

Lista de Problemas 8 – Ampère

1ª Questão

A figura mostra o corte transversal de um cabo coaxial, constituído por um fio retilíneo central de raio a cercado por um fio condutor cilíndrico de raio externo b e espessura pequena δ . No fio retilíneo central passa uma corrente I para fora da página (sentido \hat{z}) e no condutor externo passa uma corrente $3I$ em sentido oposto, ambas uniformemente distribuídas.

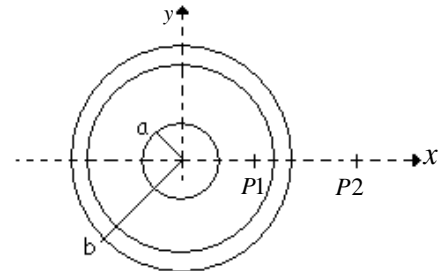
a) Obtenha, utilizando a Lei de Ampère, o vetor campo magnético \vec{B} :

i) no ponto P_1 , na região 1 ($a < r < b - \delta$);

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \hat{y}$$

ii) no ponto P_2 , fora do cabo coaxial (região 2, $r > b$);

$$B = -\frac{\mu_0 I}{\pi r} \hat{y}$$



b) Encontre o ponto na região 1 onde o campo magnético B tem mesmo módulo, mas sentido oposto, que o campo em P_2 localizado à distância $r = a + b$ do eixo de simetria.

$$r = \frac{a + b}{2}$$

2ª Questão

Um tubo circular muito longo com raio externo R transporta uma corrente I (uniformemente distribuída) para dentro da página, como é mostrado na figura ao lado. Um fio corre paralelo ao tubo a uma distância de $3R$ de centro a centro. Considere que inicialmente no (item a) não passa corrente no fio:

a) Obtenha, a partir da Lei de Ampère, o vetor campo magnético B no ponto P_1 . Obtenha também B no centro do tubo circular (ponto P_2).

$$B_1 = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} \hat{y}$$

$$B_2 = 0$$

b) Determine agora a intensidade I' e o sentido da corrente que deve passar o no fio para que o campo magnético resultante no ponto P_1 tenha a mesma intensidade que o campo magnético no centro do tubo (ponto P_2), mas que esteja no sentido contrário.

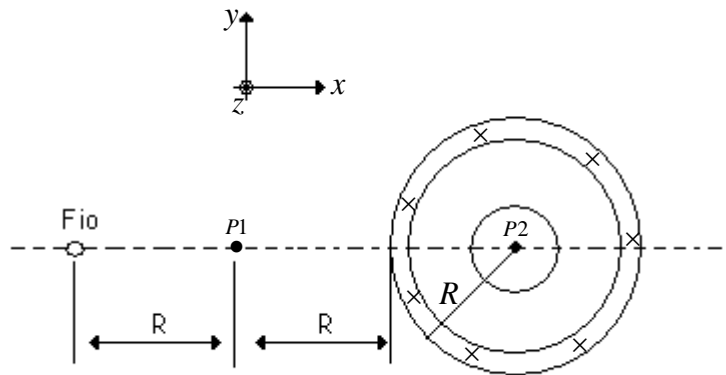
$$I' = \frac{3I}{8}$$

c) Determine (justificando o seu raciocínio) a direção e o sentido da força magnética que age no fio com a corrente calculada em (b) devida à corrente no tubo. Utilize o sistema de referência (x, y, z) mostrado na figura.

$$-\hat{z} \times \hat{y} = \hat{x}$$

d) Determine o módulo desta força considerando que o fio possui comprimento L (grande).

$$F = \frac{\mu_0 I^2 L}{16\pi R} \hat{x}$$



e) Se agora um outro fio de comprimento L com corrente I para dentro da página é colocado no eixo de simetria do tubo (posição P_2), qual será a força magnética sobre ele?

$$F = -\frac{\mu_0 I^2 L}{16\pi R} \hat{x}$$

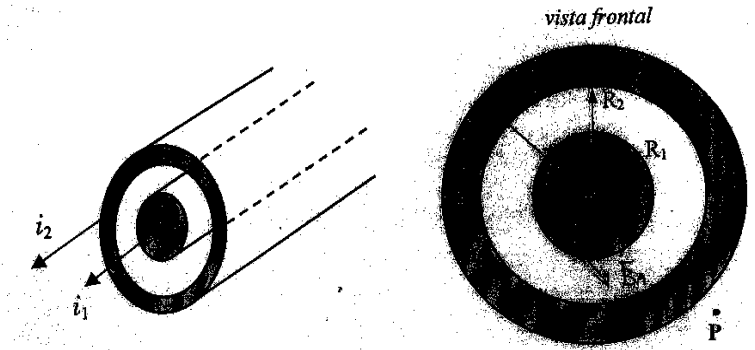
3ª Questão

Um cabo é formado envolvendo-se um cilindro condutor sólido de raio R^1 com um cilindro condutor oco concêntrico com raio interno R^2 e externo R^3 . Uma corrente uniforme i_1 de intensidade I é enviada pelo fio interno (sentido mostrado na figura) enquanto uma segunda corrente uniforme i_2 de intensidade desconhecida é enviada pela parte externa com o mesmo sentido da corrente interna.

a-Desenhe a curva escolhida para a integral de Ampère que passa pelo ponto A ($r < R^1$) indicado na figura. Escreva a Lei de Ampère para esta curva e indique a direção e o sentido do campo magnético B_a no ponto A. Justifique.

