

Onde cylindrique:

Une onde électromagnétique émise par des sources placées le long d'un axe Oz possède une structure cylindrique. En coordonnées cylindriques, le champ électrique d'une onde progressive divergente, monochromatique et polarisée suivant l'axe Oz, possède une amplitude $E(r)$, fonction de la distance à l'axe :

$$\vec{E} = E(r)e^{i(\omega t - kr)}\vec{u}_z$$

où $E(r)$ est supposée réelle.

Il s'agit de déterminer la variation de $E(r)$ sachant que la propagation s'effectue dans le vide où $k = \omega/c$

1. Déterminer le champ magnétique \vec{B} à partir de l'équation de Maxwell-Faraday. Commenter les deux termes qui le composent.
2. Quelle est la valeur moyenne $\langle \vec{\Pi} \rangle$ du vecteur de Poynting ? En déduire la puissance moyenne P rayonnée par l'onde à travers un cylindre d'axe Oz, de hauteur h et de rayon r .
3. Comment cette puissance évolue-t-elle avec r ? En déduire $E(r)$ en fonction de r et de P_h (puissance par unité de hauteur) et des constantes c et ϵ_0 .
4. Dans l'hypothèse $\lambda \ll r$ (champ lointain), donner \vec{E} et \vec{B} et montrer que localement, la structure de l'onde est celle d'une onde plane.

Remarques :

- pour une onde plane $E(r)$ est indépendant de r ,
- pour une onde sphérique, $E(r)$ est en $1/r$.