UFABC
Universidade Federal do ABC

PROVA 2 – ÓPTICA Noturno (1.2018)
Prof. Herculano Martinho

Questão1. A amplitude do campo elétrico associado a uma onda luminosa harmônica, plana e polarizada é

$$\vec{E}=E_0\left(\hat{e}_x+\frac{e^{i\frac{\pi}{2}}}{\sqrt{2}}\hat{e}_y\right)e^{i[\pi\,10^{15}(t-\frac{x}{0,65c})]}$$

no interior de um vidro. Detemine: a) a frequencia da luz; b) o seu comprimento de onda; c) o índice de refração do vidro; d) o seu estado de polarização. [3.0 pontos]

Resolução:

O campo elétrico associado à onda eletromagnética é dada por $E=E_0e^{i(\omega t-kx)}$.

Identificando os termos, teremos:

frequência angular $\omega=\pi\,10^5 rad.s^{-1}$ $\rightarrow$ $\nu=\omega/2\pi=50\,kHz$ (a)

vetor de onda $k=2\pi/\lambda_n=\pi\,10^5/0,65c$ $\rightarrow$ $\lambda_n=1,3010^{-5}c$ (b)

comprimento de onda $\lambda_0/\lambda_n=n/n_0$,

como $\lambda_0=c/v$ $\rightarrow$ $n=cn_0/v\lambda_n$ $\rightarrow$ $n=\dfrac{c}{5.10^4\,1,30.10^{-5}c}=\dfrac{1}{0,65}=\dfrac{20}{13}=1,53$ (c)

(d)A onda propaga-se ao longo do sentido positivo do eixo x. Como a componente y está defasada de +π/2 em relação ao componente x e seus módulos são distintos, a polarização é elíptica direita.

Questão 2. Uma cubeta contendo uma solução de um açúcar opticamente ativo possui matriz de Jones dada por

$$\frac{1}{(2\sqrt{2})}\begin{bmatrix}1+\sqrt{3} & -1+\sqrt{3}\\ 1-\sqrt{3} & 1+\sqrt{3}\end{bmatrix}$$

a) Determine a polarização da luz emergente se o feixe incidente é um estado de polarização horizontal $P=\begin{bmatrix}1\\0\end{bmatrix}$.

c) Detemine o ângulo de rotação produzido pelo material.

d) Escreva a amplitude do campo elétrico da luz emergente em notação exponencial.

e) Obtenha a média temporal do vetor de Poynting para as componentes horizontal e vertical da luz emergente,

f) Calcule a média temporal do vetor de Poynting para a onda emergente total, interpretando o resultado de acordo o obtido em e). [3.5 pontos]

Resolução:

a) O feixe emergente será dado por $\begin{bmatrix}a\\b\end{bmatrix}=\dfrac{1}{(2\sqrt{2})}\begin{bmatrix}1+\sqrt{3} & -1+\sqrt{3}\\ 1-\sqrt{3} & 1+\sqrt{3}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}1\\0\end{bmatrix}=\dfrac{1}{(2\sqrt{2})}\begin{bmatrix}1+\sqrt{(3)}\\ 1-\sqrt{(3)}\end{bmatrix}$,

que corresponde à um estado de polarização linear.

c) A rotação será dada pelo ângulo de polarização do feixe emergente que é $\phi=\arctan\left(\frac{1-\sqrt{(3)}}{1+\sqrt{(3)}}\right)=-15^0$.

d) $\vec{E}=\frac{1}{2\sqrt{2}}[(1+\sqrt{3})\hat{e}_x+(1-\sqrt{3})\hat{e}_y]e^{i[\vec{k}\cdot\vec{r}-\omega t]}$

e) Como a propagação sempre será ao longo de $+\hat{e}_z$, $\langle\vec{S}\rangle=\frac{c\,\epsilon_0}{2}|E^0|^2\hat{e}_z$, teremos

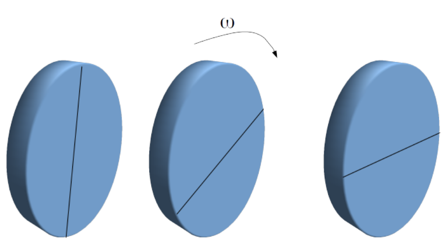
$\langle\vec{S}\rangle_x=\frac{c\,\epsilon_0}{2}\left[\frac{1+\sqrt{(3)}}{2\sqrt{(2)}}\right]^2\hat{e}_z$; $\langle\vec{S}\rangle_y=\frac{c\,\epsilon_0}{2}\left[\frac{1-\sqrt{(3)}}{2\sqrt{(2)}}\right]^2\hat{e}_z$ e

$$\langle\vec{S}\rangle=\frac{c\epsilon_0}{2}\left[\frac{\left(1+\sqrt{(3)}\right)^2+\left(1-\sqrt{3}\right)^2}{2\sqrt{(2)}}\right]\hat{e}_z=\sqrt{2}\,c\,\epsilon_0\hat{e}_z$$

Como não há defasagem entre as componentes, $\langle\vec{S}\rangle=\langle\vec{S}\rangle_x+\langle\vec{S}\rangle_y$.

Questão 3. Um polarizador linear gira com velocidade angular ω entre dois polarizadores cruzados idênticos fixos. Mostre que a irradiância emergente será $I=\frac{I_0}{8}(1-\cos 4\omega t)$ sendo I_0 a irradiância que emerge do primeiro polarizador. [3.5 pontos]

Resolução:



O campo elétrico depois do primeiro polarizador vale E_0. Ao passar pelo polarizador rotatório será $E_0 sen(\omega t)$. Finalmente, ao sair do último polarizador, será $E_0 sen(\omega t)\cos(\omega t)$. A irradiância será

$$I=\frac{c\,\epsilon_0}{2}E_0^2 sen^2(\omega t)\cos^2(\omega t)$$

Usando as identidades $sen(2a)=2\,sen(a)\cos(a);\ sen^2(a)=\frac{1-\cos(2a)}{2}$ tem-se

$$I=\frac{c\,\epsilon_0}{8}E_0^2[sen(2\omega t)]^2=\frac{c\,\epsilon_0}{8}E_0^2\left[\frac{1-\cos(4\omega t)}{2}\right]=\frac{I_0}{8}[1-\cos(4\omega t)]$$

onde $I_0=\frac{c\,\epsilon_0}{2}E_0^2$