

***D.E de Propagation électromagnétique : L<sub>2</sub>, PL<sub>2</sub>***  
*Durée : 2h*  
*Documents et calculatrice non autorisés*

**Partie Cours** (sur 6 points)

Les questions sont indépendantes.

1- Donner l'interprétation physique de la troisième équation de Maxwell, qui s'exprime par :

$$\text{rot}(\vec{E}) = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

2- a. Donner la signification physique du vecteur de Poynting  $\vec{S}$ .

b. Donner ses caractéristiques pour une OPPS qui se propage dans l'air ou dans le vide.

3- a. Interpréter le bilan de puissance d'une onde électromagnétique.

b. Préciser dans quel cas la puissance totale de l'onde se réduit à la puissance de rayonnement.  
Justifier votre réponse.

4- Donner les 4 propriétés d'ondes planes dans le milieu vide.

5- a. Définir l'état de polarisation d'une OEM.

b. Préciser les trois types de polarisation, ainsi que les intérêts d'une onde polarisée.

**Exercice 1** (sur 5 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 :

$$\vec{E}(x, y, t) = 3.10^3 \cos(4\pi.10^7 x + 3\pi.10^7 y - \omega t) \vec{e}_z, \text{ où } \omega \text{ est une constante.}$$

1- a. Donner les composantes du vecteur d'onde  $\vec{k}$ . Calculer le module du vecteur d'onde  $\vec{k}$ .

b. En déduire la direction de propagation de l'OEM. Justifier votre réponse.

c. Calculer la longueur d'onde  $\lambda$ , 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).

4- Cette source d'onde radio est très loin de la terre et émet dans toutes les directions. (Surface de réception sphérique).

Exprimer la puissance de rayonnement à la distance  $d$  du centre O de la sphère. En déduire la puissance moyenne en fonction de  $E_0$ ,  $\mu_0$ ,  $c$  et  $d$ . On donne  $d = 10$  km.

**Exercice 2** (sur 4 points)

Une onde lumineuse (O.P.P.S) de nombre d'onde  $k$  et de pulsation  $\omega$ , se propage sur l'axe Oz, et est polarisée rectilignement selon l'axe Ox. La vitesse de propagation est  $c = 3.10^8$  m/s.

- 1- Ecrire l'expression du champ électrique  $\vec{E}$  de cette onde sachant que:  $E_0 = 10^6$  V / m.
- 2- Calculer le nombre d'onde  $k$ . On donne la longueur d'onde :  $\lambda = 0.6 \mu m$
- 3- Utiliser les propriétés d'ondes planes pour exprimer le vecteur champ magnétique  $\vec{B}$ . Calculer  $B_0$
- 4- a. En déduire l'expression du vecteur de Poynting  $\vec{S}$ .  
b. Représenter les vecteurs  $(\vec{E}, \vec{B}, \vec{S})$ .
- 5- On place un récepteur formé d'un disque de rayon R, dont le plan est perpendiculaire à l'axe de propagation et dont le centre est sur ce même axe.  
Exprimer la puissance moyenne de l'onde lumineuse, en fonction de R,  $E_0$ ,  $\mu_0$  et c.  
On donne  $R = 2$  cm,  $\mu_0 = 4\pi.10^{-7}$  S.I

**Exercice 3** (sur 5 points)

Ecrire les composantes du champ électrique  $\vec{E}$  d'une OEMPPS, de pulsation  $\omega$ , de nombre d'onde  $k$ , qui se propage dans l'air avec les caractéristiques suivantes :

- 1- Propagation sur l'axe Ox et polarisation rectiligne selon Oy.
- 2- Propagation sur l'axe Oz et polarisation rectiligne à  $\pi / 6$  de l'axe Ox.
- 3- Propagation sur l'axe Oz et polarisation circulaire gauche.
- 4- Propagation sur l'axe Oz et polarisation elliptique droite. Le déphasage est de  $(-\pi / 3)$  et  $E_{0x} = 3E_{0y}$