

ELETROMAGNETISMO

LEFT / LENO

6ª Série de problemas

(Magnetostática)

1) *Campo magnético criado por uma espira quadrada*

Calcule o campo magnético criado por uma espira quadrada, de lado $l = 0,2$ m e transportando corrente $I = 2$ A, no centro da espira e num ponto do eixo perpendicular ao plano da espira e que passa pelo seu centro, à distância z do centro da espira.

2) *Campo magnético criado por uma espira circular*

Calcule o campo magnético criado por uma espira circular, de raio $R = 0,2$ m e transportando corrente $I = 2$ A, no centro da espira e num ponto do eixo perpendicular ao plano da espira e que passa pelo seu centro, à distância z do centro da espira.

3) *Campo magnético de um fio infinito*

Calcule o campo magnético criado por um fio retilíneo e infinito transportando uma corrente I , à distância R do fio.

4) *Lei de Ampère e campo criado por um cilindro condutor*

Um condutor cilíndrico infinito maciço de permeabilidade magnética μ_0 e de raio R transporta uma corrente estacionária com densidade $\vec{J}(r) = (\alpha + \beta r)\vec{e}_z$, onde r é a distância ao eixo e \vec{e}_z é o eixo do cilindro. Calcule o campo magnético em função da distância r ao eixo (dentro e fora do cilindro).

5) *Lei de Ampère e campo magnético criado por um solenoide infinito*

Calcule o campo magnético criado por um solenoide com 10 000 espiras por metro e corrente $I = 5000$ A.

6) *Lei de Ampère e campo magnético criado por um solenoide toroidal*

Considere 100 voltas de um fio condutor enroladas em torno de um toróide (forma de um *donut*), de raio médio $R = 2$ m e secção quadrada de lado $a = 0,1$ m. Pelo fio passa uma corrente de $I = 10$ A e considere o fio igualmente distribuído ao longo do toroide.

a) Calcule o campo magnético \vec{B} a uma distância r do centro no plano que divide o toroide em duas partes circulares iguais (no interior e no exterior do toroide);

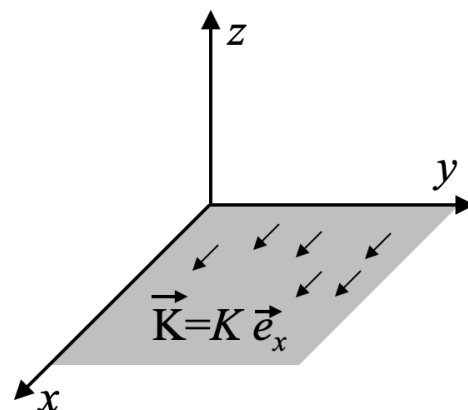
b) se R for muito maior do que a , como varia a intensidade do campo magnético, B , no interior do toroide?

7) *Campo criado por um plano de corrente*

Considere um plano infinito condutor (por ex., plano (x, y)), onde passa uma corrente de densidade $K = 5$ A/m paralela ao eixo dos xx (i.e, vetor densidade de corrente superficial $\vec{K} = 5\vec{e}_x$ (A/m)).

a) Calcule o campo magnético criado por esta superfície para $z > 0$ e para $z < 0$;

b) Discuta a [des]continuidade do campo magnético para $z = 0$.



8) *Coefficientes de indução* [Exercícios 6.25, 6.26 e 6.30 JL mas sem o magnetização]

- Calcule o coeficiente de auto-indução L dum solenoide de raio 0,1 m, comprimento 2m e 100 espiras, preenchido por ar.
- Dentro do solenoide com ar coloca-se outro solenoide de raio 0,01 m e comprimento 0,5m e 1000 espiras. Calcule o coeficiente de indução mútua M .
- Substitui-se o solenoide pequeno da alínea anterior por uma espira quadrada de lado 0,02m, colocada no centro do solenoide grande, sendo α o ângulo entre o eixo do solenoide e o plano da espira. Calcule o coeficiente de indução mútua M entre o solenoide e a espira (em função de α), e o momento de força que atua a espira se circular uma corrente $I_1 = 5$ A no solenoide e $I_2 = 100$ mA na espira (em função de α).

9) *Coefficientes de indução*

Um cilindro de cobre de raio 0,1 m e comprimento 2 m é colocado no centro de um toroide de raio médio $R = 2$ m e secção quadrada de lado $a = 0,05$ m, envolto em 1000 espiras uniformemente distribuídas ao longo do toroide. O eixo do cilindro é perpendicular ao plano do toroide.

Calcule o coeficiente de auto-indução do toroide, L_T , e o coeficiente de indução mútua M .

Substituindo o cilindro de cobre por um solenoide de raio 0,1 m e comprimento 2 m, mantendo o eixo do solenoide com a mesma orientação do eixo do cilindro, calcule o coeficiente de indução mútua M desta nova configuração.

10) *Magnetização*

Num dado material ferromagnético os átomos possuem momentos magnéticos permanentes com magnitudes da ordem de $|\vec{m}| = 10^{-23}$ A.m².

- Determine a magnitude da magnetização $|\vec{M}|$ máxima se o material tiver 10^{29} átomos/m³.
- Determine a intensidade máxima do campo magnético \vec{B} e compare com o valor do campo magnético médio da Terra (~ 0.5 gauss = $0,5 \times 10^{-4}$ T).

11) *Magnetização e campo \vec{H}* [Probl. 6.12 DG]

Um cilindro infinito de raio R tem uma magnetização permanente paralela ao eixo, $\vec{M} = kr \vec{e}_z$, sendo k uma constante e r a distância ao eixo do cilindro. Não há corrente de condução em lado nenhum. Calcule o campo magnético em todo o espaço.

12) *Campo \vec{H} , Circuito magnético, Entreferro e Energia Magnética* [Variante Exerc.8.2 JL]

Considere o circuito magnético da figura constituído por um material ferromagnético de permeabilidade magnética $\mu = 8000\mu_0$, e com as seguintes propriedades: $N_1 = 100$, $N_2 = 300$, $i_1 = 2$ A, $i_2 = 1$ A, $h = 2$ cm, $\delta(\text{entreferro}) = 1$ mm, $d_1 = 10$ cm, $d_2 = 5$ cm, $l_1 = 60$ cm, $l_2 = 80$ cm.

- Diga quantos valores diferentes de \vec{B} , \vec{H} e \vec{M} existem ao longo da linha de campo média (que passe pelo centro da secção);
- Calcule as intensidades de \vec{B} , \vec{H} e \vec{M} ao longo da linha de campo média;
- Determine o coeficiente de indução mútua M entre os dois enrolamentos;
- Estime** a energia magnética armazenada no sistema, explicitando as aproximações efetuadas.

