

6.3 Ondes électromagnétiques vide-Exercice 11

Une onde électromagnétique plane, sinusoïdale de pulsation ω , se propage dans le vide dans la direction du plan Oxy faisant l'angle θ avec l'axe Ox.

Le champ électrique de cette onde s'écrit : $\vec{E}(M, t) = E_0 e^{i(\omega t - ax - by)} \vec{u}_z$

- 1-Quelle est la polarisation de cette onde ? Comment l'obtenir expérimentalement ?
- 2-Etablir l'équation de propagation du champ électrique dans le vide. En déduire la relation qui lie a, b, c et ω .
- 3-Que représentent les coefficients a et b ? Déterminer, en fonction de a et b, la longueur d'onde λ et la direction d'angle θ de propagation de l'onde.
- 4-Calculer le champ magnétique de l'onde et le vecteur de Poynting moyen. Quelle est la signification physique du vecteur de Poynting ?

1-Onde polarisée rectilignement selon Oz. On l'obtient grâce à un polariseur.

$$2-\Delta \vec{E} = \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial t^2} \quad \text{conduit à : } a^2 + b^2 = \frac{\omega^2}{c^2}$$

3-a et b sont les composantes selon Ox et Oy du vecteur d'onde $\vec{k}$ dans la base cartésienne.

$$\text{On a : } \lambda = \frac{2\pi}{k} = \frac{2\pi}{\sqrt{a^2 + b^2}} \quad \text{et} \quad \theta = \text{Arc tan } \frac{b}{a}$$

$$4\text{-Relation de structure de l'OEMPPM : } \vec{B} = \frac{\vec{k} \wedge \vec{E}}{\omega} = \frac{E_0}{\omega} e^{i(\omega t - ax - by)} (b\vec{u}_x - a\vec{u}_y)$$

$$\vec{\Pi} = \frac{\vec{E} \wedge \vec{B}}{\mu_0} = \frac{E_0^2}{\mu_0 \omega} \cos^2(\omega t - ax - by) (a\vec{u}_x + b\vec{u}_y)$$

Le vecteur de Poynting représente la puissance électromagnétique par unité de surface

$$\langle \vec{\Pi} \rangle = \frac{\vec{E} \wedge \vec{B}}{\mu_0} = \frac{E_0^2}{2\mu_0 \omega} (a\vec{u}_x + b\vec{u}_y)$$