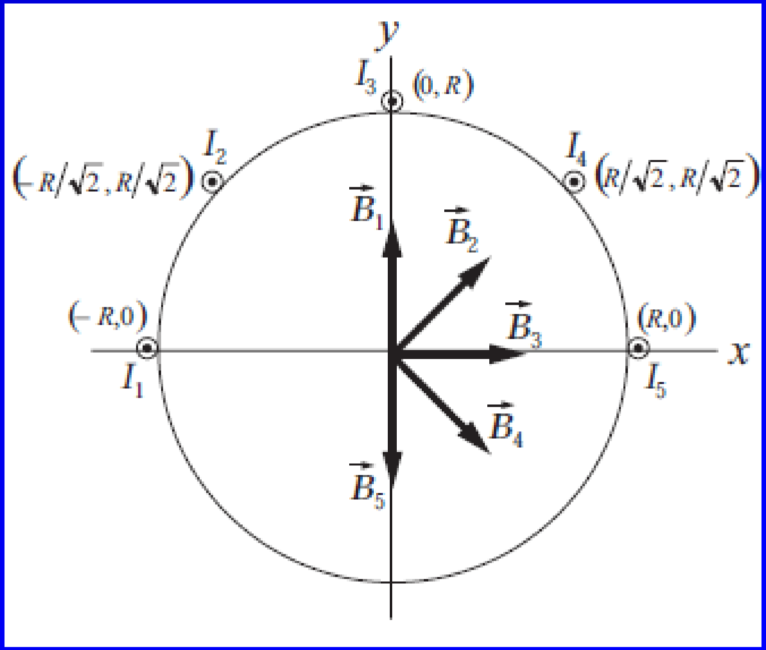
Exercícios do Capítulo 27 do Tipler

(40) Cinco fios longos, retilíneos e condutores são paralelos ao eixo *z*, e cada um conduz corrente *I* na direção +z. Cada um dos fios está a uma distância *R* do eixo *z*. Dois dos fios interceptam o eixo *x*, um em $x = R$ e o outro em $x = -R$. Outro fio intercepta o eixo y em $y = R$. Um dos fios restantes intercepta o plano $z = 0$ no ponto $(R/\sqrt{2}, R/\sqrt{2})$ e o último fio restante intercepta o plano $z = 0$ no ponto $(-R/\sqrt{2}, R/\sqrt{2})$. Determine o campo magnético no eixo z.

Exercícios do Capítulo 27 do Tipler

(40) Cinco fios longos, retilíneos e condutores são paralelos ao eixo *z*, e cada um conduz corrente *I* na direção +z. Cada um dos fios está a uma distância *R* do eixo *z*. Dois dos fios interceptam o eixo *x*, um em *x* = *R* e o outro em *x* = –*R*. Outro fio intercepta o eixo y em *y* = *R*. Um dos fios restantes intercepta o plano *z* = *0* no ponto $(R/\sqrt{2}, R/\sqrt{2})$ e o último fio restante intercepta o plano *z* = *0* no ponto $(-R/\sqrt{2}, R/\sqrt{2})$. Determine o campo magnético no eixo z.

De acordo com a regra da mão direita, temos:

