



Óptica - Prova 1

Prof. Marco Polo

20 de dezembro de 2023

Início: 19:00 - duração: 2:30 horas



Só serão consideradas as respostas que forem devidamente justificadas.

É proibido o uso de calculadoras, smartphones ou computadores.

Questão 01: Ondas eletromagnéticas

Considere uma onda eletromagnética plana cujo campo elétrico pode ser expresso da seguinte forma:

$$\vec{E}(x, t) = E_0 \cos(kx - \omega t) \hat{k},$$

onde $E_0 = 10 \text{ V/m}$, $k = 2\pi \times 2 \times 10^6 \text{ m}^{-1}$ e $\omega = 2\pi \times 6 \times 10^{14} \text{ rad/s}$.

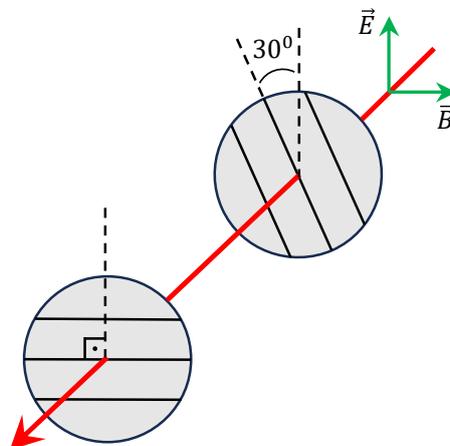
- (0,6) Quanto vale a amplitude do campo elétrico?
- (0,6) Qual é o comprimento de onda dessa onda eletromagnética? Em qual região do espectro ele se encontra?
- (0,6) Quantas vezes o campo eletromagnético da onda oscila a cada segundo?
- (0,6) Em direção a que eixo (x , y , ou z) essa onda eletromagnética se propaga?
- (0,6) Essa onda eletromagnética está polarizada em qual direção?

Questão 02: (2,0) Campo elétrico de um feixe de luz laser

Um feixe de luz laser possui formato cilíndrico circular com diâmetro de 8 mm e potência de 16,2 mW. Calcule a amplitude do campo elétrico desse feixe de luz. Considere, como aproximação, $\pi = 3$, $\epsilon_0 = 9 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N}\cdot\text{m}^2)$ e $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$.

Questão 03: Polarização

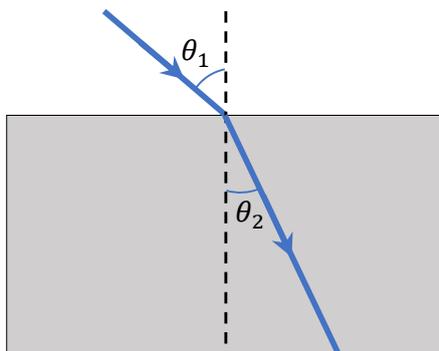
Considere um feixe de luz polarizado que atravessa dois polaroides em sequência, como mostrado na figura.



- (1,5) Calcule a fração da luz que consegue atravessar o segundo polaroide.
- (0,5) Quantos graus devemos girar o segundo polaroide de forma a maximizar a potência de saída do feixe de luz?

Questão 04: Reflexão, refração e dispersão

Um raio de luz incide com um ângulo de $\theta_1 = 53,2^\circ$ em um tipo de vidro que possui índice de refração igual a 1,6, como mostra a figura. O ar em volta do vidro possui índice de refração igual a 1,0. Considere, como aproximação, que $\sin(53,2^\circ) = 0,8$.



- (a) (2,0) Calcule o ângulo θ_2 mostrado na figura.
- (b) (1,0) O raio de luz consegue atravessar o vidro, saindo por baixo dele, ou sofre reflexão interna total? Justifique.

GABARITO

1. $\vec{E}(x, t) = E_0 \cos(kx - \omega t) \hat{k}$

A) $E_0 = 10 \text{ V/m}$

C) $\omega = 2\pi f$

$$f = \frac{\omega}{2\pi}$$

B) $\lambda = \frac{2\pi}{k}$

$$f = \frac{2\pi \cdot 6 \cdot 10^{14}}{2\pi}$$

$$\lambda = \frac{2\pi}{2\pi \cdot 2 \cdot 10^6}$$

$$f = 6 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\lambda = \frac{1}{2} \cdot 10^{-6}$$

OSCILA $6 \cdot 10^{14}$ VEZES
A CADA SEGUNDO

$$\lambda = 0,5 \mu\text{m}$$

$$\lambda = 500 \text{ nm}$$

D) $E(x, x)$

VISÍVEL \rightarrow VERDE

E) $E(x, z)$

2. $R = 4 \text{ mm}$

$$P = 16,2 \text{ mW}$$

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{\pi R^2}$$

$$I = \frac{c \epsilon_0 |E|^2}{2} \Rightarrow$$

$$\frac{P}{\pi R^2} = \frac{c \epsilon_0 |E|^2}{2}$$

$$\frac{16,2 \cdot 10^{-3}}{3 \cdot (4 \cdot 10^{-3})^2} = \frac{3 \cdot 10^8 \cdot 9 \cdot 10^{-12} |E|^2}{2}$$

$$|E|^2 = \frac{2 \cdot 16,2 \cdot 10^{-3}}{81 \cdot (4 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 10^{-4}}$$

$$|E| = \frac{1}{4 \cdot 10^{-3}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 16,2 \cdot 10}{81}}$$

$$= \frac{1}{4 \cdot 10^{-3}} \cdot 2$$

$$|E| = 500 \text{ V/m}$$

3. $I = I_0 \cos^2 \theta$

A) $\theta_1 = 30^\circ \Rightarrow$

$$\frac{I}{I_0} = \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2$$

$$\frac{I}{I_0} = \frac{3}{4}$$

$$\theta_2 = 60^\circ \Rightarrow$$

$$I = \frac{3}{4} I_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^2$$

$$\frac{I}{I_0} = \frac{3}{4} \cdot \frac{1}{4}$$

$$\frac{I}{I_0} = \frac{3}{16}$$

B) DEVE GIRAR 60° NO SENTIDO
HORÁRIO PARA FICAR PARALELO
AO PRIMEIRO POLARÓIDE.

4.

A) $m_1 \sin \theta_1 = m_2 \sin \theta_2$

$$1 \cdot \sin(53,2^\circ) = 1,6 \sin \theta_2$$

$$1 \cdot 0,8 = 1,6 \sin \theta_2$$

$$\sin \theta_2 = 0,5$$

$$\Rightarrow \theta_2 = 30^\circ$$

B) SEMPRE CONSEGUE ATRAVESSAR.

$$m_1 \sin \theta_1 = m_2 \sin \theta_2$$

$$1,6 \cdot \sin(30^\circ) = 1 \cdot \sin \theta_2$$

$$1,6 \cdot 0,5 = \sin \theta_2$$

$$\sin \theta_2 = 0,8$$

$$\Rightarrow \theta_2 = 53,2^\circ \text{ (ângulo de saída).}$$