Exercícios do Capítulo 30 do Tipler

(16) Em uma região do espaço, o campo elétrico varia com o tempo de acordo com $E = (0,050\,N/C)sen(\omega t)$,onde ω = 2000rad/s. Determine o valor de pico da corrente de deslocamento através de uma superfície perpendicular ao campo elétrico e com área igual a 1,00 m^2.

Solução

(16) Em uma região do espaço, o campo elétrico varia com o tempo de acordo com $E = (0,050\,N/C)sen(\omega t)$,onde ω = 2000rad/s. Determine o valor de pico da corrente de deslocamento através de uma superfície perpendicular ao campo elétrico e com área igual a 1,00 m^2.

A corrente de deslocamento é dado por:

$$I_d = \epsilon_0 \frac{d\phi_e}{dt}$$

$$I_d = \epsilon_0 \frac{d}{dt}[EA] = \epsilon_0 A \frac{dE}{dt}$$

$$I_d = \epsilon_0 A \frac{d}{dt}\left[(0.050\,\mathrm{N/C})\sin 2000t\right]$$

$$= \left(2000\,\mathrm{s^{-1}}\right)\epsilon_0 A (0.050\,\mathrm{N/C})\cos 2000t$$

Solução

(16) Em uma região do espaço, o campo elétrico varia com o tempo de acordo com $E = (0,050\,N/C)sen(\omega t)$,onde ω = 2000rad/s. Determine o valor de pico da corrente de deslocamento através de uma superfície perpendicular ao campo elétrico e com área igual a 1,00 m².

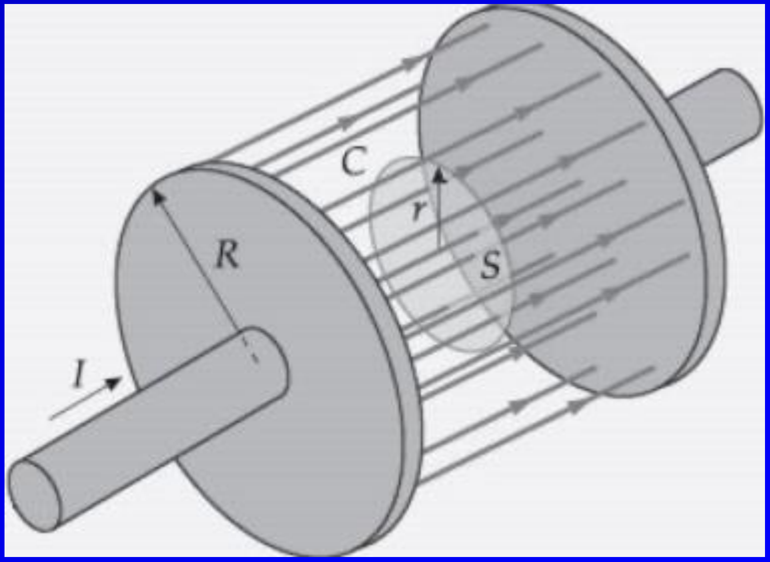
$$I_d = \left(2000\,\mathrm{s}^{-1}\right)\epsilon_0\; A\left(0.050\,\mathrm{N/C}\right)\cos 2000t$$

$$I_{d,max} = \left(2000\,\mathrm{s}^{-1}\right)\epsilon_0\; A\left(0.050\,\mathrm{N/C}\right)$$

$$I_{d,\,max} = \left(2000\,\mathrm{s}^{-1}\right)\left(8.854\times10^{-12}\,\frac{\mathrm{C}^2}{\mathrm{N}\cdot\mathrm{m}^2}\right)\left(1.00\,\mathrm{m}^2\right)\left(0.050\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{C}}\right) = \boxed{0.89\,\mathrm{nA}}$$

Exercícios do Capítulo 30 do Tipler

(19) Há uma corrente de 10 A em um resistor que está conectado em série com um capacitor de placas paralelas. As placas do capacitor têm uma área de 0,50 m^2, e não há nenhum dielétrico entre as elas. (a) Qual é a corrente de deslocamento entre as placas? (b) Qual é a taxa de variação da intensidade do campo elétrico entre as placas? (c) Determine o valor da integral de linha $\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l}$, onde o caminho C de integração é um círculo com raio de 10 cm que está em um plano paralelo às placas e está completamente inserido da região entre elas.