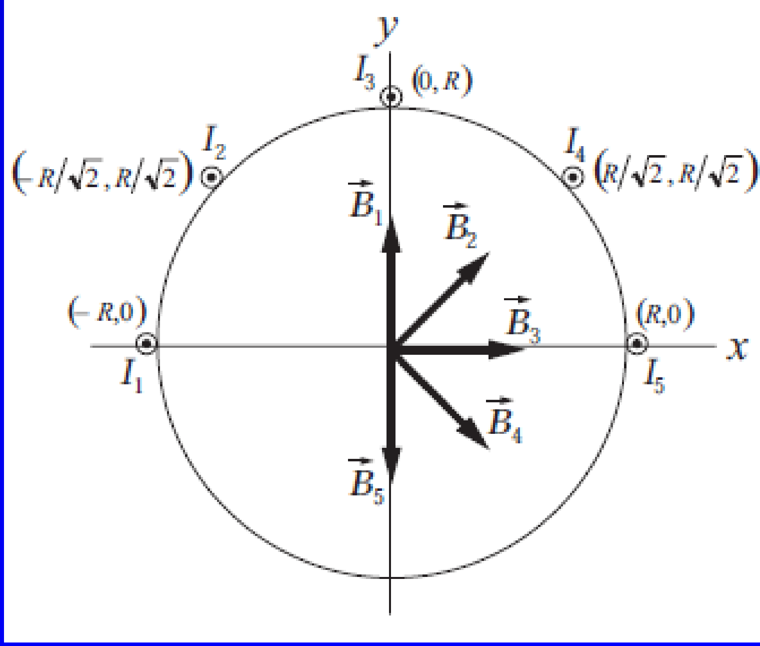


Solução

(40) Cinco fios longos, retilíneos e condutores são paralelos ao eixo *z*, e cada um conduz corrente *I* na direção +z. Cada um dos fios está a uma distância *R* do eixo *z*. Dois dos fios interceptam o eixo *x*, um em $x = R$ e o outro em $x = -R$. Outro fio intercepta o eixo y em $y = R$. Um dos fios restantes intercepta o plano $z = 0$ no ponto $(R/\sqrt{2}, R/\sqrt{2})$ e o último fio restante intercepta o plano $z = 0$ no ponto $(-R/\sqrt{2}, R/\sqrt{2})$. Determine o campo magnético no eixo z.

O módulo do campo magnético devido a um fio carregado é:

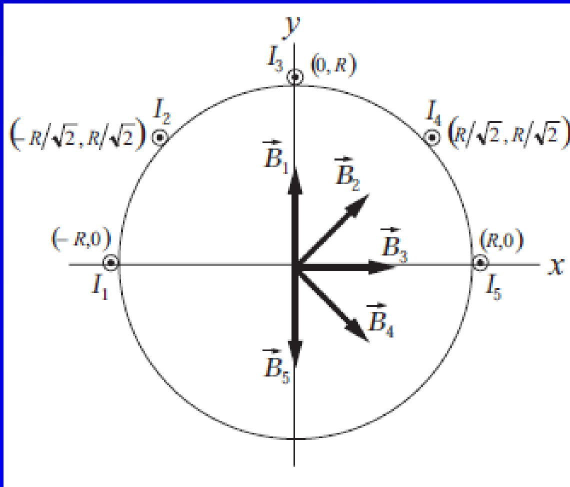
$$B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2I}{R}$$



Solução

(40) Cinco fios longos, retilíneos e condutores são paralelos ao eixo *z*, e cada um conduz corrente *I* na direção +z. Determine o campo magnético no eixo z.

O campo magnético resultante no eixo z:



$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3 + \vec{B}_4 + \vec{B}_5$$

$$\vec{B}_1 = B\hat{j}$$

$$\vec{B}_2 = (B\cos 45°)\hat{i} + (B\sin 45°)\hat{j}$$

$$\vec{B}_3 = B\hat{i}$$

$$\vec{B}_4 = (B\cos 45°)\hat{i} - (B\sin 45°)\hat{j}$$

$$\vec{B}_5 = -B\hat{j}$$

$$\vec{B} = B\hat{j} + (B\cos 45°)\hat{i} + (B\sin 45°)\hat{j} + B\hat{i} + (B\cos 45°)\hat{i} - (B\sin 45°)\hat{j} - B\hat{j}$$

$$= (B\cos 45°)\hat{i} + B\hat{i} + (B\cos 45°)\hat{i} = (B + 2B\cos 45°)\hat{i} = \left(1+\sqrt{2}\right)B\hat{i}$$

Solução

(40) Cinco fios longos, retilíneos e condutores são paralelos ao eixo *z*, e cada um conduz corrente *I* na direção +z. Determine o campo magnético no eixo z.

