

## TD Propagation d'ondes électromagnétiques dans le vide

### Exercice 1 : OPPM électromagnétique

On étudie la propagation d'une onde électromagnétique dans le vide.

1. Rappeler l'équation aux dérivées partielles à laquelle satisfont les champs électrique  $\vec{E}(M, t)$  et magnétique  $\vec{B}(M, t)$ .
2. On suppose que le champ électrique est de la forme :  $\vec{E} = E_0 \cos(\omega t - kz) \vec{u}_x$ .
  - a. À quelle équation doit satisfaire  $k$  pour que ce champ soit solution de l'équation rappelée à la question 1 ?
  - b. Quels sont la direction, le sens et la vitesse de propagation de cette onde ?
  - c. Quel est l'état de polarisation de cette onde ?
  - d. Quelle est la structure de cette onde ?
  - e. Calculer le champ magnétique  $\vec{B}$  associé à  $\vec{E}$  ainsi que le vecteur de Poynting de l'onde.
3. La puissance moyenne rayonnée par cette onde à travers une surface  $S = 4 \text{ mm}^2$  orthogonale à sa direction de propagation est  $\mathcal{P} = 10 \text{ W}$ . Calculer les amplitudes  $E_0$  et  $B_0$  des champs électrique et magnétique.

### Exercice 2 : Onde électromagnétique

On donne la représentation complexe du champ électrique d'une onde électromagnétique dans le vide, en coordonnées cartésiennes :

$$\vec{E} = \begin{pmatrix} 0 \\ E_0 \cos\left(\frac{\pi y}{a}\right) \exp(i(\omega t - k_0 z)) \\ \underline{\alpha} E_0 \sin\left(\frac{\pi y}{a}\right) \exp(i(\omega t - k_0 z)) \end{pmatrix}$$

où  $\underline{\alpha}$  est complexe et  $k_0$  positif.

1. Déterminer  $\underline{\alpha}$  et  $k_0$  en fonction de  $E_0$ ,  $\omega$ ,  $a$  et  $c$ .
2. Déterminer le champ magnétique  $\vec{B}$  de cette onde.
3. Cette onde est-elle plane ? progressive ? harmonique ? transverse électrique ? transverse magnétique ?
4. Calculer le vecteur de Poynting et sa valeur moyenne dans le temps.