

1	2	3	4	5	6	7	8	T

Cadeira: **ELECTROMAGNETISMO**

Época: **Normal**

Ano lectivo: 2017/2018 (1º Semestre)

TESTE 2 (2017/12/06)

Duração: 1,5 horas

Nome: \_\_\_\_\_ Número: \_\_\_\_\_ Curso: **LEET**

A(s) questão(ões) 1 a 6 deve(m) ser respondida(s) neste enunciado. Nestas questões não se deve apresentar (e não serão cotadas) deduções ou cálculos; não vale a pena apresentar várias variantes da resposta (se, porventura, forem contraditórias, a resposta será considerada incorrecta). A(s) restante(s) questão(ões) deve(m) ser respondida(s) nas folhas de prova com as deduções e os cálculos relevantes. Constantes universais que podem ser necessárias para avaliações numéricas:  $\epsilon_0 = 8,854 \times 10^{-12} \text{ F m}^{-1}$ ,  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T m A}^{-1}$ ,  $e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$ , massa de um electrão  $m_e = 9,109 \times 10^{-31} \text{ kg}$ .

1. [2]

- (a) Escreva a fórmula para a força que actua sobre uma partícula de uma carga  $q$  que se move a uma velocidade  $\mathbf{v}$  em campos eléctrico  $\mathbf{E}$  e magnético  $\mathbf{B}$ .

Resposta \_\_\_\_\_

- (b) Calcule o módulo da força para os seguintes valores: a carga é de  $10^{-10} \text{ C}$ , a velocidade em m/s é  $(15, 0, 0)$ , o campo eléctrico em V/km é  $(12, 10, 43)$ , o campo magnético em mT é  $(1, 3, 5)$ .

Resposta \_\_\_\_\_

Avali: alínea a) 0.5 valor, alínea b) 1.5 valor. Resp: a)  $\mathbf{F} = q(\mathbf{E} + \mathbf{v} \times \mathbf{B})$

$$\text{b) } \mathbf{F} = 10^{-10} \left( 10^{-3} \begin{bmatrix} 12 \\ 10 \\ 43 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{e}_x & \mathbf{e}_y & \mathbf{e}_z \\ 15 & 0 & 0 \\ 1 & 3 & 5 \end{bmatrix} 10^{-3} \right) = 10^{-13} \left( \begin{bmatrix} 12 \\ 10 \\ 43 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ -75 \\ 45 \end{bmatrix} \right),$$

$$F = 10^{-13} \sqrt{12^2 + 65^2 + 88^2} \text{ N} = 1.10 \times 10^{-11} \text{ N}$$

2. [2] Um fio rectilíneo horizontal transporta uma corrente e está sujeito a um campo magnético horizontal dirigido perpendicularmente ao fio. O que é que se pode afirmar sobre a força aplicada ao fio por parte do campo magnético (escolha a(s) afirmação(ões) correcta(s))? Atenção: devem ser indicadas todas as afirmações correctas e só elas, caso contrário a resposta como um todo será considerada incorrecta.

- (a) A força é horizontal.  
 (b) A força é horizontal e dirigida no sentido da corrente.  
 (c) A força é horizontal e dirigida no sentido oposto ao da corrente.  
 (d) A força é horizontal e dirigida no sentido do campo magnético.  
 (e) A força é horizontal e dirigida no sentido oposto ao campo magnético.  
 (f) A força é vertical.  
 (g) A força é vertical e dirigida para cima.  
 (h) A força é vertical e dirigida para baixo.

Resposta \_\_\_\_\_

Resp: f

3. [2] Indique qual das seguintes afirmações, relativamente à permissividade de vácuo  $\varepsilon_0$  e à permeabilidade de vácuo  $\mu_0$ , é correcta.
- (a) Valores destas constantes foram determinados experimentalmente e por isso são aproximados.
  - (b) Valores destas constantes foram definidos teoricamente e por isso são aproximados.
  - (c) Valores destas constantes foram determinados experimentalmente e por isso são exactos.
  - (d) Valores destas constantes foram definidos teoricamente e por isso são exactos.
  - (e) Valor da  $\varepsilon_0$  é exacto e o da  $\mu_0$  é aproximado.
  - (f) Valor da  $\varepsilon_0$  é aproximado e o da  $\mu_0$  é exacto.

