

**Exercice 1 :**

Soit une onde EM plane, sinusoïdale de pulsation,  $\omega$  se propageant dans le vide, dans la direction du plan XOY faisant l'angle  $\theta$  avec l'axe OX. En tout point M(x, y, z) de l'espace et à un instant t, le champ électrique E de cette onde polarisée rectilignement suivant la direction OZ de vecteur unitaire  $u_z$ , s'écrit en notation complexe :

$$\mathbf{E} = E_0 [\exp i(\omega t - ax - by)] \mathbf{u}_z$$

1. Ecrire l'équation de propagation du champ E dans le vide.
2. En déduire la relation liant a, b, et  $\omega$ .
3. Que représentent les coefficients a et b ? Déterminer la longueur d'onde en fonction de a et b et la direction  $\theta$  de propagation de l'onde.
4. Exprimer le vecteur champ magnétique B de l'onde. Que peut-on dire des directions des champs E et B en chaque point de l'espace ?

**Exercice 2**

Soit une OEM plane qui se propage dans le vide et dont le champ électrique s'écrit de la forme :

$$E_1 = E_0 u_z \exp -(\omega t + x)$$

1. Spécifier les caractéristiques du champ de l'OEM.
2. Calculer le champ magnétique  $B_1$  associé à  $E_1$ .
3. Rappeler la propriété de transversalité et montrer qu'elle est vérifiée.
4. Déterminer l'équation de propagation vérifiée par le champ magnétique  $B_1$ .
5. L'onde EM est-elle dispersive ?, si oui, préciser la condition.
6. Ecrire les expressions vérifiées par les énergies électrique et magnétique de l'onde.

**Questions sur le Cours**

Un plasma se caractérise par sa fréquence angulaire notée,  $\omega_p$ . Rappeler le modèle qui permet de décrire cette grandeur physique et expliquer le principe.

### Exercice 3

On considère un milieu où l'équation de propagation du champ électrique  $\mathbf{E}$  de l'onde obéit à :

$$\Delta \mathbf{E} - \mu_0 \varepsilon \frac{\partial^2 \mathbf{E}}{\partial t^2} - \gamma \mu_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} = 0$$

1. A quoi c'est due le troisième terme de cette équation vérifiée par le champ  $\mathbf{E}$  ?
2. Réécrire cette équation dans le cas où l'onde se propage dans un plasma macroscopiquement neutre et où le champ électrique obéit à la forme :

$$\mathbf{E}(\mathbf{x}, t) = \mathbf{E}_0 \exp - i(\omega t + kx)$$

3. En déduire la densité de courant produite dans le plasma par le champ  $\mathbf{E}$  de l'OEM.
4. Exprimer la relation donnant l'indice de réfraction,  $n$  du plasma. Tracer son allure,  $n(\omega)$ .