O campo magnético resultante no eixo z:

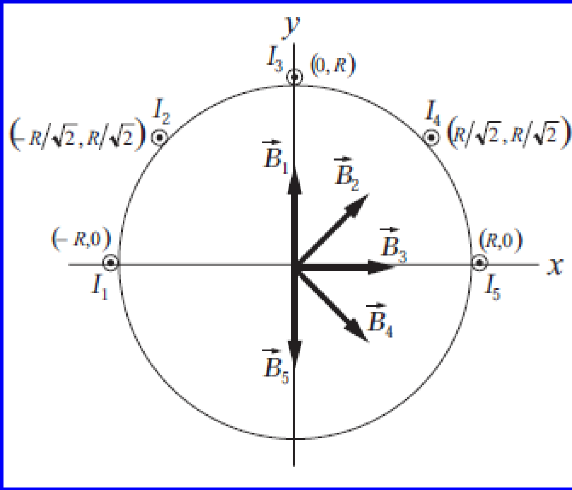
$$\vec{B} = B\hat{j} + (B\cos 45°)\hat{i} + (B\sin 45°)\hat{j} + B\hat{i} + (B\cos 45°)\hat{i} - (B\sin 45°)\hat{j} - B\hat{j}$$
$$= (B\cos 45°)\hat{i} + B\hat{i} + (B\cos 45°)\hat{i} = (B + 2B\cos 45°)\hat{i} = \left(1+\sqrt{2}\right)B\hat{i}$$

O campo magnético devido a cada fio com corrente *I* é:

$$B = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{2I}{R}$$

Logo,

$$\vec{B} = \boxed{\left(1+\sqrt{2}\right)\frac{\mu_0 I}{2\pi R}\hat{i}}$$



Exercícios do Capítulo 27 do Tipler

(49) Uma longa casca cilíndrica tem raio interno a, raio externo b e conduz corrente I paralela ao eixo central. Considere que no interior do material da casca a densidade da corrente está uniformemente distribuída. Determine uma expressão para a magnitude do campo magnético para (a) $0 < R < a$, (b) $a < R < b$, e (c) $R > b$.

Solução

(49) Uma longa casca cilíndrica tem raio interno *a*, raio externo *b* e conduz corrente *I* paralela ao eixo central. Considere que no interior do material da casca a densidade da corrente está uniformemente distribuída. Determine uma expressão para a magnitude do campo magnético para (a) *0 < R < a*, (b) *a < R < b*, e (c) *R > b*.

(a) Aplicando a Lei de Ampère para um caminho circular de raio *R* < *a*, temos:

$$\oint_C \vec{B}_{r<a} \cdot d\vec{\ell} = \mu_0 I_C = \mu_0 (0) = 0$$

$$B_{r<a} = \boxed{0}$$

Solução

(49) Uma longa casca cilíndrica tem raio interno *a*, raio externo *b* e conduz corrente *I* paralela ao eixo central. Considere que no interior do material da casca a densidade da corrente está uniformemente distribuída. Determine uma expressão para a magnitude do campo magnético para (a) *0 < R < a*, (b) *a < R < b*, e (c) *R > b*.

(b) Usando a uniformidade da corrente ao longo da seção transversal do condutor para expressar a corrente *I'*, para *a < R < b*:

$$\frac{I'}{\pi\left(R^2 - a^2\right)} = \frac{I}{\pi\left(b^2 - a^2\right)}$$

$$I_C = I' = I\,\frac{R^2 - a^2}{b^2 - a^2}$$

$$\oint_C \vec{B}_{a<R<b} \cdot d\vec{\ell} = B_{a<r<b}\left(2\pi R\right) = \mu_0 I' = \mu_0 I\,\frac{R^2 - a^2}{b^2 - a^2}$$

$$B_{a<r<b} = \boxed{\frac{\mu_0 I}{2\pi r}\,\frac{R^2 - a^2}{b^2 - a^2}}$$

Solução

(49) Uma longa casca cilíndrica tem raio interno *a*, raio externo *b* e conduz corrente *I* paralela ao eixo central. Considere que no interior do material da casca a densidade da corrente está uniformemente distribuída. Determine uma expressão para a magnitude do campo magnético para (a) $0 < R < a$, (b) $a < R < b$, e (c) $R > b$.

