CENTRE UNIVERSITAIRE ZIANE ACHOUR – DJELFA

2007/2008 **MODULE : Physique VI.**
2ème Année LMD (Physique des Matériaux) **Durée : 02 Heures**

ÉPREUVE SEMESTRIELLE
PHYSIQUE VI : ÉLECTROMAGNETISME

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

1. Rappeler les équations de MAXWELL dépendantes du temps.
2. Démontrer, à partir des équations précédentes, l'équation de conservation de charges.
3. Que deviennent ces équations, en absence de charges ($\rho = 0$) et de courants ($\vec{j} = \vec{0}$).
4. En déduire l'équation de propagation du champ électrique $\vec{E}$ et du champ magnétique $\vec{B}$.
5. Donner les relations du champ électrique et magnétique (dépendants du temps) avec les potentiels scalaire V et vecteur $\vec{A}$.
6. Rappeler les conditions de jauge de LORENTZ.
7. Démontrer à partir des questions 5. et 6. Les équations de POISSON dépendantes du temps.
8. En déduire les équations de propagation des potentiels en absence de charges et de courants.
9. Donner la relation définissant la densité volumique d'énergie électromagnétique et la relation définissant le vecteur de POYNTING.

EXERCICE 02: ***(06 points)***

Une onde électromagnétique plane, sinusoïdale de pulsation ω, se propage dans le vide. Le champ électrique $\vec{E}$ de cette onde plane s'écrit au point $M(x, y, z)$ à l'instant t :

$$\vec{E} = E_0.\cos(k.y + \omega.t)\vec{e}_x + E_0.\cos(k.y + \omega.t + \pi/2)\vec{e}_z$$

Avec $\omega = 4\pi.10^8$ rad.s^{-1}

1. Donner le vecteur unitaire dans la direction de propagation de l'onde plane.
2. Calculer : la fréquence ν ; la longueur d'onde λ et le vecteur d'onde $\vec{k}$ de cette onde.
3. Quel est l'état de polarisation de cette onde.
4. Ecrire le vecteur champ électrique en notation complexe $\vec{\mathscr{E}}$.
5. Trouver l'expression du vecteur champ magnétique $\vec{B}$ et le champ magnétique complexe $\vec{\mathscr{B}}$ de cette onde.
6. Calculer le vecteur de POYNTING $\vec{P}$ et la valeur moyenne de son module pour E_0 = 15,5 V/m.
7. En déduire la puissance moyenne $<\mathscr{P}>$ rayonnée par cette onde à travers un disque de rayon R = 10 cm normal à la direction de propagation.

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, c, k et x, l'amplitude complexe $\vec{\mathscr{E}}_e$ 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.