (7,2 \times 10^{-4})\hat{j} + (8,0 \times 10^{-4})\hat{k}]$  N·m (b)  $U_B = -6,0 \times 10^{-4}$  J.

9. Um fio de 25,0 cm de comprimento, percorrido por uma corrente de 4,51 mA, é convertido em uma espira circular e submetido a um campo magnético uniforme  $B$  com módulo de 5,71 mT. Se o torque que o campo exerce sobre a espira é o maior possível, determine o módulo do torque máximo.

**Resposta:**  $\tau = 1,28 \times 10^{-7}$  N·m

10. Uma fita de cobre com 150  $\mu\text{m}$  de espessura e 4,5 mm de largura é submetida a um campo magnético externo uniforme  $\vec{B}$  de módulo 0,65 T, com  $\vec{B}$  perpendicular à fita. Quando uma corrente  $i = 23$  A atravessa a fita, uma diferença de potencial  $V$  aparece entre suas bordas. Calcule  $V$ . A concentração de portadores de carga do cobre é  $8,47 \times 10^{28}$  elétrons/m<sup>3</sup>.

**Resposta:**  $V = 7,4 \mu\text{V}$

11. No espectrógrafo de massa de Bainbridge (figura 2), há um campo elétrico uniforme  $E$  e um campo magnético uniforme  $B$  perpendicular ao plano da figura na região entre as placas PP, ajustados de modo a formar um filtro de velocidades, ou seja, só deixar passar íons de velocidade  $v$  bem definida para a região semicircular inferior, onde existe um outro campo uniforme  $B'$  também perpendicular ao plano da figura. Mostre que, para íons de carga  $e$ , o raio  $R$  da órbita semicircular é proporcional à massa do íon, de forma que a placa fotográfica C registra um espectro de massa, em que a distância ao longo da chapa é proporcional à massa do íon.

**Resposta:**  $R = \frac{E}{B \cdot B'} \frac{m}{e}$

12. Uma bobina com  $N$  enrolamentos, momento de inércia  $I$ , corrente  $i$  e área  $A$ , está com seu momento magnético  $\vec{\mu}$  formando um ângulo  $\theta$  com um campo magnético externo  $\vec{B}$ . Mostre que a bobina adquire movimento harmônico simples para  $\theta \ll 1$ . Calcule a frequência de oscilação.

**Resposta:**  $f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{NiAB}{I}}$

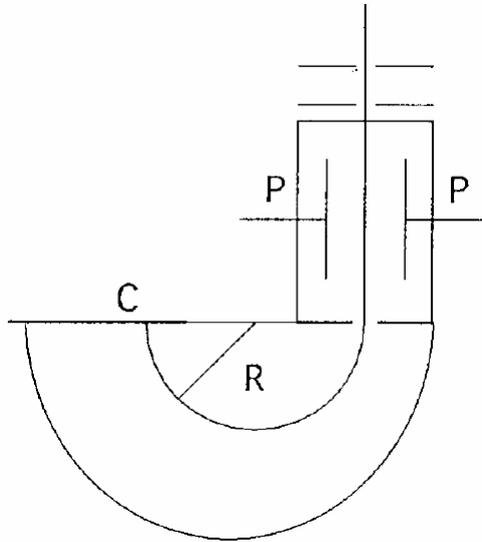


Figura 2: Exercício 11.

13. Considere uma espira circular de raio  $a$  suspensa por um fio vertical  $VV$  de constante de torção  $k$ , situada num campo magnético  $B$  uniforme com a orientação inicial da figura 3. O momento de inércia da espira, em relação ao eixo  $VV$ , é  $I$ . Faz-se passar, através da espira, um pulso rápido de corrente de duração  $t$  e intensidade máxima  $i$ , tão curto que a espira não tem tempo de se mover com grandes amplitudes durante o tempo  $t$ . Mostre que o ângulo de deflexão máxima do plano da espira,  $\theta_0$ , é proporcional à carga total  $q = it$  contida no pulso. Este é o princípio de funcionamento do galvanômetro balístico (que, em geral, utiliza uma bobina com  $N$  espiras). Entre várias aplicações, é o mecanismo básico para produção de voltímetros analógicos.

**Resposta:**  $\theta_0 = \frac{\pi a^2 B}{\sqrt{Ik}} q$

14. A bobina da figura 4 conduz uma corrente de  $i = 2,00$  A, no sentido indicado pela figura, é paralela ao plano  $xz$ , possui 3,00 espiras e área  $A = 4,00 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ . O corpo está imerso numa região de campo magnético externo  $\vec{B} = (2,00\hat{i} - 3,00\hat{j} - 4,00\hat{k})$  mT. Determine a (a) energia potencial magnética armazenada no sistema e (b) o torque a que está sujeita a bobina.

**Resposta:** (a)  $U_B = -72,0 \mu\text{J}$  (b)  $\tau_B = (96,0\hat{i} + 48,0\hat{k}) \mu\text{N}\cdot\text{m}$

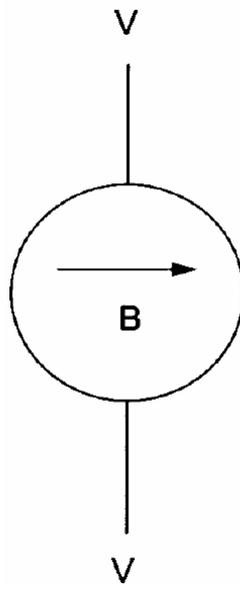


Figura 3: Exercício 13.

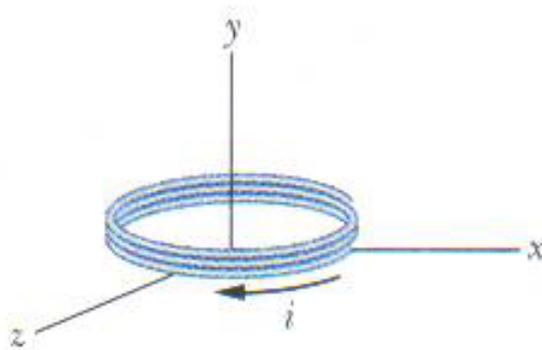


Figura 4: Exercício 14.