**Resposta** \_ \_ \_ \_

Resp: f

4. [2] Sabendo que o manganês é uma substância paramagnética, indique qual dos seguintes números representa a sua permeabilidade magnética relativa:
- (a) 0,000019
  - (b) 0,501653
  - (c) 1,000125
  - (d) 1,999983
  - (e) 500
  - (f) 6000

**Resposta** \_ \_ \_ \_

Resp: c

5. [2] Num volume  $V$  existe um campo magnético uniforme, sendo o vector da sua intensidade  $\mathbf{H}$ . A permeabilidade relativa do meio é  $\mu_r$ .
- (a) Escreva a fórmula para a energia armazenada no volume.

**Resposta** \_ \_ \_ \_

- (b) Calcule a energia armazenada no volume para as seguintes condições:  $V = 1 \text{ l}$ ,  $\mathbf{H} = (3, 4, 1)$  (mA/m),  $\mu_r = 3$ .

**Resposta** \_ \_ \_ \_

Avali: 0.4+1.6 Vale a pena dar este problema em conjunto com ??

Res: (a)  $U = \frac{\mu_r \mu_0 H^2}{2} V$  ou  $U = \frac{\mu H^2}{2} V$

(b)  $U = \frac{3 \times 4\pi \times 10^{-7} \text{ N A}^{-2} (26) (\text{mA/m})^2}{2} 1 \text{ l} = 4.90 \text{ J}$

6. [2] Indique qual das seguintes afirmações é correcta:
- (a) Corrente de deslocamento tem a mesma natureza física que a corrente de condução
  - (b) Corrente de deslocamento está associada ao movimento das cargas e produz campo magnético
  - (c) Corrente de condução está associada ao movimento das cargas mas não produz campo magnético
  - (d) Corrente de deslocamento não está associada ao movimento das cargas mas produz campo magnético

- (e) Num meio onde não haja electrões livres, a corrente de condução é impossível e pode existir só a corrente de deslocamento

**Resposta** \_\_\_\_

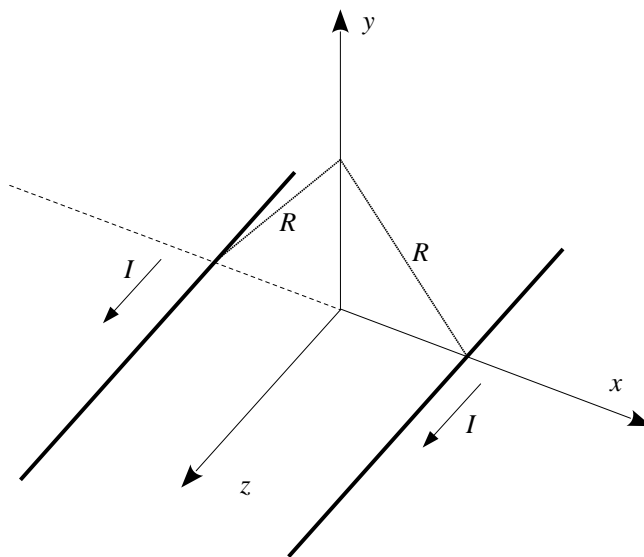
Resp: d.

7. [4] Um fio rectilíneo e comprido que transporta uma corrente de 1,7 A na direcção positiva do eixo dos  $z$  encontra-se ao longo da linha  $x = -3$  cm,  $y = 0$ . Um fio semelhante que transporta uma corrente de 1,7 A na direcção positiva do eixo dos  $z$  encontra-se ao longo da linha  $x = +3$  cm,  $y = 0$ . Encontre o campo magnético num ponto  $P$  que se encontra no eixo dos  $y$  em  $y = 3$  cm.

**Solução:**  $\mathbf{B}_P = \mathbf{B}_e + \mathbf{B}_d$

Como cada fio transporta a mesma corrente e está à mesma distância de  $P$ , as magnitudes de  $\mathbf{B}_e + \mathbf{B}_d$  são iguais.

