Prova 2 - Física III para o Instituto de Química (4310245)

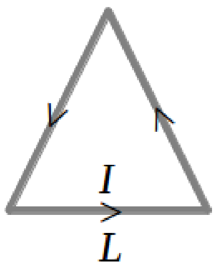
Prof. José Roberto B. Oliveira - IFUSP - 2014

1. Um circuito "triangular" equilátero carrega uma corrente I, no sentido anti-horário, conforme a figura.

Sabendo que o módulo do campo magnético gerado nos vértices é $B_v = 2$mT, e o lado do triângulo tem comprimento $L = 4$ mm, determine:

(a) [2,5] A corrente I e o momento de dipolo magnético $\vec{\mu}$ do circuito (calcule o módulo e indique a direção e o sentido).

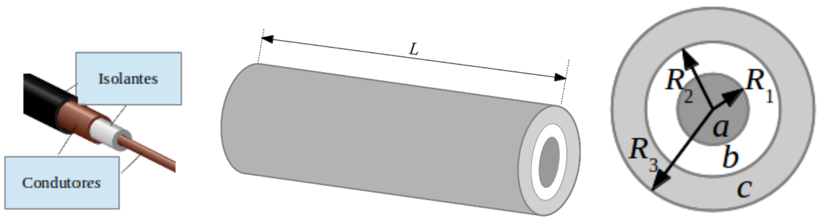
(b) [1,5] A razão $\frac{B_0}{B_v}$ entre os campos magnéticos no centro (B_0) do triângulo e no vértice.



2

---

2. Um cabo co-axial é formado por um condutor cilíndrico de raio R_1 no interior de um isolante tubular (um meio dielétrico com $\varepsilon \approx \varepsilon_0$) envolto por outro condutor, também de forma tubular, de raio interno R_2 e raio2 externo R_3 (vide figuras). Uma grande extensão retilínea deste cabo ($L >> R_3$) é usada em um circuito elétrico de corrente contínua, sendo que a corrente total I é transportada para a direita pelo condutor interno, e retorna para a esquerda pelo externo. Sabe-se que o módulo da densidade de corrente que passa pelo condutor interno é $J_a = 3,5 \times 10^6 \text{A/m}^2$. Dados: $R_1 = \frac{2}{\sqrt{\pi}}$mm; $R_2 = \frac{3}{\sqrt{\pi}}$mm; $R_3 = \frac{4}{\sqrt{\pi}}$mm; Considere $\mu \approx \mu_0$ em todo o espaço.



(a) [1,0] Determine a corrente total I e a densidade de corrente J_c que passam pelo condutor externo.

(b) [1,0] Sendo $\rho_a = 2 \times 10^{-7}\Omega$m a resistividade do condutor central, determine a resistividade ρ_c do condutor externo sabendo que a resistência total de cada um dos dois condutores é igual.

(c) [2,5] Obtenha a expressão da intensidade do campo magnético $B(R)$ (longe das extremidades) gerado em cada uma das quatro regiões: a: $R < R_1$; b: $R_1 < R < R_2$; c: $R_2 < R < R_3$ e d: $R > R_3$, em função da distância R com relação ao eixo do cabo e de parâmetros de valor conhecido (dados, ou calculados nos itens anteriores).

(d) [1,5] Se o condutor interno for constituído de um metal paramagnético de suscetibilidade magnética χ suficientemente pequena para que a influência sobre os resultados anteriores seja desprezível, obtenha a expressão da densidade de magnetização em função do raio $\vec{M}(R)$. Mostre que a densidade de corrente de magnetização ($\vec{J}_m$) é constante no interior do condutor. Indique em um desenho a direção e o sentido da corrente de magnetização. Determine a razão entre a corrente total de magnetização I_M e a corrente I caso $\chi = 1,7 \times 10^{-5}$.

Formulário

Força de Lorentz: $\vec{F} = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B}$

Densidade de corrente: $\vec{J} = \rho\vec{v} = Nq\vec{v}$

Lei de Ohm: $\vec{J} = \frac{1}{\rho_c}\vec{E}$

Corrente através de uma superfície: $I_S = \int_S \vec{J}.\hat{n}da$

Lei de Biot-Savart: $d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{Id\vec{l}\times\hat{r}}{r^2}$

Lei de Ampére: forma integral: $\oint_c \vec{B}.d\vec{l} = \mu_0 I_{S(c)}$; forma diferencial: $\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0\vec{J}$

Lei de Gauss: forma diferencial: $\vec{\nabla}.\vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$

Inexistência de monopolos magnéticos: $\vec{\nabla}.\vec{B} = 0$

Teorema de Stokes: $\oint_c \vec{B}.d\vec{l} = \int_{S(c)}(\vec{\nabla} \times \vec{B}).\hat{n}da$\sqrt{\pi}

Teorema de Gauss: $\oint_s \vec{E}.\hat{n}da = \int_{V(S)} \vec{\nabla}.\vec{E}dV$

Momento de dipolo magnético de uma espira plana: $\vec{\mu} = IA\hat{n}$

Campo magnético total em amostra magnetizada: $\vec{B} = \vec{B}_0 + \mu_0\vec{M}$

Meio linear: $\vec{M} = \chi\frac{\vec{B}_0}{\mu_0}$

Densidade de corrente de magnetização: $\vec{J_m} = \vec{\nabla} \times \vec{M}$

Equação de continuidade (conservação da carga elétrica): $\vec{\nabla}.\vec{J} = -\frac{\partial\rho}{\partial t}$

Operador Nabla: $\vec{\nabla} = \hat{x}\frac{\partial}{\partial x} + \hat{y}\frac{\partial}{\partial y} + \hat{z}\frac{\partial}{\partial z}$

Relações trigonométricas: $\frac{d(\tan\theta)}{d\theta} = 1 + \tan^2\theta = \sec^2\theta$; $\sec\theta = \frac{1}{\cos\theta}$;

Constantes fundamentais

$\varepsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}\mathrm{F/m}$

$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\mathrm{H/m}$

$e = 1,602 \times 10^{-19}\mathrm{C}$

$c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}} = 3,0 \times 10^8\mathrm{m/s}$