



UNIVERSIDADE da MADEIRA  
Electromagnetismo

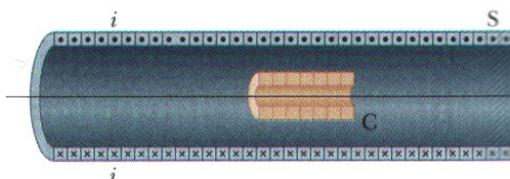
Série de exercícios 7

Nota: Os exercícios assinalados com ✘ serão resolvidos nas aulas.

1. ✘ Uma bobina possui 200 espiras. Cada espira é um quadrado de lado 18 cm, um campo magnético uniforme dirigido perpendicularmente ao plano da espira é ligado. Se o campo varia linearmente de 0 a 0,50 T em 0,80 s, qual é a magnitude da fem (força electromotriz) induzida na espira enquanto o campo varia?

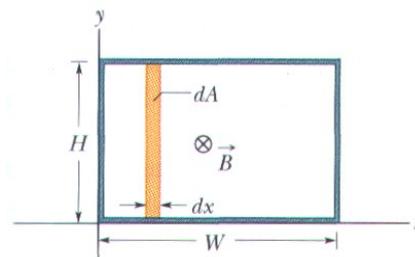
2. Uma espira de fio que delimita uma área  $A$  é colocada numa região onde o campo magnético é perpendicular ao plano da espira. A magnitude de  $\mathbf{B}$  varia com o tempo de acordo com a expressão  $B = B_{\max}e^{-at}$ , onde  $a$  é uma constante. Ou seja, para  $t = 0$  o campo é  $B_{\max}$ , e para  $t > 0$ , o campo decresce exponencialmente. Encontre a fem (força electromotriz) induzida na espira em função do tempo.

3. ✘ O solenóide longo  $S$  ilustrado na figura possui 220 espiras/cm e transporta uma corrente  $i = 1,5$  A; o seu diâmetro  $D$  é 3,2 cm. No seu centro é colocada uma bobina de 130 espiras de diâmetro  $d = 2,1$  cm. A corrente no solenóide é reduzida a zero com uma taxa de redução constante em 25 ms. Qual é a magnitude da fem que é induzida na bobina  $C$  enquanto a corrente no solenóide varia?

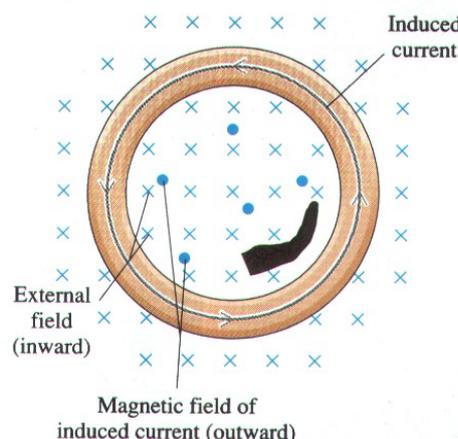


4. ✘ A figura mostra uma espira rectangular imersa num campo magnético variável não-uniforme  $\mathbf{B}$  que é perpendicular e dirigido para dentro da página. A magnitude do campo é dada por  $B = 4t^2x^2$ , com  $B$  em teslas,  $t$  em segundos, e  $x$  em metros. A espira tem largura  $W = 3,0$  m e altura  $H = 2,0$  m.

Qual é a magnitude e a direcção da fem induzida  $\varepsilon$  na espira em  $t = 0,10$  s?

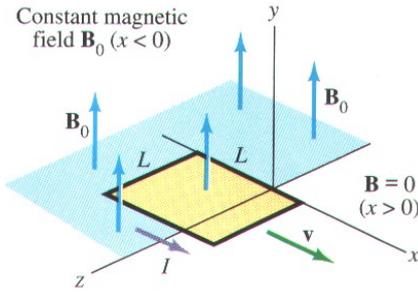


5. ✘ O anel ilustrado na figura tem de raio 4,00 cm e uma resistência de  $1,00 \times 10^{-3} \Omega$ . Este anel encontra-se numa região onde o campo magnético é dirigido para dentro da folha e está a aumentar a uma taxa constante desde 0,200 T até 0,400 T num intervalo de tempo de  $1,00 \times 10^{-2}$  s. Encontre a corrente no anel.



