

1	2	3	4	5	6	7	T

Cadeira: **ELECTROMAGNETISMO**

Época: **Normal**

Ano lectivo: 2016/2017 (1º Semestre)

TESTE 2 (2016/12/03)

Duração: 1,5 horas

Nome: _____ Número: _____ Curso: **LEET**

A(s) questão(ões) 1 a 5 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 intensidade do campo eléctrico é definida da seguinte maneira: se uma carga q_0 em repouso está sujeita à acção de uma força \mathbf{F} , então existe neste ponto do espaço um campo eléctrico definido pela equação $\mathbf{F} = q_0\mathbf{E}$. Escreva uma definição semelhante para o caso do campo magnético.

Res: se uma carga q_0 que se move a uma velocidade \mathbf{v} esta sujeita à acção de uma força \mathbf{F} , então existe neste ponto do espaço um campo magnético que satisfaz à equação vectorial $\mathbf{F} = q_0\mathbf{v} \times \mathbf{B}$. Se nesta explicação a equação está escrita na forma escalar ($F = q_0vB$), dá-se a metade da pontuação. Se está escrita apenas a equação $\mathbf{F} = q_0\mathbf{v} \times \mathbf{B}$ sem explicação, dá-se a metade da pontuação. Se está escrita apenas a equação na forma escalar ($F = q_0vB$) sem explicação, dá-se um quarto da pontuação.

2. [3]

- (a) A secção circular de raio R de um fio rectilíneo é atravessada por uma corrente I uniformemente distribuída. Qual é o módulo do campo magnético na superfície do fio?

Resposta _____

- (b) O metal nióbio (Nb) torna-se superconductor quando arrefecido a temperaturas abaixo de 9 K. A sua supercondutividade é destruída quando o nióbio fica sujeito a um campo magnético superior a 100 mT. Determine a corrente máxima que um fio de nióbio de diâmetro 2.0 mm pode transportar permanecendo superconductor, na ausência de campos magnéticos externos.

Resposta _____

Avali: 1 + 2 Res: a) $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R}$ b) $I = \frac{B2\pi r}{\mu_0} = \frac{100 \text{ mT} 2\pi 1 \text{ mm}}{4\pi \times 10^{-7} \text{ T m A}^{-1}} = 500 \text{ A}$

3. [2] Uma corrente $I = I_0 \cos \omega t$ percorre um solenóide longo que possui n espiras por unidade de comprimento e é preenchido por uma substância de permitividade μ . Uma espira de área S foi colocada no interior do solenóide, sendo o plano da espira perpendicular ao eixo do solenóide. Escreva a fórmula para a f.e.m. induzida na espira.

Resposta _____

$$\text{Resp: } \varepsilon = -\frac{d}{dt} \left(\underbrace{B}_{\mu n I} S \right) = -\mu n S \underbrace{\frac{dI}{dt}}_{-I_0 \omega \sin \omega t} = \mu n S I_0 \omega \sin \omega t$$

4. [2] O campo magnético dentro de uma barra de chumbo colocada dentro de um solenóide é igual a 15,000000 mT. Qual seria o campo magnético se o solenóide fosse vazio? A susceptibilidade magnética do chumbo é 1.7×10^{-5} .

Resposta: _ _ _ _

$$\text{Res: } B_{\text{no vazio}} = \frac{B_{\text{na substância}}}{1 + \chi_m} = \frac{15.000000 \text{ mT}}{1 + 1.7 \times 10^{-5}} = 14.999745 \text{ mT}$$

5. [2] A carga nas placas de um condensador plano ideal varia com o tempo de acordo com a fórmula $q = \frac{q_0}{1+at}$, onde q_0 e a são constantes dadas. A área das placas é A .

- (a) Escreva a fórmula para a densidade de corrente de deslocamento dentro do condensador.

Resposta _ _ _ _

- (b) Calcule o valor numérico da densidade de corrente de deslocamento no instante $t = 1 \mu\text{s}$ para as seguintes condições: $q_0 = 2 \mu\text{C}$, $a = 2 \times 10^5 \text{ s}^{-1}$, $A = 1 \text{ cm}^2$.

