

FAP 2292

Lista de Exercícios 5 Corrente elétrica e campo magnético

Exercícios Sugeridos (13/04/2010)

A numeração corresponde ao Livros Textos A e B.

- A22.5** Um próton desloca-se com velocidade $\mathbf{v} = (2\hat{i} - 4\hat{j} + \hat{k})$ m/s em uma região na qual o campo magnético é $\mathbf{B} = (\hat{i} + 2\hat{j} - 3\hat{k})$ T. Qual é a magnitude da força magnética que o próton experimenta?
- A22.11** O tubo de imagem de uma televisão usa bobinas magnéticas de deflexão em vez de placas elétricas de deflexão. Suponha que um feixe de elétrons é acelerado por uma diferença de potencial de 50,0 kV e, então, atravessa uma região de 1,00 cm de largura onde há um campo magnético uniforme. A tela está localizada a 10,0 cm do centro das bobinas e tem 50,0 cm de largura. Quando o campo é desligado, o feixe de elétrons atinge o centro da tela. Que magnitude de campo magnético é necessária para desviar o feixe para uma margem da tela? Despreze efeitos relativísticos.
- A22.12** O *efeito Hall* tem importantes aplicações na indústria eletrônica. Ele é usado para determinar o sinal e a densidade dos portadores de carga em chips semicondutores. O arranjo é mostrado na Figura P22.12. Um semicondutor de espessura t e largura d conduz uma corrente I na direção x . Um campo magnético uniforme B é aplicado na direção y . Se os portadores de carga forem positivos, a força magnética os desvia na direção z . Carga positiva se acumula na superfície superior da amostra e carga negativa na superfície inferior, criando um campo elétrico para baixo. No equilíbrio, a força elétrica sobre os portadores equilibra a força magnética e os portadores se deslocam sem desvio. É medida a *voltagem Hall*, $\Delta V_H = V_c - V_a$ entre as superfícies superior e inferior e a densidade de portadores de carga pode ser determinada a partir dela. (a) Mostre que, se os portadores de carga forem negativos a voltagem Hall será negativa. Assim, o efeito Hall revela o sinal da carga dos portadores, de modo que a amostra possa ser classificada como tipo p ou n . (b) Determine a densidade dos portadores n (número de portadores por unidade de volume) em termos de $I, t, B, \Delta V_H$ e q , a carga dos portadores.

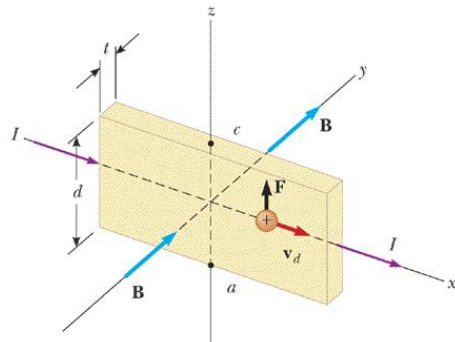
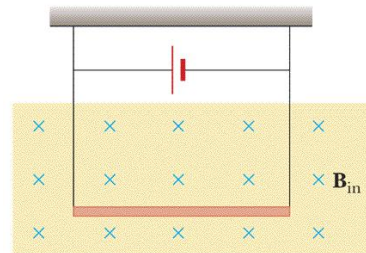


Figura P22.12

- A22.13** Um fio conduz uma corrente de 2,40 A. Uma parte reta do fio de 0,750 m de comprimento está ao longo do eixo x num campo magnético uniforme $\mathbf{B} = 1,60\hat{k}$ T. Se a corrente está na direção $+x$, qual é a força magnética sobre esta seção do fio?

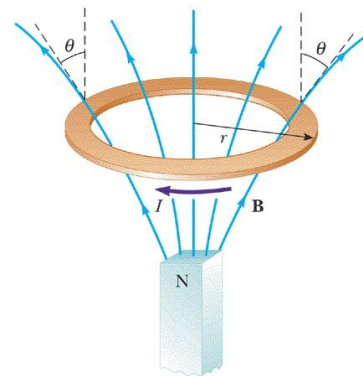
A22.14 Um condutor suspenso por dois fios flexíveis, como mostrado na Figura P22.14, tem massa de $0,0400 \text{ kg/m}$. O campo magnético, para dentro como indicado, tem intensidade de $3,60 \text{ T}$. Para que corrente (valor e direção) a tensão nos fios de suporte é nula?

