

FAP 2292

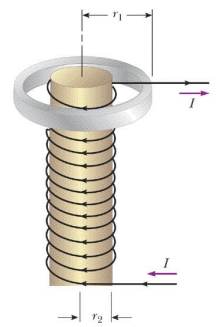
Lista de Exercícios 6 Leis da Indução

Exercícios Sugeridos (29/04/2010)

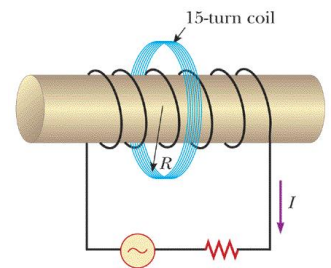
A numeração corresponde ao Livros Textos A e B.

A23.1 Uma espira plana com $8,00 \text{ cm}^2$ de área consistindo de uma única volta de fio é perpendicular a um campo magnético que aumenta uniformemente em módulo de $0,500 \text{ T}$ para $2,50 \text{ T}$ em $1,00 \text{ s}$. Qual é a corrente induzida na espira se ela tiver uma resistência de $2,00 \Omega$?

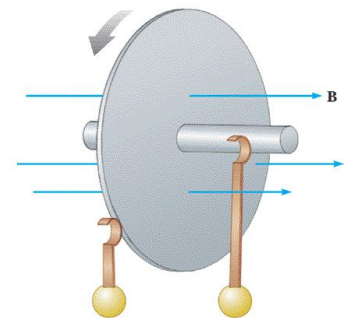
A23.4 Um anel de alumínio de raio r_1 e resistência R é colocado ao redor do topo de um solenóide longo de raio $r_2 < r_1$ com núcleo de ar e n espiras por metro como na figura. Suponha que o campo magnético do solenóide só seja significativo no seu interior. Próximo às bordas a componente axial do campo é aproximadamente a metade da do campo no centro do solenóide. A corrente no solenóide está variando a uma taxa $\Delta I / \Delta t$. (a) Qual é a corrente induzida no anel? (b) Quais são o módulo e direção do campo magnético devido à corrente induzida no centro do anel?



A23.8 Um transformador é usado para transferir potência entre circuitos elétricos isolados entre si. A figura esquematiza um transformador particular que consiste de uma bobina com 15 voltas de raio $R = 10,0 \text{ cm}$ em torno de um solenóide com $2,00 \text{ cm}$ de raio e 1000 espiras/m. (a) Qual é a indutância mútua entre os dois enrolamentos? (b) A corrente alternada pelo solenóide varia no tempo como $I(t) = I_0 \sin(\omega t)$, com $I_0 = 5,00 \text{ A}$ e $\omega = 120\pi \text{ rad/s}$. Encontre a fem induzida na bobina como função do tempo, $\mathcal{E}(t)$.



A23.18 O gerador unipolar, também chamado *disco de Faraday*, é um gerador elétrico de baixa voltagem e alta corrente. Ele consiste num disco condutor giratório com uma escova (contato elétrico deslizante) no seu eixo e outra na borda, como indicado na figura. Um campo magnético é aplicado perpendicularmente ao plano do disco. Determine a fem gerada entre as escovas supondo um campo de $0,900 \text{ T}$, um raio do disco de $0,400 \text{ m}$ e que o disco gire a 3200 rpm . Se uma voltagem for aplicada às escovas o sistema funciona como um *motor unipolar*.

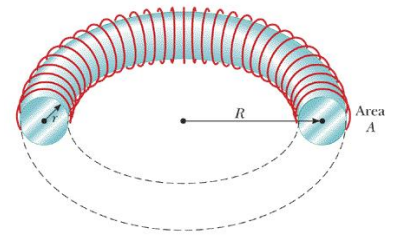


A23.20 Um solenóide longo com o eixo paralelo à direção \hat{x} , com 200 espiras/m, conduz uma corrente constante de $15,0 \text{ A}$. Uma segunda bobina consiste de 30 espiras enroladas ao redor de uma armação circular com $8,00 \text{ cm}$ de raio. A bobina é montada no interior do solenóide presa a um eixo paralelo à direção \hat{y} que a permite girar em torno de seu diâmetro. No instante $t = 0$ a bobina se encontra no plano yz e gira com velocidade angular constante de $4,00\pi \text{ rad/s}$. Determine a fem induzida na bobina como função do tempo.