Resposta _ _ _ _

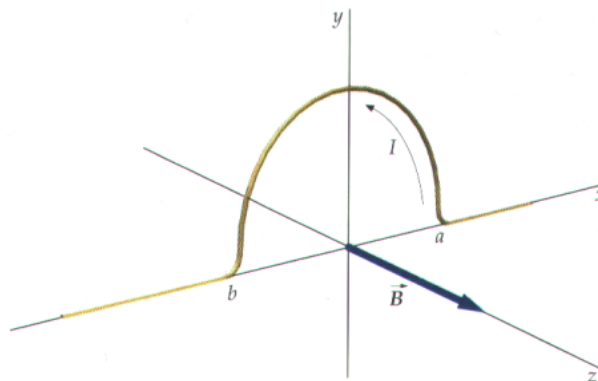
Avali: 1+1 Res.: (a)

$$j = \frac{1}{A} \frac{dq}{dt} = -\frac{q_0 a}{A(1+at)^2}$$

- (b)

$$j = \frac{2 \times 10^{-6} \text{ C} \times 2 \times 10^5 \text{ s}^{-1}}{1 \text{ cm}^2 (1 + 2 \times 10^5 \text{ s}^{-1} \times 1 \mu\text{s})^2} = 2.778 \times 10^3 \frac{\text{A}}{\text{m}^2}$$

6. [5] Um fio dobrado num loop semicircular de raio R encontra-se no plano xy e transporta uma corrente I do ponto a para o ponto b , como se mostra na figura. Existe um campo magnético uniforme $\mathbf{B} = B\mathbf{k}$ perpendicular ao plano do loop. Encontre a força que actua sobre o loop.



7. [4] Um solenóide de indutância de 53 mH e de resistência de $0,37 \Omega$ é ligado, num certo momento do tempo, a uma bateria. Quanto tempo demora até que a corrente que percorre o solenóide atinja metade do seu valor final (i.e., do valor no estado estacionário)? Informação de referência: a solução geral da equação diferencial $\frac{dy}{dx} + ay + b = 0$ é $y = -\frac{b}{a} + Ce^{-ax}$.

$$\text{R: } \varepsilon = RI - \varepsilon_L \Leftrightarrow \varepsilon = RI - (-L \frac{dI}{dt}) \Leftrightarrow \frac{dI}{dt} - \frac{\varepsilon}{L} + \frac{RI}{L} = 0 \Leftrightarrow \frac{dI}{dt} + \frac{RI}{L} - \frac{\varepsilon}{L} = 0 \Leftrightarrow I = \frac{\varepsilon}{R} + Ce^{-\frac{R}{L}t}$$

Para $t = 0 \text{ s}$ temos que $I = 0$, assim $0 = \frac{\varepsilon}{R} + C \Leftrightarrow C = -\frac{\varepsilon}{R}$. Ficamos com $I = \frac{\varepsilon}{R} - \frac{\varepsilon}{R}e^{-\frac{R}{L}t} = \frac{\varepsilon}{R} (1 - e^{-\frac{R}{L}t})$

No equilíbrio temos ($t \rightarrow \infty$): $I_\infty = \frac{\varepsilon}{R} (1 - e^{-\frac{R}{L}t}) \approx \frac{\varepsilon}{R}$. Queremos t para o qual $I = \frac{I_\infty}{2} = \frac{\frac{\varepsilon}{R}}{2} = \frac{\varepsilon}{2R}$. Vamos determinar esse tempo: $I = \frac{\varepsilon}{R} (1 - e^{-\frac{R}{L}t}) \Rightarrow \frac{\varepsilon}{2R} = \frac{\varepsilon}{R} (1 - e^{-\frac{R}{L}t}) \Leftrightarrow \frac{1}{2} = (1 - e^{-\frac{R}{L}t}) \Leftrightarrow \frac{1}{2} = e^{-\frac{R}{L}t} \Leftrightarrow \ln \frac{1}{2} = -\frac{R}{L}t \Leftrightarrow t = -\frac{L}{R} \ln \frac{1}{2} \approx 9.93 \times 10^{-2} \text{ s} \approx 0.10 \text{ s}$