Figura P22.14



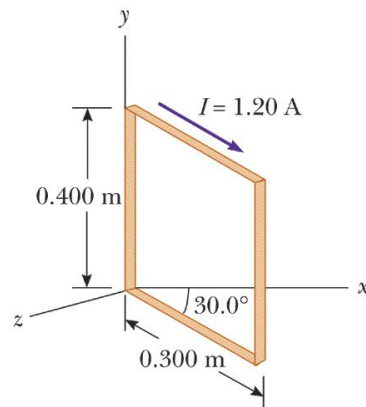
A22.15 Um campo magnético não uniforme exerce uma força resultante sobre um dipolo magnético. Um ímã forte é colocado sob um anel condutor horizontal de raio r que conduz uma corrente I , como indicado na Figura P22.15. Se o campo magnético \mathbf{B} faz um ângulo θ com a vertical na localização do anel, quais são a magnitude e a direção da força resultante sobre o anel?

Figura P22.15



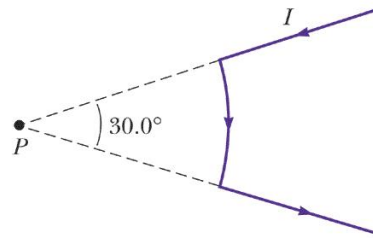
A22.17 Um enrolamento consiste de $N = 100$ espiras retangulares próximas de dimensões $a = 0,400 \text{ m}$ e $b = 0,300 \text{ m}$. O enrolamento é articulado ao longo do eixo y e seu plano faz um ângulo $\theta = 30,0^\circ$ com o eixo x (Figura P22.17). Qual é a magnitude do torque exercido sobre o enrolamento por um campo magnético uniforme $B = 0,800 \text{ T}$ direcionado ao longo do eixo x quando a corrente for $I = 1,20 \text{ A}$ na direção mostrada? Qual é a direção esperada da rotação do enrolamento?

Figura P22.17



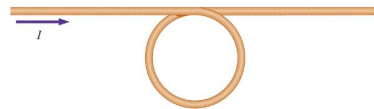
A22.22 Uma corrente de 3,00 A fluindo ao longo do percurso mostrado na Figura P22.22 produz um campo magnético em P , o centro do arco. Se o arco tem um ângulo de $30,0^\circ$ e raio de 0,600 m, quais são a magnitude e a direção do campo em P ?

Figura P22.22



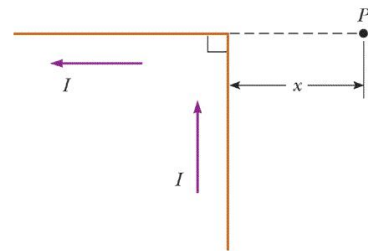
A22.24 Considere o condutor indicado na Figura P22.24. As partes retas são muito longas e a espira tem raio R . Pelo condutor passa uma corrente I . Encontre uma expressão para o campo magnético no centro da espira.

Figura P22.24



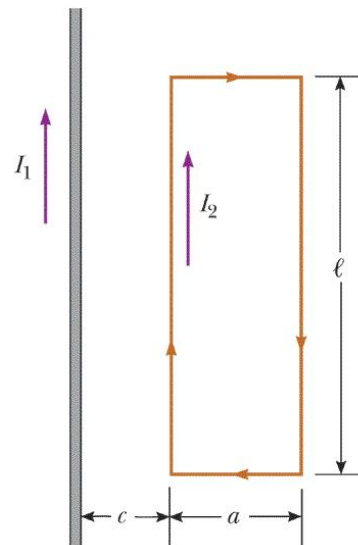
A22.25 Determine o campo magnético no ponto P , localizado a uma distância x do canto de um fio infinitamente longo dobrado em ângulo reto, como mostrado na Figura P22.25. O fio conduz uma corrente constante I .

Figura P22.25



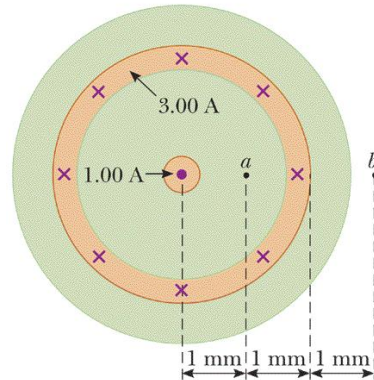
A22.31 Na Figura P22.31, a corrente no fio longo e reto é $I_1 = 5,00$ A. Este fio se encontra no plano da espira retangular que conduz uma corrente $I_2 = 10,0$ A. As dimensões são $c = 0,100$ m, $a = 0,150$ m e $\ell = 0,450$ m. Encontre a direção e a magnitude da força resultante exercida pelo campo do fio sobre a espira.