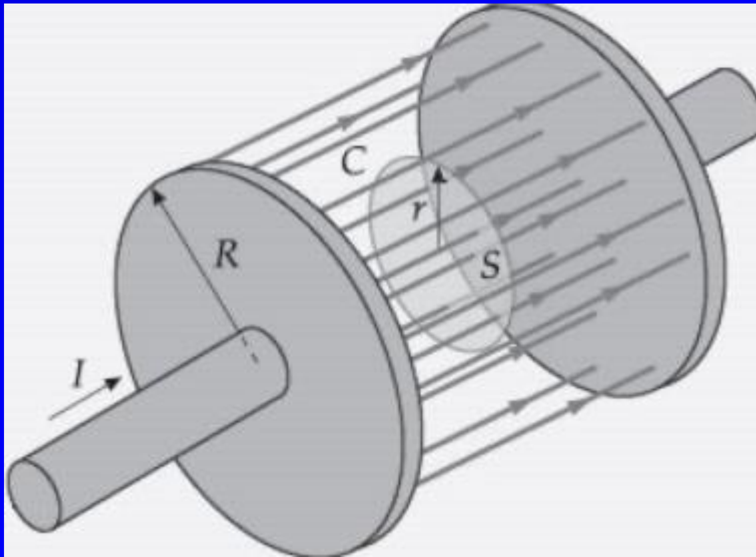


Solução

(19) Há uma corrente de 10 A em um resistor que está conectado em série com um capacitor de placas paralelas. As placas do capacitor têm uma área de 0,50 m^2, e não há nenhum dielétrico entre as elas. (a) Qual é a corrente de deslocamento entre as placas?

(*a*)

$$I_d = I = \boxed{10\,\mathrm{A}}$$



Solução

(19) Há uma corrente de 10 A em um resistor que está conectado em série com um capacitor de placas paralelas. As placas do capacitor têm uma área de 0,50 m², e não há nenhum dielétrico entre as elas. (a) Qual é a corrente de deslocamento entre as placas? (b) Qual é a taxa de variação da intensidade do campo elétrico entre as placas?

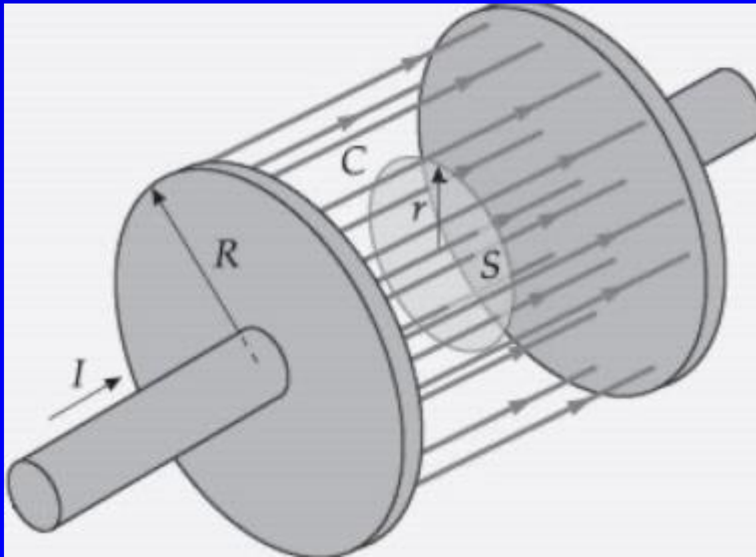
(*b*)

$$I_d = \epsilon_0 \frac{d\phi_e}{dt} = \epsilon_0 \frac{d}{dt}[EA] = \epsilon_0 \, A \frac{dE}{dt}$$

$$\frac{dE}{dt} = \frac{I_d}{\epsilon_0 \, A}$$

$$\frac{dE}{dt} = \frac{10\,\text{A}}{\left(8.85\times10^{-12}\,\frac{\text{C}^2}{\text{N}\cdot\text{m}^2}\right)\left(0.50\,\text{m}^2\right)}$$

$$\frac{dE}{dt} = \boxed{2.3\times10^{12}\,\frac{\text{V}}{\text{m}\cdot\text{s}}}$$



