
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FÍSICA

Primeira Prova de Eletromagnetismo 2

7 de Junho de 2022

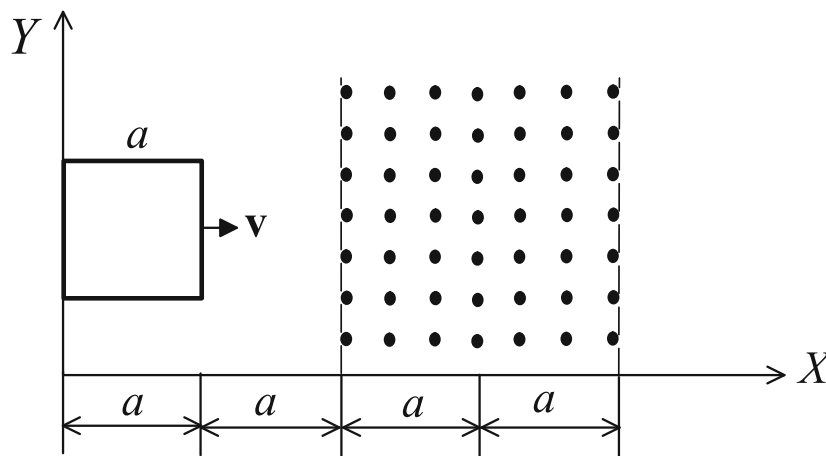
Prof. João Torres de Mello Neto

Questão 1:

Um laço metálico quadrado com lado de comprimento a e resistência R se move da posição mostrada na figura abaixo com velocidade constante $\mathbf{v} = v\hat{x}$ na presença de um campo magnético uniforme $\mathbf{B} = B\hat{z}$ confinado à região mostrada na figura.

- Calcule a corrente induzida no loop nos intervalos relevantes do eixo X .
- Faça um gráfico de I como função de X .

Suponha positivo o sentido horário no laço e que sua auto-indutância seja desprezível.



Questão 2:

Uma voltagem que varia no tempo é aplicada a um capacitor de placas paralelas circular. Encontre a densidade de corrente de deslocamento e o campo elétrico como função do tempo que produzem um campo magnético dado por

$$\mathbf{B} = \frac{\omega V_0 \cos(\omega t)s}{2dc^2} \hat{\varphi}$$

onde s é a distância radial ao centro do capacitor, ω é a frequência de oscilação da voltagem e d a distância entre as placas.

Questão 3:

Um condutor retilíneo longo disposto no eixo Z tem seção circular de raio a e é percorrido por uma corrente contínua de densidade não uniforme $\mathbf{J} = J_0 s \hat{\mathbf{z}}$, sendo J_0 constante e s a coordenada radial. A condutividade do material também é não uniforme e dada por $\sigma = \sigma_0 s$.

- Calcule os campos $\mathbf{E}$ e $\mathbf{B}$ em todo o espaço.
- Calcule o fluxo do vetor de Poynting através da superfície cilíndrica fechada, de comprimento L , que limita um segmento do condutor.
- Compare o resultado de b) com a potência dissipada por efeito Joule no referido segmento do condutor.

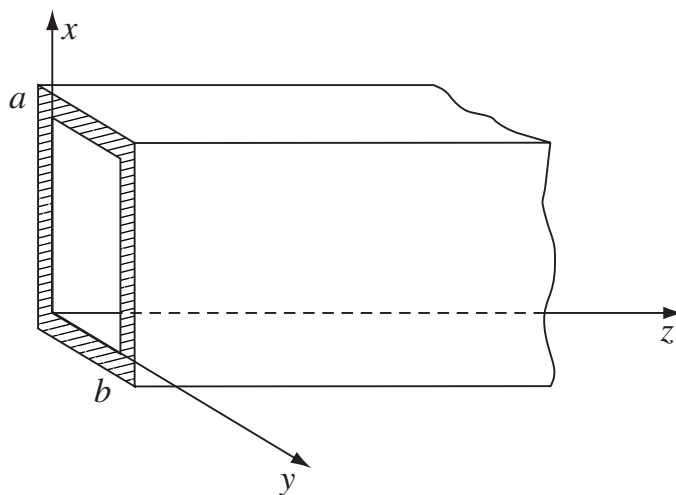
Questão 4:

No guia de ondas retangular mostrado na figura as paredes são condutores perfeitos. Calcule as ondas TM ($B_z = 0$).

- Suponha $E_z = X(x)Y(y)$ e resolva a equação

$$\left[\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + (\omega/c)^2 - k^2 \right] E_z = 0$$

com as condições de contorno (i) $\mathbf{E}^{\parallel} = 0$ e (ii) $B^{\perp} = 0$.



- Calcule o número de onda k e a frequência de corte ω_{mn} .
- Calcule a frequência de corte do modo TM mais baixo.
- Dadas as expressões a seguir, calcule todas as componentes dos campos transversais:

$$\begin{aligned} \text{(i)} \quad E_x &= \frac{i}{(\omega/c)^2 - k^2} \left(k \frac{\partial E_z}{\partial x} + \omega \frac{\partial B_z}{\partial y} \right) & \text{(ii)} \quad E_y &= \frac{i}{(\omega/c)^2 - k^2} \left(k \frac{\partial E_z}{\partial y} - \omega \frac{\partial B_z}{\partial x} \right) \\ \text{(iii)} \quad B_x &= \frac{i}{(\omega/c)^2 - k^2} \left(k \frac{\partial B_z}{\partial x} - \frac{\omega}{c^2} \frac{\partial E_z}{\partial y} \right) & \text{(iv)} \quad B_y &= \frac{i}{(\omega/c)^2 - k^2} \left(k \frac{\partial B_z}{\partial y} + \frac{\omega}{c^2} \frac{\partial E_z}{\partial x} \right) \end{aligned}$$