

Propagation électromagnétique L₂
Examen de rattrapage, juin 2011
Durée : 2h - documents et calculatrice non-autorisés

Partie Cours (sur 4points)

Les questions sont indépendantes.

- 1- Donner la signification physique du vecteur de Poynting $\vec{S}$, donner ses caractéristiques pour une OPPS qui se propage dans l'air.
- 2- Donner les trois comportements possibles de l'OEM dans un milieu matériel, justifier votre réponse.
- 3- Définir l'état de polarisation d'une OEM. Préciser les trois types de polarisation, ainsi que les intérêts d'une onde polarisée.

Exercice 1 (sur 6 points)

Une onde radio se propage dans l'air avec une vitesse $c = 3.10^8$ m/s. L'onde est une OPPS, tel que le champ électrique est :

$$\vec{E}(x, y, t) = 6.10^3 \cos(4\pi.10^7 x + 3\pi.10^7 y - \omega t) \vec{e}_z, \text{ où } \omega \text{ est une constante.}$$

- 1) a) Donner les composantes du vecteur d'onde $\vec{k}$.
b) En déduire la direction de propagation de l'OEM.
c) Calculer la longueur d'onde λ , ainsi que la fréquence f .
- 2) Utiliser la troisième équation de Maxwell en notation complexe, pour exprimer les composantes du champ magnétique. Calculer la valeur de B_0 .
- 3) En déduire les composantes du vecteur de Poynting $\vec{S}$. Calculer l'amplitude S_0 . ($\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ S.I.).

Exercice 2 (sur 6 points)

On considère un faisceau laser de rayon R , d'axe Oz, composé d'O.P.P.S, tel que l'amplitude du champ électrique est $E_0 = 10^7$ V/m

- 1) Représenter le vecteur de Poynting $\vec{S}$, le vecteur d'onde $\vec{k}$ ainsi que le plan dans lequel se trouve le couple champ électromagnétique $(\vec{E}, \vec{B})$. Justifier votre réponse.
- 2) Donner les expressions des vecteurs champs électrique et magnétique. (Utiliser les propriétés d'OPPS).
- 3) En déduire les composantes du vecteur de Poynting $\vec{S}$.
- 4) a) Exprimer la puissance de rayonnement du faisceau en fonction de R , E_0 , B_0 , μ_0 et des variables z et t .
b) En déduire la puissance moyenne en fonction de R , E_0 , μ_0 , et c .
Faire l'application numérique pour $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$ S.I, $R = 2$ mm et $c = 3.10^8$ m/s.

Exercice 3

(sur 4 points)

Donner la direction de propagation, ainsi que l'état de polarisation de chacune des trois ondes, représentées par les champs électriques suivants. Justifier votre réponse.

a- $\vec{E}_1 = \begin{pmatrix} E_{01} \cos(\pi/6) \cdot \cos(k.z - \omega.t) \\ E_{01} \sin(\pi/6) \cdot \cos(k.z - \omega.t) \\ 0 \end{pmatrix}$

b- $\vec{E}_2 = \begin{pmatrix} E_{02} \cos(k.z - \omega.t) \\ E_{02} \sin(k.z - \omega.t) \\ 0 \end{pmatrix}$

c- $\vec{E}_3 = \begin{pmatrix} E_{03} \cos(k.z - \omega.t) \\ -E_{03} \sin(k.z - \omega.t) \\ 0 \end{pmatrix}$