Solução

(19) Há uma corrente de 10 A em um resistor que está conectado em série com um capacitor de placas paralelas. As placas do capacitor têm uma área de 0,50 m², e não há nenhum dielétrico entre as elas. (c) Determine o valor da integral de linha $\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l}$, onde o caminho C de integração é um círculo com raio de 10 cm que está em um plano paralelo às placas e está completamente inserido da região entre elas.

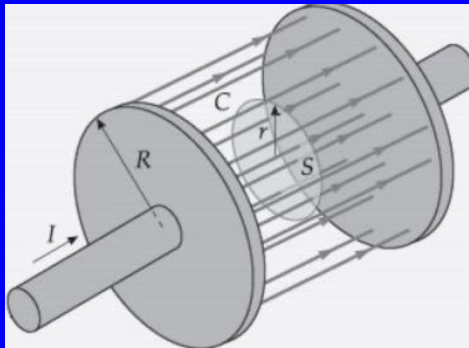
(*c*) Aplicando a lei de Ampère

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \mu_0 I_{\text{enclosed}}$$

$$\frac{I_{\text{enclosed}}}{\pi r^2} = \frac{I_{\text{d}}}{A} \Rightarrow I_{\text{enclosed}} = \frac{\pi r^2}{A} I_{\text{d}}$$

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \frac{\mu_0 \pi r^2}{A} I_{\text{d}}$$

$$\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \frac{\left(4\pi \times 10^{-7}\ \text{N/A}^2\right)\pi (0.10\,\text{m})^2 (10\,\text{A})}{0.50\,\text{m}^2} = \boxed{0.79\ \mu\text{T} \cdot \text{m}}$$



Exercícios do Capítulo 30 do Tipler

(36) Um pulso de laser tem energia de 20,0 J e raio de feixe é de 2,00 mm. A duração do pulso é de 10,0 ns e a densidade de energia é uniformemente distribuída dentro do pulso. (a) Qual é a extensão espacial do pulso? (b) Qual é a densidade de energia no pulso? (c) Determine os valores rms dos campos elétrico e magnético no pulso.

Solução

(36) Um pulso de laser tem energia de 20,0 J e raio de feixe é de 2,00 mm. A duração do pulso é de 10,0 ns e a densidade de energia é uniformemente distribuída dentro do pulso. (a) Qual é a extensão espacial do pulso? (b) Qual é a densidade de energia no pulso? (c) Determine os valores rms dos campos elétrico e magnético no pulso.

(*a*) O comprimento espacial *L* do pulso é dado por

$$L = c\Delta t$$

$$L = \left(2.998\times 10^{8}\ \mathrm{m/s}\right)\left(10.0\,\mathrm{ns}\right) = 2.998\ \mathrm{m}$$

$$L = \boxed{3.00\,\mathrm{m}}$$

(*b*) A densidade de energia dentro do pulso é

$$u = \frac{U}{V} = \frac{U}{\pi r^2 L}$$

Solução

(36) Um pulso de laser tem energia de 20,0 J e raio de feixe é de 2,00 mm. A duração do pulso é de 10,0 ns e a densidade de energia é uniformemente distribuída dentro do pulso. (a) Qual é a extensão espacial do pulso? (b) Qual é a densidade de energia no pulso? (c) Determine os valores rms dos campos elétrico e magnético no pulso.

