Electromagnétisme : polarisation de la lumière (PC*)

QUESTION DE COURS

Montrez que tout état de polarisation peut s'écrire comme la superposition de deux ondes polarisées rectlignement ou de deux ondes polarisées circulairement.

EXERCICE PROPAGATION EN MILIEU CHIRAL

On envoie dans le milieu une onde plane progressive dans la direction $\overrightarrow{u_z}$, sinusoïdale et polarisée rectilignement suivant la direction $\overrightarrow{u_x}$ dans un milieu chiral, c'est-à-dire un milieu dont l'indice optique dépend de la polarisation de l'onde. On note n_L l'indice effectif du milieu pour les ondes polarisées circulaires gauches et n_R celui pour les ondes polarisées circulaires droites.

Montrez qu'après avoir parcouru une distance L dans le liquide, la direction de polarisation de l'onde a tourné d'un angle $\alpha(L)$ dont on déterminera l'expression.

Solution

Onde plane polarisée suivant $\overrightarrow{u_z}$: $\overrightarrow{E} = E_0 exp\left[i(\omega t - kz)\right]\begin{bmatrix}1\\0\\0\end{bmatrix}$. *Onde polarisée ciculaire droite* $\overrightarrow{E_R} = \frac{E_0}{2} exp\left[i(\omega t - kz)\right]\begin{bmatrix}1\\i\\0\end{bmatrix}$. *Onde polarisée circulaire gauche* $\overrightarrow{E_L} = \frac{E_0}{2} exp\left[i(\omega t - kz)\right]\begin{bmatrix}1\\-i\\0\end{bmatrix}$.

A z=0, $\overrightarrow{E_0}(z=0) = \overrightarrow{E_{L,0}} + \overrightarrow{E_{R,0}}$. *A z=L,*

$$\begin{aligned}
\overrightarrow{E_0}(z &= L) = \overrightarrow{E_{L,0}} e^{-ik_L L} + \overrightarrow{E_{R,0}} e^{-ik_R L} \\
&= \overrightarrow{E_{L,0}} e^{-in_L \frac{\omega L}{c}} + \overrightarrow{E_{R,0}} e^{-in_R \frac{\omega L}{c}} \\
&= \frac{E_0}{2}\begin{bmatrix} e^{-in_R \frac{\omega L}{c}} + e^{-in_L \frac{\omega L}{c}} \\ i\left(e^{-in_R \frac{\omega L}{c}} - e^{-in_L \frac{\omega L}{c}}\right) \\ 0 \end{bmatrix} \\
&= \frac{E_0}{2} e^{-i\frac{n_R+n_L}{2}\frac{\omega L}{c}} \begin{bmatrix} e^{-i\frac{n_R-n_L}{2}\frac{\omega L}{c}} + e^{-i\frac{n_L-n_R}{2}\frac{\omega L}{c}} \\ i\left(e^{-i\frac{n_R-n_L}{2}\frac{\omega L}{c}} - e^{-i\frac{n_L-n_R}{2}\frac{\omega L}{c}}\right) \\ 0 \end{bmatrix} \\
&= E_0 e^{-i\frac{n_R+n_L}{2}\frac{\omega L}{c}} \begin{bmatrix} cos\frac{n_R-n_L}{2}\frac{\omega L}{c} \\ sin\frac{n_R-n_L}{2}\frac{\omega L}{c} \\ 0 \end{bmatrix}
\end{aligned}$$