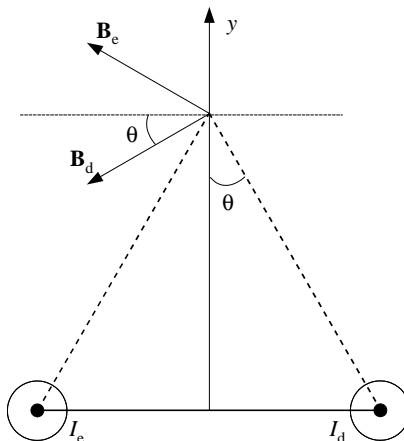
As componentes segundo  $y$  anulam-se:  $\mathbf{B}_P = \mathbf{B}_{ex} + \mathbf{B}_{dx} = -2B_{dx}\mathbf{u}_x = -2B_d \cos\theta\mathbf{u}_x$ , onde  $B_d = B_e = \frac{\mu_0 I}{2\pi R} = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$  (onde  $R$  é a menor distância entre o fio e o ponto)



$$\cos\theta = \frac{y}{R}, \text{ com } R = \sqrt{x^2 + y^2}$$

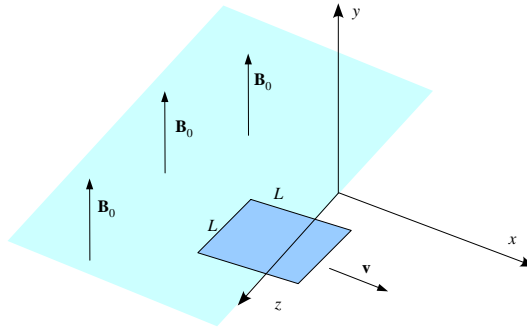
$$\text{Assim, ficamos com } \mathbf{B}_P = -2B_d \cos\theta\mathbf{u}_x = -2\frac{\mu_0 I}{2\pi R} \frac{y}{R}\mathbf{u}_x = -\frac{\mu_0 I y}{\pi R^2}\mathbf{u}_x = -\frac{\mu_0 I y}{\pi(x^2 + y^2)}\mathbf{u}_x$$

$$\text{Substituindo pelos dados no enunciado: } \mathbf{B}_P = -\frac{\mu_0 I y}{\pi(x^2 + y^2)}\mathbf{u}_x = -\frac{4\pi \times 10^{-7} \text{ N A}^{-2} \times 1.7 \text{ A} \times 0.03 \text{ m}}{\pi \times ((0.03 \text{ m})^2 + (0.03 \text{ m})^2)}\mathbf{u}_x = -1.13333 \times 10^{-5} \mathbf{u}_x \frac{\text{N}}{\text{A m}} \approx -1.13 \times 10^{-5} \mathbf{u}_x \text{ T.}$$



8. [4] 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  $B_0 = 1,0 \text{ T}$ ,  $L = 0,10 \text{ m}$ ,  $R = 0,065 \Omega$ , e  $v = 10,0 \text{ cm/s}$ .



Resp: Iremos utilizar as seguintes fórmulas: 
$$\begin{cases} \Phi_{\mathbf{B}} = \int \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A} \\ \varepsilon = -\frac{d\Phi_{\mathbf{B}}}{dt} \\ I = \frac{\varepsilon}{R} \end{cases}$$

De  $t = 0$  até  $t = \frac{L}{v}$  a espira está no processo de sair da região do campo magnético. Durante este intervalo de tempo o fluxo do campo magnético muda.

Nota: Para  $t \leq 0$  :  $\Phi_{\mathbf{B}} = \int \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A} = B_0 \int dA = B_0 L^2$ , mas uma vez que não existe variação do fluxo neste intervalo de tempo então não irá aparecer nenhuma corrente.

Para  $0 < t < \frac{L}{v}$  :  $\Phi_{\mathbf{B}} = B_0 \int dA = B_0 L \left( L - \overbrace{L_0}^{vt} \right)$

Ficamos então com  $\varepsilon = -\frac{d\Phi_{\mathbf{B}}}{dt} = -\frac{d}{dt} [B_0 L (L - vt)] = B_0 Lv$

$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{B_0 Lv}{R} = \frac{(1,0 \text{ T}) \times (0,10 \text{ m}) \times (10,0 \times 10^{-2} \text{ m/s})}{0,065 \Omega} = 0,153846 \text{ A} \approx 0,15 \text{ A}$ .