

Estrutura da Matéria I

Lista de exercícios - 02

(November 4, 2017)

1) As componentes do campo elétrico de uma onda eletromagnética de frequência ω e número de propagação k que se propaga no vácuo, segundo um sistema inercial cartesiano (xyz), são

$$\begin{cases} E_x = 0 \\ E_y = E_o \cos(kx - \omega t + \phi) \\ E_z = 0 \end{cases}$$

Determine:

- a: a direção e o sentido de propagação da onda;
- b: as componentes do campo magnético associado;
- c: a intensidade da onda.

2) O campo magnético associado a uma onda eletromagnética plana monocromática de frequência ω se propaga na direção e sentido negativo do eixo z , e oscila na direção do eixo x com amplitude E_o .

- a) Escreva uma possível expressão para os campos elétricos e magnéticos.
- b) Determine a intensidade dessa onda.

3) De acordo com as equações de Maxwell (no sistema gaussiano), os campos eletromagnéticos associados a ondas planas monocromáticas e linearmente polarizadas no vácuo, satisfazem as seguintes relações:

$$\begin{cases} \vec{E} = \vec{E}_o \cos(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t) \\ \vec{k} \times \vec{E} = (\omega/c) \vec{B} \end{cases}$$

onde $\vec{E}_o$ é um vetor constante, ω é a frequência angular, $\vec{k}$ é o vetor de propagação e $|\vec{k}| = k = \omega/c$. Sabendo que, no sistema gaussiano, a densidade (volumétrica) de energia eletromagnética (u_{em}) e o vetor de Poynting (P) são definidos por

$$u_{em} = \frac{E^2 + B^2}{8\pi} \quad \text{e} \quad \vec{P} = \frac{c}{4\pi} (\vec{E} \times \vec{B})$$

Mostre que

$$\vec{P} = u_{em} c \hat{k} \quad \text{e} \quad I = \frac{c}{8\pi} E_o^2 = uc$$

onde u é o valor médio da densidade de energia, e I é a intensidade de uma onda eletromagnética monocromática linearmente polarizada que incide em uma superfície perpendicular ao vetor de Poynting, ou seja, o valor médio do fluxo de energia incidente sobre a superfície.

4) O campo elétrico associado a uma onda eletromagnética plana e harmônica de frequência ω , que se propaga no vácuo, oscila na direção z , e o campo magnético na direção x .

- a: Qual a direção do vetor de propagação $\vec{k}$?
- b: Escreva um possível par de expressões para os campos, indicando o módulo, a direção e o sentido do vetor de propagação.

5) O campo elétrico associado a uma onda eletromagnética plana monocromática de frequência ω , que se propaga no vácuo na direção e sentido negativo do eixo y , oscila na direção z com amplitude E_o .

- a) Indique a direção de oscilação e a amplitude do campo magnético.
- b) Estime a magnitude do vetor de propagação, se a frequência da onda é igual a $6,0 \times 10^{14}$ Hz.
- c) Escreva um possível par de expressões para os campos elétricos e magnéticos.
- d) Determine a intensidade dessa onda eletromagnética.