

FACULTÉ DES SCIENCES EXACTES ET INFORMATIQUE

**ÉPREUVE SEMESTRIELLE**

MODULE : PHYSIQUE VI – ÉLECTROMAGNETISME.

DURÉE : 01 Heure 30 Minutes.

**QUESTIONS DE COURS : (08 points)**

- Rappeler les équations de MAXWELL dépendantes du temps.
- Que deviennent ces équations en absence de charges ( $\rho = 0$ ) et de courants ( $\vec{j} = \vec{0}$ ).
- En déduire l'équation de propagation du champ électrique  $\vec{E}$  et du champ magnétique  $\vec{B}$ .
- A partir de la question 3, calculer la vitesse de propagation des ondes électromagnétiques.
- Montrer que l'expression complexe du champ  $\vec{E}$  est une solution de l'équation de propagation (utiliser les coordonnées cartésiennes)

$$\vec{E} = \vec{E}_0 \cdot \exp[i(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t)]$$

En déduire une relation entre la pulsation  $\omega$  et le module du vecteur d'onde  $k$ .

- Montrer, qu'en notation complexe, on peut écrire  $\vec{\nabla} \equiv i\vec{k}$  et  $\partial/\partial t \equiv -i\omega$ .
- En utilisant les équations de MAXWELL dans le vide en absence de charges et de courants, montrer que le vecteur d'onde  $\vec{k}$  est perpendiculaire au champ électrique et perpendiculaire aussi au champ magnétique.
- A partir de la notation complexe et des équations de MAXWELL dans le vide en absence de charges et de courants, trouver l'équation de structure des ondes électromagnétiques dans le vide.

**EXERCICE : (12 points)**

- Rappeler les lois de BIOT et SAVART donnant le champ magnétique  $\vec{B}$  et le potentiel vecteur  $\vec{A}$  créé par une distribution volumique de courants  $\vec{j}$ .
- Que deviennent ces lois dans le cas de courants filiformes stationnaires  $I$ .
- Calculer à partir de ces lois **le vecteur** champ magnétique  $\vec{B}$  créé par un fil droit infini parcouru par un courant stationnaire  $I$  dans la direction  $\vec{e}_z$  en un point situé à une distance  $\rho$  de la droite.
- Retrouver le résultat de question précédente en utilisant le théorème d'AMPERE.
- Soit deux fils conducteurs droits et parallèles séparés par une distance  $D$ . Les deux fils sont considérés comme infinis et sont parcourus par deux courants  $I_1 = I_2 = I$  suivant la même direction  $\vec{e}_z$ . Calculer **les vecteurs** forces magnétiques  $\vec{F}_{1/2}(l)$  et  $\vec{F}_{2/1}(l)$  appliqués sur chaque longueur  $l$  des conducteurs.
- En déduire les vecteurs** forces magnétiques  $\vec{F}_{1/2}(l)$  et  $\vec{F}_{2/1}(l)$  appliqués sur chaque longueur  $l$  des conducteurs quand les deux fils sont parcourus par des courants opposés en sens.
- En utilisant le théorème d'AMPERE**, trouver le vecteur champ magnétique  $\vec{B}$  créé par une distribution d'une densité volumique de courant ayant une symétrie sphérique  $\vec{j}(r)$ , en un point situé à une distance  $r$  du centre de symétrie  $O$  (figure ci-contre en bas).