Figura P22.31



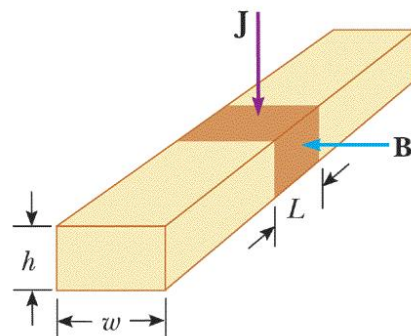
- A22.35** A Figura P22.35 mostra um corte transversal de um cabo coaxial. O condutor central é cercado por uma camada de borracha, que é cercada pelo condutor exterior, que é envolvido por outra camada de borracha. Em uma aplicação particular, a corrente no condutor interno é de 1,00 A e a corrente no condutor externo é de 3,00 A nas direções indicadas na figura. Determine a magnitude e a direção do campo magnético nos pontos *a* e *b*.

Figura P22.35



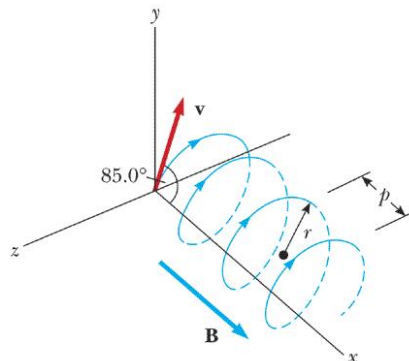
- A22.36** Um reator de fusão tokamak tem bobinas magnéticas na forma de um toróide com raio interno de 0,700 m e raio externo de 1,30 m. O enrolamento toroidal tem 900 espiras. Se a corrente no enrolamento é de 14,0 kA, encontre a magnitude do campo magnético dentro do toróide e determine seus valores extremos.
- A22.40** Um solenóide é feito com $\ell = 10,0$ m de fio ($r = 2,00$ mm, resistividade $\rho = 1,70 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$) enrolado em uma camada sobre um cilindro de raio $R = 5,00$ cm. Encontre o campo magnético no centro do solenóide quando ele é conectado a uma bateria de 20,0 V.
- A22.42** Considere um solenóide de comprimento ℓ e raio R , contendo N espiras pouco espaçadas pelas quais passa uma corrente I . (a) Encontre o campo magnético ao longo do eixo em função da distância a ao centro do solenóide. (b) Mostre que para $\ell \gg R$ o campo em cada extremidade do solenóide se aproxima de $B = \mu_0 NI/2\ell$.
- A22.48** O sódio funde a 99°C e na forma líquida é um ótimo condutor de calor. Por isso sódio líquido é usado para refrigerar o núcleo de reatores nucleares. O sódio é feito circular por bombas que utilizam a força sobre uma carga se deslocando em um campo magnético. O princípio está esquematizado na Figura P22.48. O metal líquido está em uma tubulação isolante de seção retangular de lados w e h . Numa região de comprimento L há um campo magnético uniforme perpendicular à tubulação. Uma densidade de corrente J perpendicular à tubulação e ao campo magnético atravessa o sódio líquido. (a) Explique por que este arranjo produz no líquido uma força ao longo do comprimento da tubulação. (b) Mostre que a porção de líquido no campo magnético experimenta um aumento de pressão de JLB .

Figura P22.48



- A22.52** Um campo magnético uniforme de 0,150 T está direcionado ao longo do eixo x positivo. Um pósitron que se desloca a $5,00 \times 10^6$ m/s entra no campo ao longo de uma direção que faz um ângulo de $85,0^\circ$ com o eixo x (Figura P22.52). O movimento do pósitron é uma hélice. Calcule (a) o passo da hélice, p e (b) o raio r .

Figura P22.52



- A22.56** Duas bobinas circulares de raio R são perpendiculares ao eixo comum (eixo x). Os centros das bobinas estão separados por uma distância R e cada bobina conduz uma corrente I , constante, na mesma direção, como mostrado na Figura P22.56. Defina a origem do eixo x no ponto médio dos centros das bobinas. (a) Mostre que o campo magnético nos pontos do eixo é

$$B(x) = \frac{\mu_0 I}{2R} \left\{ \frac{R^3}{[R^2 + (x - R/2)^2]^{3/2}} + \frac{R^3}{[R^2 + (x + R/2)^2]^{3/2}} \right\}.$$

- (b) Mostre que são nulas a primeira e a segunda derivadas de B em relação a x , dB/dx e d^2B/dx^2 , no ponto médio entre as bobinas. Isso significa que o campo magnético nas proximidades desse ponto é altamente uniforme. Bobinas com esta configuração são chamadas de bobinas de Helmholtz.