A23.29 A bobina toroidal esquematizada na figura é constituída de N espiras muito próximas entre si. Considerando que o raio da seção circular r é muito menor que o raio do círculo central R , o módulo do campo magnético pode ser considerado uniforme ao longo da seção circular. Usando esta aproximação, mostre que a auto-indutância é

$$L \approx \frac{\mu_0 N^2 A}{2\pi R},$$

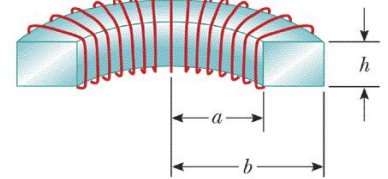
onde $A = \pi r^2$ é a área da seção circular.



A23.56 A bobina toroidal de seção retangular esquematizada na figura é constituída de N espiras muito próximas entre si. (a) Mostre que a sua auto-indutância é

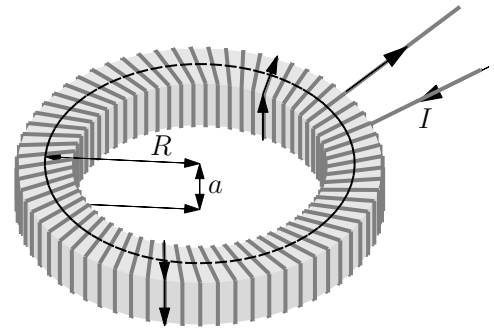
$$L = \frac{\mu_0 N^2 h}{2\pi} \ln(b/a),$$

onde a e b são os raios dos círculos internos e externos, respectivamente.



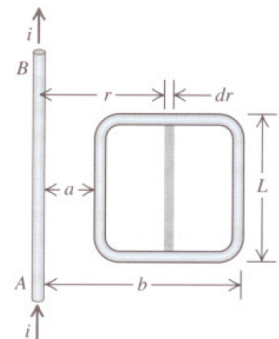
(b) Compute o valor de L tomando $N=500$, $a=10,0$ cm, $b=12,0$ cm e $h=1,00$ cm. (c) A expressão derivada no problema anterior (A23.29) vale para qualquer formato da seção do toróide, contanto que suas dimensões sejam muito menores que o raio médio do toro. Para testar a sua exatidão, use aquela expressão para computar L para esta bobina de seção retangular e compare com o resultado exato.

P2.4 O espaço interno da bobina toroidal esboçada na figura é preenchido com um material de permeabilidade magnética $\mu = \kappa_m \mu_0$. A bobina tem raio médio R , seção quadrada de lado a e N espiras finamente espaçadas pelas quais se mantém uma corrente constante I .

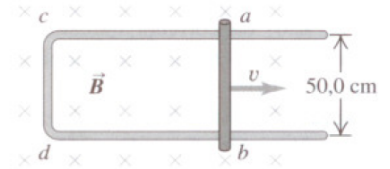


- Determine o campo \mathbf{H} em todo o espaço.
- Determine o campo \mathbf{B} em todo o espaço.
- Determine a magnetização \mathbf{M} em todo o espaço.
- Calcule a energia armazenada na bobina.

B29.7 A corrente no fio longo e retilíneo AB indicado na Figura 29.27 está orientada de baixo para cima e aumenta regularmente a uma taxa $\frac{di}{dt}$. (a) No instante em que a corrente é i , quais são o módulo, a direção e o sentido do campo \mathbf{B} a uma distância r para a direita do fio? (b) Qual é o fluxo $d\Phi_B$ através da faixa estreita sombreada? (c) Qual é o fluxo total através da espira? (d) Qual é a fem induzida na espira? (e) Avalie o valor numérico da fem induzida com $a=12,0$ cm, $b=36,0$ cm, $L=24,0$ cm e $\frac{di}{dt}=9,60$ A/s.

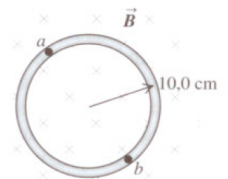


B29.25 Na Figura ao lado, uma barra condutora ab está em contato com os trilhos ca e db . O dispositivo encontra-se em um campo magnético uniforme de $0,800\text{ T}$ perpendicular ao plano da figura.



(a) Calcule o módulo da fem induzida na barra quando ela se desloca da esquerda para a direita com velocidade igual a $7,50\text{ m/s}$. (b) Em que sentido a corrente flui na barra? (c) Sabendo que a resistência do circuito $abcd$ é igual a $1,50\ \Omega$ (suposta constante), determine o módulo, a direção e o sentido da força necessária para manter a barra se deslocando da esquerda para a direita com a velocidade de $7,50\text{ m/s}$. Despreze o atrito. (d) Compare a taxa do trabalho mecânico realizado pela força (Fv) à taxa da energia térmica dissipada no circuito (RI^2).