(b)

$$u = \frac{U}{V} = \frac{U}{\pi r^2 L}$$

$$u = \frac{20.0\,\mathrm{J}}{\pi (2.00\,\mathrm{mm})^2 (2.998\,\mathrm{m})}$$

$$u = 530.9\,\mathrm{kJ/m^3} = \boxed{531\,\mathrm{kJ/m^3}}$$

(c)

$$u = \epsilon_0 E_{\mathrm{rms}}^2 \Rightarrow E_{\mathrm{rms}} = \sqrt{\frac{u}{\epsilon_0}}$$

Solução

(36) Um pulso de laser tem energia de 20,0 J e raio de feixe é de 2,00 mm. A duração do pulso é de 10,0 ns e a densidade de energia é uniformemente distribuída dentro do pulso. (a) Qual é a extensão espacial do pulso? (b) Qual é a densidade de energia no pulso? (c) Determine os valores rms dos campos elétrico e magnético no pulso.

(*c*)

$$u = \epsilon_0 E_{\rm rms}^2 \Rightarrow E_{\rm rms} = \sqrt{\frac{u}{\epsilon_0}}$$

$$E_{\rm rms} = \sqrt{\frac{530.9\ \text{kJ/m}^3}{8.854\times 10^{-12}\ \text{C}^2/\text{N}\cdot\text{m}^2}}$$

$$E_{\rm rms} = 244.9\ \text{MV/m} = \boxed{245\ \text{MV/m}}$$

Como, $B_{\rm rms} = E_{\rm rms}/c$ **Logo,** $B_{\rm rms} = \dfrac{244.9\ \text{MV/m}}{2.998\times 10^8\ \text{m/s}} = \boxed{0.817\ \text{T}}$

Exercícios do Capítulo 30 do Tipler

(46) Uma onda eletromagnética tem uma frequência de 100 MHz e está viajando no vácuo. O campo magnético é dado por $\vec{B}(z,t) = 1,00 \times 10^{-8} T\cos(kz - \omega t)\hat{\imath}$. (a) Determine o comprimento de onda e a direção de propagação desta onda. (b) Determine o vetor campo elétrico $\vec{E}(z,t)$. (c) Determine o vetor de Poynting e use-o para determinar a intensidade da onda.

Solução

(46) Uma onda eletromagnética tem uma frequência de 100 MHz e está viajando no vácuo. O campo magnético é dado por $\vec{B}(z,t) = 1,00 \times 10^{-8} T \cos(kz - \omega t)\hat{\imath}$. (a) Determine o comprimento de onda e a direção de propagação desta onda. (b) Determine o vetor campo elétrico $\vec{E}(z,t)$. (c) Determine o vetor de Poynting e use-o para determinar a intensidade da onda.

(a)

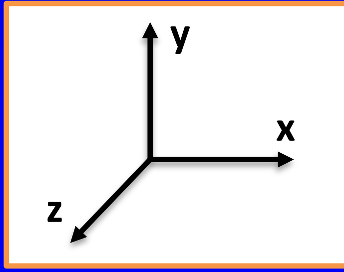
$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$$\lambda = \frac{2.998\times 10^{8}\ \text{m/s}}{100\text{MHz}} = \boxed{3.00\,\text{m}}$$

Do sinal do argumento da função cosseno e da dependência espacial de z, podemos concluir que a onda se propaga na direção +z.

Solução

(46) Uma onda eletromagnética tem uma frequência de 100 MHz e está viajando no vácuo. O campo magnético é dado por $\vec{B}(z,t) = 1,00 \times 10^{-8} T cos(kz - \omega t)\hat{\imath}$. (a) Determine o comprimento de onda e a direção de propagação desta onda. (b) Determine o vetor campo elétrico $\vec{E}(z,t)$. (c) Determine o vetor de Poynting e use-o para determinar a intensidade da onda.