(c) Para $R > b$, temos

$$I_C = I$$

$$\oint_C \vec{B}_{R>b} \cdot d\vec{\ell} = B_{r>b}(2\pi R) = \mu_0 I$$

$$B_{R>b} = \boxed{\frac{\mu_0 I}{2\pi R}}$$

Exercícios do Capítulo 28 do Tipler

(26) Uma bobina circular possui 15 voltas, raio de 4,00 cm e está em um campo magnético uniforme de 4,00 kG na direção +*x*. Determine o fluxo através da bobina quando a normal unitária do plano da bobina é (a) $\hat{\imath}$, (b) $\hat{\jmath}$, (c) $(\hat{\imath}+\hat{\jmath})/\sqrt{2}$, (d) $\hat{k}$, e (e) $0,60\hat{\imath}+0,80\hat{\jmath}$.

1 G = 10^{-4} T

Exercícios do Capítulo 28 do Tipler

(26) Uma bobina circular possui 15 voltas, raio de 4,00 cm e está em um campo magnético uniforme de 4,00 kG na direção +*x*. Determine o fluxo através da bobina quando a normal unitária do plano da bobina é (a) $\hat{\imath}$, (b) $\hat{\jmath}$, (c) $(\hat{\imath}+\hat{\jmath})/\sqrt{2}$, (d) $\hat{k}$, e (e) $0,60\hat{\imath}+0,80\hat{\jmath}$.

(a) Aplique a definição de fluxo magnético à bobina:

$$\phi_m = N\int_S \vec{B}\cdot\hat{n}\,dA \qquad \phi_m = N\vec{B}\cdot\hat{n}\int_S dA = N\left(\vec{B}\cdot\hat{n}\right)A$$

$$\phi_m = N\left(\vec{B}\cdot\hat{n}\right)\pi r^2$$

$$\vec{B} = (0.400T)\hat{i}$$

$$\phi_m = (15.0)[(0.400\,\mathrm{T})]\pi(0.0400\,\mathrm{m})^2\ \hat{i}\cdot\hat{n}$$

$$= \left(0.03016\,\mathrm{T}\cdot\mathrm{m}^2\right)\hat{i}\cdot\hat{n}$$

$$\phi_m = \left(0.03016\,\mathrm{T}\cdot\mathrm{m}^2\right)\hat{i}\cdot\hat{i} = \boxed{30.2\,\mathrm{mWb}}$$

Exercícios do Capítulo 28 do Tipler

(26) Uma bobina circular possui 15 voltas, raio de 4,00 cm e está em um campo magnético uniforme de 4,00 kG na direção +*x*. Determine o fluxo através da bobina quando a normal unitária do plano da bobina é (a) $\hat{\imath}$, (b) $\hat{\jmath}$, (c) $(\hat{\imath}+\hat{\jmath})/\sqrt{2}$, (d) $\widehat{k}$, e (e) $0,60\hat{\imath}+0,80\hat{\jmath}$.

(b)

$$\phi_m = \left(0.03016\,\mathrm{T}\cdot\mathrm{m}^2\right)\hat{\boldsymbol{i}}\cdot\hat{\boldsymbol{j}} = \boxed{0}$$

(c)

$$\phi_m = \left(0.03016\,\mathrm{T}\cdot\mathrm{m}^2\right)\hat{\boldsymbol{i}}\cdot\frac{\left(\hat{\boldsymbol{i}}+\hat{\boldsymbol{j}}\right)}{\sqrt{2}} = \frac{0.03016\,\mathrm{T}\cdot\mathrm{m}^2}{\sqrt{2}} = \boxed{21.3\,\mathrm{mWb}}$$

(d)

$$\phi_m = \left(0.03016\,\mathrm{T}\cdot\mathrm{m}^2\right)\hat{\boldsymbol{i}}\cdot\hat{\boldsymbol{k}} = \boxed{0}$$

(e)

$$\phi_m = \left(0.03016\,\mathrm{T}\cdot\mathrm{m}^2\right)\hat{\boldsymbol{i}}\cdot\left(0.60\hat{\boldsymbol{i}}+0.80\hat{\boldsymbol{j}}\right) = \boxed{18\,\mathrm{mWb}}$$