

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 $1,5 \text{ V/m}$.

a) Qual é a frequência angular desta onda?
b) Qual é a amplitude do campo magnético $\vec{B}$?
c) 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?
d) Calcule a força média, que essa radiação exerce sobre a face de uma nanopartícula totalmente absorvedora perpendicular a direção de propagação com área igual a $100, \text{ nm}^2$?

e) Suponha que esta onda eletromagnética incide sobre uma interface do referido meio com o ar ($n_0=1.0$), com um ângulo de incidência ($\theta_{inc} = \theta_{cri} = 35,0^\circ$) (ângulo crítico para reflexão interna total. Calcule o índice de refração do referido meio.

Constantes físicas fundamentais*

Nome	Símbolo	Valor
Velocidade da luz	c	$2,99792458 \times 10^8 \text{ m/s}$
Módulo da carga do elétron	e	$1,60217653(14) \times 10^{-19} \text{ C}$
Constante gravitacional	G	$6,6742(10) \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$
Constante de Planck	h	$6,6260693(11) \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
Constante de Boltzmann	k	$1,3806505(24) \times 10^{-23} \text{ J/K}$
Número de Avogadro	N_A	$6,0221415(10) \times 10^{23} \text{ moléculas/mol}$
Constante dos gases	R	$8,314472(15) \text{ J/mol} \cdot \text{K}$
Massa do elétron	m_e	$9,1093826(16) \times 10^{-31} \text{ kg}$
Massa do próton	m_p	$1,67262171(29) \times 10^{-27} \text{ kg}$
Massa do nêutron	m_n	$1,67492728(29) \times 10^{-27} \text{ kg}$
Permeabilidade do vácuo	μ_0	$4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb/A} \cdot \text{m}$
Permissividade do vácuo	$\epsilon_0 = 1/\mu_0 c^2$	$8,854187817 \dots \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2$
	$1/4\pi\epsilon_0$	$8,987551787 \dots \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$

Formulário

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

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

$$\sin \theta_c = \frac{n_2}{n_1} \quad \tan \theta_p = \frac{n_2}{n_1} \quad I = I_{max} \cos^2 \phi$$

Boa Sorte !