

Nome: _____ Matrícula: _____ Turma: _____ Prof: _____

Questões sem justificativas NÃO serão consideradas!

[1] Considere as equações de Maxwell na forma integral dada por,

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = Q_{liq}/\epsilon_0 \quad \oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d\Phi_B}{dt} \quad \oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I_c + \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt}$$

a) Obtenha as equações na forma diferencial. Utilizando, $\oint \vec{F} \cdot d\vec{A} = \int (\nabla \cdot \vec{F}) dV$ e $\oint \vec{F} \cdot d\vec{l} = \int (\nabla \times \vec{F}) \cdot d\vec{A}$, onde \vec{F} é um campo vetorial qualquer.

b) Usando $\nabla \times (\nabla \times \vec{F}) = \nabla(\nabla \cdot \vec{F}) - \nabla^2 \vec{F}$, onde \vec{F} é um campo vetorial qualquer, obtenha a equação de onda para \vec{E} na ausência de fontes e demonstre que $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$ é a velocidade de propagação da onda.

c) Suponha uma solução da equação de onda com a forma de uma onda plana dada por, $\vec{E}(\vec{r}, t) = \vec{E}_0 e^{-i(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t)}$, e obtenha o campo magnético $\vec{B}(\vec{r}, t)$, supondo que $\vec{k} = k \hat{j}$ e que a onda seja linearmente polarizada em uma direção que faça 45° graus em relação a um eixo de sua escolha.

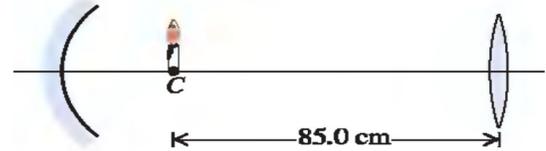
d) Escreva a parte real destes campos e calcule o vetor de Poynting $\vec{S}(\vec{r}, t)$.

[2] Uma onda eletromagnética senoidal plana se propagando em um meio com índice de refração $n = 1.3$ possui comprimento de onda de 4,5 cm e a amplitude do campo elétrico \vec{E} é igual a 1,5 V/m.

- Qual é a frequência angular desta onda?
- Qual é a amplitude do campo magnético \vec{B} ?
- Escreva uma expressão para os campos \vec{E} , \vec{B} supondo que a onda se propaga ao longo da direção y e que seja linearmente polarizada na direção x. Usando estas expressões calcule a intensidade média da onda?
- Suponha que esta onda eletromagnética incide sobre uma interface do referido meio com o ar ($n_0 = 1.0$), com um ângulo de incidência ($\theta_{inc} = \theta_{cri} - 5,0^\circ$) cinco graus menor que o ângulo crítico para reflexão interna total. Calcule o ângulo do raio refratado.

[3] Na figura abaixo, a vela está no centro de curvatura do espelho concavo cuja distância focal é 10,0 cm. A lente convergente possui distância focal igual a 32,0 cm e está a uma distância de 85,0cm à direita da vela. A vela é vista

através da lente por um observador situado a direita da lente. A lente forma duas imagens da vela. A primeira é formada pela luz que passa diretamente através da lente. A segunda é formada pela luz que sai da vela atinge o espelho, é refletida e a seguir passa pela lente.



- Faça um diagrama dos raios principais mostrando a localização de cada uma dessas imagens. Para cada uma das imagens, responda: b) onde esta a imagem? c) a imagem é real ou virtual? d) a imagem final é direita ou invertida em relação ao objeto original?

[4] Ondas luminosas, cujo campo elétrico é dado por $E_y(x, t) = E_{máx} \sin[(1.8 \times 10^7 m^{-1})x - \omega t]$, passam por uma fenda e produzem as primeiras faixas escuras em um ângulo de $\pm 28,6^\circ$ com o centro da figura de difração.

- Qual é a frequência angular desta luz?
- Qual é a largura da fenda?
- Em que ângulos ocorrerão as segundas e terceiras faixas escuras?
- Faça uma figura que mostre qualitativamente a figura de interferência/difração de uma fenda dupla.

Formulário

$$\vec{S} = \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \times \vec{B} \quad P_{pres} = \frac{S_{med}}{c} = \frac{I}{c} \quad \vec{P}_{em} = \frac{\vec{S}}{c^2} \quad v = \lambda f$$

$$S = \frac{1}{A} \frac{dU}{dt} \quad v = \frac{c}{\sqrt{K_m K}} = \frac{c}{n} \quad n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

$$\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1} \quad \tan \theta_p = \frac{n_2}{n_1} \quad I = I_{max} \cos^2 \varphi \quad m = \frac{y'}{y}$$

$$\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{2}{R} = \frac{1}{f} \quad d \sin \theta = m \lambda \quad d \sin \theta = (m + \frac{1}{2}) \lambda$$

$$\frac{n_1}{s} + \frac{n_2}{s'} = \frac{n_2 - n_1}{R} \quad \frac{n_1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

$$a \sin \theta = m \lambda \quad I = I_0 \left(\frac{\sin(N\beta)}{\sin(\beta)} \right)^2 \left(\frac{\sin(\alpha)}{\alpha} \right)^2$$

$$\alpha = \pi a (\sin \theta) / \lambda, \quad \beta = \pi d (\sin \theta) / \lambda$$

Boa Sorte !