

I. Questions de cours

1. Donner la définition du vecteur de Poynting, et expliquer ce qu'il représente.
2. Rappeler l'équation de conservation de l'énergie électromagnétique.

II. Calcul préliminaire

1. Donner l'expression de l'opérateur Nabla ($\vec{\nabla}$).
2. Soit une onde plane progressive électromagnétique. Son champ électrique est donné par : $\vec{E} = \vec{E}_0 e^{i(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r})}$. Montrer que dans ce cas l'opérateur Nabla est égal à $-i \vec{k}$.
3. réécrire l'équation de Maxwell-Faraday (reliant le champ électrique à la variation temporelle du champ magnétique) pour une onde plane progressive.

III. Propagation d'une onde électromagnétique

On considère une OPE, progressive, polarisée rectilignement et sinusoïdale de pulsation ω , se propageant dans le vide. L'espace est rapporté à un trièdre orthonormé direct Oxyz. L'onde se propage dans la direction Oz du plan Oxy, faisant un angle α avec l'axe Ox. Le champ électrique de l'onde étant parallèle à Oz, et $E_z(O, t) = E_0 \cos(\omega t)$, O étant l'origine de l'espace.

1. Ecrire les composantes du vecteur \vec{k} puis celles du champ $\vec{E}(M, t)$ au point M de coordonnées x, y et à l'instant t.
2. En déduire les composantes du champ magnétique de l'onde $\vec{B}(M, t)$.
3. Montrer que les deux champs sont bien orthogonaux.
4. Calculer la densité volumique d'énergie électromagnétique $u(M, t)$ puis sa valeur moyenne.
5. Exprimer les composantes du vecteur de Poynting $\vec{R}(M, t)$ puis son module et enfin sa valeur moyenne.
6. Quelle est la direction de vecteur de Poynting? Cela vous paraît-il logique d'un point de vue physique?