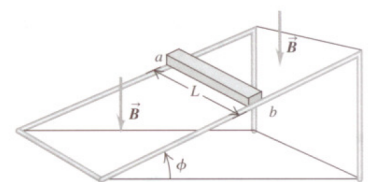
B29.30 O campo magnético \mathbf{B} em todos os pontos do círculo no interior do anel indicado na figura ao lado possui um módulo inicial igual a $0,750\text{ T}$. (O círculo poderia representar o espaço no interior de um solenóide longo.) O campo magnético está direcionado para o interior da figura e diminui com uma taxa igual a $-0,0350\text{ T/s}$.



(a) Qual é a forma das linhas do campo elétrico induzido no interior de desse círculo? (b) Qual é o módulo, a direção e o sentido desse campo em qualquer ponto do anel condutor com raio igual a $0,100\text{ m}$? (c) Qual é a corrente que circula no anel, sabendo que sua resistência é de $4,0\ \Omega$? (d) Qual é a fem entre os pontos a e b do anel? (e) Se o anel for cortado em um certo ponto e as extremidades forem separadas ligeiramente, qual será a fem entre essas extremidades?

B29.68 O propulsor (hélice) de um avião com comprimento total L gira em torno do seu centro com velocidade angular ω em um campo magnético que é perpendicular ao plano da rotação. Modelando o propulsor como uma barra delgada e uniforme, determine a diferença de potencial entre (a) o centro e qualquer extremidade do propulsor e (b) as duas extremidades. (c) Se o campo é o campo da Terra de $0,50\text{ G}$ e o propulsor gira a 220 rpm e tem $2,0\text{ m}$ de comprimento, qual é a diferença de potencial entre o meio e qualquer das extremidades? Esse valor chega a ser preocupante?

B29.77 Uma barra metálica de comprimento L , massa m e resistência total R está sobre trilhos metálicos sem atrito, inclinados em um ângulo ϕ em relação à horizontal. Os trilhos possuem resistência desprezível. Um campo magnético uniforme de módulo B está orientado para baixo, como indicado na figura ao lado. A barra é libertada a partir do repouso e desliza para baixo sobre os trilhos.



(a) O sentido da corrente induzida é de a para b ou de b para a ? (b) Qual é a velocidade terminal da barra? (c) Qual será a corrente induzida na barra quando a velocidade terminal for atingida? (d) Depois que a velocidade terminal é atingida, qual é a taxa da conversão de energia elétrica em energia térmica na barra? (e) Depois que a velocidade terminal é atingida, qual é a taxa do trabalho realizado pela força da gravidade? Compare sua resposta à taxa encontrada no item (d).

- B30.48** *Um cabo coaxial.* Um pequeno condutor maciço com raio a é suportado por dois discos isolantes não-magnéticos no eixo de um tubo com paredes finas com raio interno igual a b . O condutor interno e o condutor externo conduzem correntes de mesmo módulo i , porém com sentidos contrários. (a) Aplique a lei de Ampère para determinar o campo magnético em qualquer ponto do volume entre os condutores. (b) Escreva uma expressão para o fluxo magnético $d\Phi_B$ através de uma faixa estreita de comprimento l paralela ao eixo, com espessura dr , situada a uma distância r do centro do cabo e sobre o plano que contém o eixo. (c) Integre a expressão encontrada no item (b) sobre o volume entre os dois condutores, para calcular o fluxo magnético produzido pela corrente i que passa no condutor central. (d) Mostre que a indutância L de um comprimento l do cabo é dada por $L = l \frac{\mu_0}{2\pi} \ln(b/a)$. (e) Calcule a energia magnética armazenada no campo magnético para um comprimento l do cabo.
- B30.50** Um solenóide toroidal com um raio médio r e uma área de seção reta A_1 está uniformemente enrolado com um número de espiras igual a N_1 . Um segundo toróide com área A_2 e N_2 espiras é enrolado no interior do primeiro solenóide. Ambos são enrolados no mesmo sentido. Despreze a variação do campo magnético ao longo das seções retas dos toróides. (a) Deduza uma expressão para a indutância L_1 quando somente a primeira bobina é usada; e uma expressão para L_2 quando somente a segunda bobina é usada. (b) Mostre que a indutância mútua satisfaz $M^2 = L_1 L_2$.