6. Um campo magnético constante tem apenas componente  $B_0$  segundo  $y$  na região  $x < 0$ , e é zero em  $x > 0$  (ver figura). Uma espira de metal quadrada de lados  $L$  é orientada no plano  $xz$  e puxada através do campo com velocidade constante  $\mathbf{v} = v\mathbf{i}$ . A resistência total da espira é  $R$ . Encontre a corrente induzida na espira em função do tempo, assumindo que o lado da frente do quadrado atravessa a linha  $x = 0$  em  $t = 0$ . Encontre o valor numérico para o caso em que  $B_0 = 1,0$  T,

$L = 0,10 \text{ m}$ ,  $R = 0,065 \Omega$ , e  $v = 10,0 \text{ cm/s}$ .



7. Um solenóide longo de raio  $R$  possui  $n$  espiras por unidade de comprimento e transporta uma corrente variável que varia sinusoidalmente  $I = I_{\max} \cos(\omega t)$ , onde  $I_{\max}$  é o máximo da corrente e  $\omega$  é a frequência angular da fonte de corrente alternada.
- Determine a magnitude do campo eléctrico induzido para pontos exteriores ao solenóide a uma distância  $r > R$  do seu eixo longo central.
  - Qual é a magnitude do campo eléctrico induzido para pontos interiores ao solenóide, a uma distância  $r < R$  do eixo?
8. ✘ Encontre a indutância de um solenóide ideal que possui  $N$  espiras e comprimento  $l$ . Assuma que o interior do solenóide está preenchido por ar.
9. ✘
- Calcule a indutância de um solenóide (com ar no interior) que possui 300 espiras, um comprimento de 25,0 cm e uma área de secção recta de 4,00 cm<sup>2</sup>.
  - Calcule a fem auto-induzida no solenóide se a corrente que ele transporta decresce à taxa de 50,0 A/s.
10. Durante um curto período de tempo, a corrente numa bobina cilíndrica de comprimento 10 cm, raio 0,5 cm, e 1000 espiras de fio numa única camada é aumentada à taxa constante de 10<sup>3</sup> A/s. Encontre a fem induzida durante este período.
11. Encontre a auto indutância de um solenóide de comprimento 10 cm, área 5 cm<sup>2</sup>, e 100 espiras.
12. ✘ Uma espira tem de indutância 53 mH e de resistência 0,35 Ω. Se ligarmos uma fonte de 12 V à espira, quanta energia é armazenada no campo magnético após a corrente ter aumentado até atingir o valor de equilíbrio?
13. Um solenóide é desenhado para armazenar  $U_L = 0,10 \text{ J}$  de energia quando transporta uma corrente de  $I = 450 \text{ mA}$ . O solenóide tem de área de secção recta  $A = 5,0 \text{ cm}^2$  e comprimento  $l = 0,20 \text{ m}$ . Quantas espiras possui o solenóide?
14. ✘ O armazenamento de energia é importante para as companhias de electricidade para fazer face às flutuações do consumo de energia eléctrica. Para armazenar energia em larga escala são usadas espiras supercondutoras.
- Encontre a densidade de energia magnética numa espira supercondutora que produz um campo magnético de 10,0 T.
  - Encontre o volume de espaço necessário para armazenar  $1,00 \times 10^5 \text{ kWh}$  de energia para as condições da alínea anterior. (Esta energia é suficiente para fornecer energia eléctrica a aproximadamente 5000 casas durante um dia.)
15. ✘ Um solenóide tem de indutância 53 mH e uma resistência 0,37 Ω e está ligado a uma bateria. Quanto tempo demora até que a corrente atinja metade do seu valor final de equilíbrio?

#### Soluções:

- 1)  $|\varepsilon| = 4,1 \text{ V}$ ; 2)  $\varepsilon = aAB_{\max}e^{-at}$ ; 3)  $|\varepsilon| = 75 \text{ mV}$ ; 4)  $\varepsilon = 14,4 \text{ V}$ ; 5)  $I \simeq 101 \text{ A}$ ; 6)  $I = \frac{B_0Lv}{R} = 0,15 \text{ A}$ ;  
 7a)  $E = \frac{R^2}{2r}\mu_0nI_{\max}\omega \sin(\omega t)$ ; 7b)  $E = \frac{r}{2}\mu_0nI_{\max}\omega \sin(\omega t)$ ; 8)  $L = \frac{\mu_0N^2A}{l}$ ; 9a)  $L = 0,181 \text{ mH}$ ; 9b)  $\varepsilon_{\text{ind}} = 9,05 \text{ mV}$ ; 10)  $\varepsilon = -1 \text{ V}$ ; 11)  $L = 6,28 \times 10^{-5} \text{ H}$ ; 12)  $U_B = 31 \text{ J}$ ; 13)  $N = 1,8 \times 10^4$  espiras; 14a)  $u_B = 3,98 \times 10^7 \text{ J/m}^3$ ; 14b)  $V = 9045 \text{ m}^3$ ; 15)  $t = 0,10 \text{ s}$ .