

Série n°11
Ondes électromagnétiques dans l'air et énergie

Exercice 1

Le champ électrique d'une O.P.P.S (onde plane progressive et sinusoïdale) se propageant dans le vide est :

$$\vec{E}(M,t) = 10^6 \cdot \cos\left(\frac{\pi}{3}(2\sqrt{3}x + 2y) \cdot 10^7 - \omega t\right) \cdot \vec{e}_z$$

- 1- Donner l'amplitude E_0 . Préciser la direction de propagation en donnant les composantes du vecteur d'onde \vec{k} .
- 2- Calculer la longueur d'onde λ , la pulsation ω , la période T, et la fréquence f.
- 3- a) Donner les composantes du vecteur champ magnétique. (Utiliser la notation complexe).
b) Calculer l'amplitude du champ magnétique \vec{B} .

Exercice 2

Une O.E.M.P.P.S lumineuse se propage dans l'air avec une vitesse $c = 3 \cdot 10^8$ m/s et dans une direction tel que le vecteur d'onde \vec{k} a pour composantes : $(k_x = k \cdot \sqrt{3}/2, k_y = 0, k_z = k \cdot 1/2)$.

- 1- Calculer la longueur d'onde λ sachant que $k = 2 \cdot \pi \cdot 10^7$ rd/m.
- 2- Donner la direction de propagation de l'onde, justifier votre réponse.
- 3- Ecrire le vecteur champ électrique sachant que cette onde est polarisée rectilignement selon Oy. On donne $E_0 = 10^7$ V/m
- 4- En déduire les composantes du vecteur champ magnétique par le calcul en utilisant la notation complexe.
- 5- Utiliser les propriétés d'ondes planes pour représenter les vecteurs $(\vec{E}, \vec{B}, \vec{k})$.

Exercice 3

Un faisceau laser de rayon R, d'axe Oz, composé d'O.E.M.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- Exprimer le vecteur de Poynting \vec{S} . (Utiliser les propriétés d'ondes planes).
- 3- Exprimer la puissance moyenne de rayonnement du faisceau, en fonction de R, E_0 , μ_0 .
Faire le calcul pour $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ S.I, R = 4mm et $c = 3 \cdot 10^8$ m/s.

Exercice 4

On considère une OEM qui se propage dans le vide, son expression est :

$$\vec{E}(x,z,t) = E_0 \sin\left(\frac{\pi \cdot x}{a}\right) \cos(k \cdot z - \omega t) \cdot \vec{e}_y$$

- 1- Donner le sens et la direction de propagation, écrire le vecteur d'onde.
- 2- a) Utiliser l'équation de d'Alembert pour exprimer une relation entre k et ω .
b) A quelle condition de ω (et de fréquence f) l'onde peut-elle se propager ?
En déduire la fréquence de coupure