UNIVERSITÉ ZIANE ACHOUR – DJELFA

2008/2009 **MODULE : Physique VI.**

2ème Année LMD (Physique des Matériaux) **Durée : 02 Heures**

ÉPREUVE DE RATTRAPAGE
PHYSIQUE VI : ÉLECTROMAGNETISME

QUESTIONS DE COUR : ***(06 points)***

En utilisant les équations de MAXWELL dans le vide en absence de charges et de courants :

1. Trouver les équations de propagation des champs électrique $\vec{E}$ et magnétique $\vec{B}$.
2. Montrer que dans le cas d'une onde plane les champs $\vec{E}$ et $\vec{B}$ sont transversaux (perpendiculaires à la direction de propagation).
3. Démontrer les relations de structures suivantes : $\vec{n}\times\vec{E}=c.\vec{B}$ et $\vec{E}=-c.(\vec{n}\times\vec{B})$.

$\vec{n}$ est le vecteur unitaire dans la direction de propagation.

EXERCICE 02: ***(08 points)***

Une onde plane progressive monochromatique électromagnétique se propage dans le vide en abscence de charge et de courants. Le champ électrique $\vec{E}$ de cette onde plane est donné par la relation :

$$\vec{E}=E_0.e^{i\left(\vec{k}\bullet\vec{r}-\omega.t\right)}\vec{e}_x$$

1. Montrer, qu'en notation complexe, on peut écrire $\vec{\nabla}\equiv i.\vec{k}$ et $\dfrac{\partial}{\partial t}\equiv -i.\omega$.
2. 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.
3. Quel est dans ce cas le plan de propagation de cette onde ?
4. Si la longueur d'onde $\lambda = 4\pi$ m, calculer la fréquence et la pulsation de l'onde électromagnétique.
5. Quelle est l'état de polarisation de l'onde ?
6. On sait que la direction de propagation fait un angle $\theta = 30°$ avec l'axe (*OY*). Trouver, alors, les composantes du vecteur d'onde $\vec{k}$ et du vecteur unitaire $\vec{n}$ donnant la direction de propagation.
7. En déduire l'expression complexe du champ magnétique $\vec{B}$.
8. En utilisant l'équation de jauge de LORENTZ et les équations de MAXWELL dans le vide, montrer que le potentiel vecteur $\vec{A}$ obéit aussi à l'équation de propagation de D'ALEMBERT.
9. On pose $\vec{A}=A_0.e^{i\left(\vec{k}\bullet\vec{r}-\omega.t\right)}\vec{e}_x$. calculer A_0.

EXERCICE 03: ***(06 points)***

Deux ondes planes de même fréquence, polarisées rectilignement, se propagent dans le vide en sens inverse suivant la direction *OX* ; les champs électriques de ces deux ondes sont, en notation complexe, en un point *M*(*x*,*y*,*z*) à l'instant *t* :

$$\vec{E}_1=E_0.e^{i(\omega.t-k.x)}\vec{e}_y \quad \text{et} \quad \vec{E}_2=\alpha.E_0.e^{i(\omega.t+k.x)}\vec{e}_y$$

E_0 et α sont des réels positifs.

1. Exprimer les champs $\vec{E}(M,t)$ et $\vec{B}(M,t)$ de l'onde résultante en M, à l'instant t.
2. Exprimer en fonction de E_0, α, k et x, l'amplitude complexe $\vec{\mathscr{E}}$ du champ $\vec{E}$ en M.
3. En déduire que l'amplitude réelle du champ $\vec{E}$ est donnée par : $E=E_0\sqrt{1+\alpha^2+2\alpha.\cos(2k.x)}$
4. Déterminer les positions des plans d'ondes où l'amplitude de $\vec{E}$ est maximale. Et les positions des plans d'ondes où l'amplitude de $\vec{E}$ est minimale.
5. On appelle taux d'onde stationnaire le rapport $S=E_{\max}/E_{\min}$ des amplitudes maximales et minimale de $\vec{E}$. Calculer S en fonction de α.