Resp:

$$\oint B \cdot dl = \mu_0 \cdot i' \rightarrow \text{mas } i_1 = I \Rightarrow i' = \frac{r^2}{R_1^2} \cdot I$$



B_a é tangente à curva amperiana que passa pelo ponto A e tem sentido anti-horário ($d\mathbf{l} \times \mathbf{r}$)

b- Calcule o módulo do campo magnético B_a .

Resp:
$$\oint B \cdot dl = B \cdot \oint dl = \mu_0 \cdot i' \Rightarrow B_A \cdot 2 \cdot \pi \cdot r = \frac{\mu_0 \cdot r^2}{R_1^2} \cdot I \quad B_A = \frac{\mu_0 \cdot r \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot R_1^2}$$

c- Sabe-se agora que o módulo do campo magnético no ponto P ($r < R^3$) indicado na figura vale : $B_p = 5\mu_0 I / 8\pi$ (T).

Encontre (justificando seus cálculos) o valor da corrente desconhecida i_2 que circula no condutor externo.

Resp:
$$\frac{5}{4} \cdot I = I + i_2 \Rightarrow i_2 = \frac{I}{4}$$

d- Calcule agora o valor da densidade de corrente j_2 no condutor externo.

$$i_2 = \frac{I}{4} \Rightarrow j_2 = \frac{I}{4 \cdot \pi \cdot (R_3^2 - R_2^2)}$$

4ª Questão

A. (2,0): Dois fios paralelos muito longos distando d carregam correntes no mesmo sentido e de valores $i_1 = i$ e $i_2 = 2i$. No plano definido pelos dois fios está uma barra metálica apoiada sobre um par de trilhos condutores separados por uma distância L e ligados a um dispositivo que fornece uma corrente constante I ao circuito, conforme mostrado na figura A abaixo. A barra está orientada paralelamente aos fios e pode deslizar sem atrito sobre os trilhos.

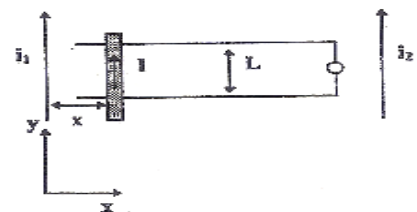


Figura A

(a) Determine uma expressão para campo magnético na região entre os dois fios.

(b) Determine a força magnética sobre a barra em função de sua distância x à corrente i_1 .

Respostas:

(a)

$$\vec{B}_1(x') = \frac{\mu_0 i_1}{2\pi x'} (-\hat{Z}), \text{ por ampère. } \rightarrow \quad \vec{B}_2(x') = \frac{\mu_0 i_2}{2\pi(d-x')} (-\hat{Z})$$

$$\vec{B}(x') = \frac{\mu_0 i}{2\pi} \cdot \left(\frac{2}{d-x'} - \frac{1}{x'} \right) (\hat{Z}) \rightarrow \vec{B}(x') = \frac{\mu_0 i}{2\pi} \cdot \left(\frac{3x'-d}{x'(d-x')} \right) (\hat{Z})$$

$$(b) \quad d\vec{F} = Id\vec{l} \times \vec{B} = ILB (\hat{x})$$

$$\text{Utilizando } B(x) \text{ calculado em (a), temos: } F = \frac{\mu_0 i^2 L}{2\pi} \cdot \left(\frac{3x'-d}{x'(d-x')} \right)$$

5º Questão:

Uma corrente I é transportada ao longo de um fio cilíndrico muito longo de raio R . A densidade de corrente varia com a distância ao eixo do fio na forma: $j(r) = Cr^2$, onde C é uma constante. (Tome o elemento da área $dA = 2\pi r dr$)

- Determine uma expressão para I em função de C e R .
- Determine o módulo do campo magnético, B , dentro do fio ($r < R$).
- Faça um gráfico de B x r , para todo r .

Respostas: Fio muito longo \rightarrow Infinito. Temos $j(r) = Cr^2$.

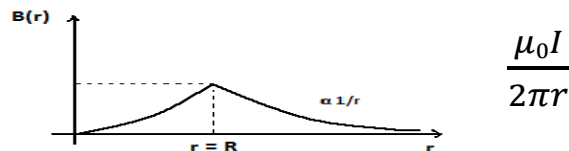
$$(a) \quad I = \frac{\pi CR^4}{2}$$

- Como j só depende da distância do eixo, a distribuição de correntes só terá simetria cilíndrica \rightarrow Uso da lei de Ampère.

$$B = \mu_0 \frac{Cr^3}{4}$$

- Campo fora:

$$\rightarrow B =$$



FIM