(*b*) A forma funcional do campo elétrico é:

$$\vec{E}(z,t) = E cos(kz - \omega t)\hat{e}$$

$$E = cB = \left(2.998\times10^{8}\ \text{m/s}\right)\left(10^{-8}\ \text{T}\right) = 3.00\ \text{V/m}$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi\left(100\ \text{MHz}\right) = 6.28\times10^{8}\ \text{s}^{-1}$$

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{3.00\ \text{m}} = 2.09\ \text{m}^{-1}$$

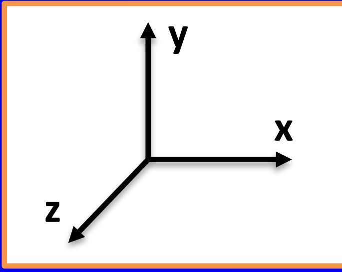
Como a direção de propagação da onda é z positiva, o campo elétrico deve estar na direção y negativa para satisfazer a expressão vetorial do vetor de Poynting.

Solução

(46) Uma onda eletromagnética tem uma frequência de 100 MHz e está viajando no vácuo. O campo magnético é dado por $\vec{B}(z,t) = 1,00 \times 10^{-8} T cos(kz - \omega t)\hat{\imath}$. (a) Determine o comprimento de onda e a direção de propagação desta onda. (b) Determine o vetor campo elétrico $\vec{E}(z,t)$. (c) Determine o vetor de Poynting e use-o para determinar a intensidade da onda.

(*b*) A forma funcional do campo elétrico é:

$$\vec{E}(z,t) = E cos(kz - \omega t)\hat{e}$$



$$E = cB = (2.998\times10^{8}\ \text{m/s})(10^{-8}\ \text{T}) = 3.00\ \text{V/m}$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi(100\ \text{MHz}) = 6.28\times10^{8}\ \text{s}^{-1}$$

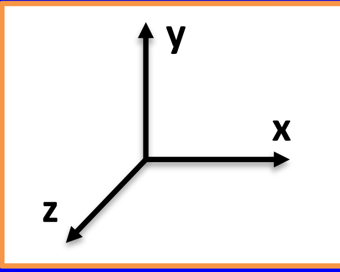
$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{3.00\ \text{m}} = 2.09\ \text{m}^{-1}$$

$$\vec{E}(z,t) = \boxed{-(3.00\ \text{V/m})\cos\left[(2.09\ \text{m}^{-1})z - (6.28\times10^{8}\ \text{s}^{-1})t\right]\hat{j}}$$

Solução

(46) Uma onda eletromagnética tem uma frequência de 100 MHz e está viajando no vácuo. O campo magnético é dado por $\vec{B}(z,t) = 1,00 \times 10^{-8} T cos(kz - \omega t)\hat{\imath}$. (a) Determine o comprimento de onda e a direção de propagação desta onda. (b) Determine o vetor campo elétrico $\vec{E}(z,t)$. (c) Determine o vetor de Poynting e use-o para determinar a intensidade da onda.

(*c*)



$$\vec{E}(z,t) = \boxed{-(3.00\,\mathrm{V/m})\cos\left[\left(2.09\,\mathrm{m}^{-1}\right)z - \left(6.28\times10^{8}\,\mathrm{s}^{-1}\right)t\right]\hat{j}}$$

$$\vec{S}(z,t) = \frac{1}{\mu_0}\vec{E}\times\vec{B} = \frac{-(3.00\,\mathrm{V/m})\left(10^{-8}\,\mathrm{T}\right)}{4\pi\times10^{-7}\,\mathrm{N/A}^2}\cos^2\left[\left(2.09\,\mathrm{m}^{-1}\right)z - \left(6.28\times10^{8}\,\mathrm{s}^{-1}\right)t\right]\left(\hat{j}\times\hat{i}\right)$$

$$\vec{S}(z,t) = \boxed{\left(23.9\,\mathrm{mW/m}^2\right)\cos^2\left[\left(2.09\,\mathrm{m}^{-1}\right)z - \left(6.28\times10^{8}\,\mathrm{s}^{-1}\right)t\right]\hat{k}}$$

$$I = \left|\vec{S}\right| = \tfrac{1}{2}\left(23.9\,\mathrm{mW/m}^2\right) = \boxed{11.9\,\mathrm{mW/m}^2}$$