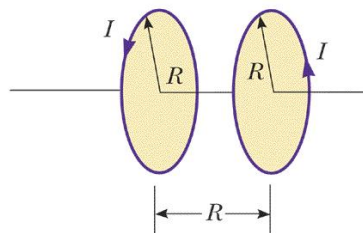
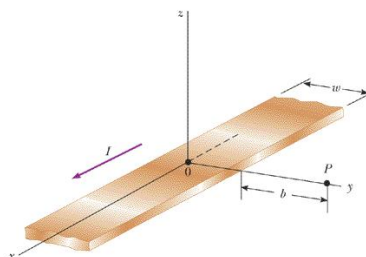


Figura P22.56

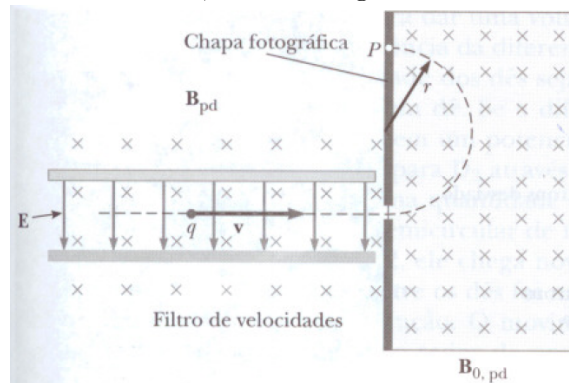
- A22.63** A magnitude do campo magnético da Terra em qualquer dos pólos é de aproximadamente $0,7 \text{ G} = 7 \times 10^{-5} \text{ T}$. Se este campo fosse gerado por uma espira de corrente ao redor do equador, qual seria a corrente? (O raio da Terra é $R_T = 6,37 \times 10^6$ m.)

- A22.65** Uma tira de metal muito longa e fina de largura w , conduz uma corrente I ao longo de seu comprimento como mostra a Figura P22.65. Encontre o campo magnético no ponto P localizado no plano da tira a uma distância b de sua borda.

Figura P22.65



- B22.9** Considere o espectrômetro de massa mostrado esquematicamente na figura. O campo elétrico entre as placas do filtro de velocidades é 2500 V/m e o campo magnético no filtro de velocidades e na câmara de deflexão tem uma magnitude de $0,0350 \text{ T}$. Calcule o raio da trajetória para um íon monovalente de massa $m = 2,18 \times 10^{-26} \text{ kg}$.



- B22.44** Na saturação, quando quase todos os átomos têm seus momentos magnéticos alinhados, o campo magnético em uma amostra de ferro pode ser de $2,00 \text{ T}$. Se cada elétron contribuir com um momento magnético de $9,27 \times 10^{-24} \text{ A}\cdot\text{m}^2$ (chamado de um magnéton de Bohr), quantos elétrons por átomo contribuem para o campo saturado do ferro? (Dica: O ferro contém aproximadamente $8,50 \times 10^{28}$ átomos/ m^3 .)
- B22.61** Um anel não condutor de raio R é uniformemente carregado com uma carga total q positiva. O anel gira com uma velocidade angular constante ω em torno de um eixo, através de seu centro, perpendicular ao plano do anel. Qual é a magnitude do campo magnético no eixo do anel a uma distância $R/2$ do seu centro?
- C30.45** Um solenóide com núcleo de ferro ($\kappa_m = 5000$) tem 250 espiras por metro. A corrente no enrolamento é de $8,0 \text{ A}$. Determine: (a) o campo \mathbf{H} , (b) a magnetização \mathbf{M} , (c) o campo magnético \mathbf{B} . Compute a corrente por unidade de comprimento do solenóide devida (d) às correntes livres e (e) às correntes de magnetização.
- C30.55** Um ímã cilíndrico, com 20 cm de comprimento e 3 cm de diâmetro, tem um campo magnético de $0,04 \text{ T}$ no seu interior. Se o mesmo campo for produzido por uma corrente de 5 A num solenóide com núcleo de ar e as mesmas dimensões do ímã, quantas espiras deverá ter o solenóide?