CENTRE UNIVERSITAIRE ZIANE ACHOUR – DJELFA

2007/2008 **MODULE : Physique VI.**

2ème Année LMD (Physique des Matériaux) **Durée : 01 Heure 30 min**

ÉPREUVE DE RATTRAPAGE
PHYSIQUE VI : ÉLECTROMAGNETISME

QUESTIONS DE COUR : *(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)*

1. Etablir l'équation de propagation du champ électrique $\vec{E}$ d'une onde électromagnétique ($\vec{E}$, $\vec{B}$) dans le vide :

$$\Delta\vec{E} - \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\vec{E}}{\partial t^2} = \vec{0}$$

2. Propagation en ondes sphériques de centre O.

En $M(x,y,z)$ le champ $\vec{E}$ d'une onde sphérique ne dépend que de la distance $r = OM$ au centre O à un instant t donné.

2.1. Calculez le laplacien de la fonction champ électrique en coordonnées sphériques : $\Delta E(r,t)$.

2.2. Montrez que la solution générale de l'équation de propagation est de la forme :

$$E(r,t) = \frac{1}{r} f_1(r - c.t) + \frac{1}{r} f_2(r + c.t)$$

Où f_1 et f_2 sont deux équtions dérivables ; décrire le type d'onde associé à chacun des deux termes de la solution $E(r,t)$.

2.3. Interpréter physiquement, par des considérations énergétiques, l'origine du facteur (1/r).