

4ª Lista de Exercícios

1. Um capacitor de placas paralelas tem placas circulares e não há dielétrico entre elas. Cada placa tem raio igual a 2,3 cm e elas estão separadas por uma distância de 1,1 mm. O fluxo de carga para a placa superior (e saindo da placa inferior) ocorre a uma taxa de 5,0 A.
  - a. Determine a taxa de variação da intensidade do campo elétrico na região entre as placas.
  - b. Calcule a corrente de deslocamento na região entre as placas e mostre que ela é igual a 5,0 A.
2. Para o Problema 1, mostre que a intensidade do campo magnético entre as placas a uma distância  $r$  do eixo que passa através do centro de ambas as placas é dado por  $B = \left(1,9 \times 10^{-3} \frac{T}{m}\right) r$ .
3. Em uma região do espaço o campo elétrico varia com o tempo de acordo com  $\left(0,050 \frac{N}{C}\right) \sin(\omega t)$ , onde  $\omega = 2000 \text{ rad/s}$ . Determine o valor de pico da corrente de deslocamento através de uma superfície perpendicular ao campo e com área igual a  $1,00 \text{ m}^2$ .
4. Nos capacitores referidos neste problema há apenas espaço vazio entre as placas.
  - a. Mostre que um capacitor de placas paralelas tem uma corrente de deslocamento na região entre suas placas que é dada por  $I_d = CdV/dt$ , onde  $C$  é a capacitância e  $V$  é a diferença de potencial entre as placas.
  - b. Um capacitor de placas paralelas de  $5,00 \text{ nF}$  está conectado a um gerador AC ideal e a diferença de potencial entre as placas é dada por  $V = V_0 \cos(\omega t)$ , onde  $V_0 = 3,00V$  e  $\omega = 500\pi \text{ rad/s}$ . Determine a corrente de deslocamento na região entre as placas como função do tempo.
5. 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  $0,50 \text{ m}^2$  e não há nenhum dielétrico entre 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 na região entre elas.
6. Os espelhos usados em um tipo particular de laser refletem 99,99% da radiação incidente.
  - a. Se o laser emite um potência média de 15 W, qual é a potência média da radiação incidente em um dos espelhos?
  - b. Qual é a força devida à pressão de radiação em um dos espelhos?
7. Mostre por substituição direta que a equação  $\frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2}$  é satisfeita pela função de onda  $E_y = E_0 \sin(kx - \omega t) = E_0 \sin k(x - ct)$ , onde  $c = \omega/k$ .
8. Use os valores de  $\mu_0$  e  $\epsilon_0$  em unidade no SI para calcular  $1/\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}$  e mostre que é igual a  $3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$ .
9. Uma onda eletromagnética tem frequência de 100 MHz e está viajando no vácuo. O campo magnético é dado por  $\vec{B}(z, t) = (1,00 \times 10^{-8} T) \cos(kz - \omega t) \hat{i}$ .
  - 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 Poyting e use-o para determinar a intensidade da onda.
10. Um feixe de 20kW de radiação eletromagnética é normal a uma superfície que é capaz de refletir 50% da radiação que recebe. Qual é a força exercida pela radiação na superfície?

4ª Lista de Exercícios

11. Os campos elétricos de duas ondas harmônicas eletromagnéticas de frequências angulares  $\omega_1$  e  $\omega_2$  são dados por

$$\vec{E}_1 = E_{10} \cos(k_1 x - \omega_1 t) \hat{j}$$

e por

$$\vec{E}_2 = E_{20} \cos(k_2 x - \omega_2 t + \delta) \hat{j}.$$

Para a resultante destas duas ondas, determine:

- O vetor de Poyting instantâneo.
- A média temporal do vetor de Poyting.
- Repita as partes (a) e (b) se o sentido de propagação da segunda for invertido, ou seja,

$$\vec{E}_2 = E_{20} \cos(k_2 x + \omega_2 t + \delta) \hat{j}$$

12. Um condutor no formato de um longo cilindro sólido com comprimento  $L$ , raio  $a$  e resistividade  $\rho$ , conduz uma corrente estacionária  $I$  que está uniformemente distribuída na sua seção transversal.

- Use a lei de Ohm para relacionar o campo elétrico  $E$  no condutor a  $I$ ,  $\rho$  e  $a$ .
- Determine o campo magnético  $\vec{B}$  no lado de fora do condutor.
- Use os resultados das partes (a) e (b) para calcular o vetor de Poyting  $\vec{S} = (\vec{E} \times \vec{B}) / \mu_0$  em  $r = a$  (a borda do condutor). Em que direção e sentido está  $\vec{S}$ ?
- Determine o fluxo  $\oint S_n dA$  através da superfície do cilindro e use o fluxo para mostrar que a taxa de fluxo de energia para dentro do condutor é  $I^2 R$ , onde  $R$  é a resistência do cilindro.

13. Um longo solenoide com  $n$  voltas por unidade de comprimento conduz uma corrente que aumenta linearmente com o tempo. O solenoide tem raio  $R$ , comprimento  $L$  e a corrente  $I$  nas voltas é dada por  $I = at$ .

- Determine o campo elétrico induzido a uma distância  $r < R$  do eixo central do solenoide.
- Determine a magnitude, a direção e o sentido do vetor Poyting  $\vec{S}$  em  $r = R$  (no interior das voltas do solenoide).

c. Calcule o fluxo  $\oint S_n dA$  para dentro do solenoide e mostre que o fluxo é igual à taxa de aumento da energia magnética no interior do solenoide.

14. Pequenas partículas são sopradas pelo sistema solar pela pressão de radiação da luz do Sol. Considere que cada partícula seja esférica de raio  $r$ , massa específica de  $1,00 \text{ g/cm}^3$  e absorve toda a radiação em um seção transversal de área  $\pi r^2$ . Considere que as partículas estejam localizadas a certa distância  $d$  do Sol, que emite uma potência total de  $3,38 \times 10^{26} \text{ W}$ .

- Qual é o valor crítico para o raio  $r$  da partícula para a qual a força de radiação de repulsão equilibre a força gravitacional de atração do Sol.
- As partículas que têm raios maiores que o valor crítico são ejetadas do sistema solar, ou são apenas as partículas que têm raios menores que o valor crítico que são ejetadas? Explique sua resposta.