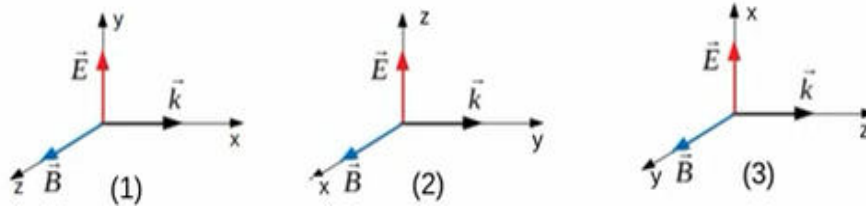


Exercice I:

Soit une onde électromagnétique qui se propage dans l'espace dans un repère orthonormé directe. $(\vec{U}_x, \vec{U}_y, \vec{U}_z)$ Sont les vecteurs unitaires de cette base. L'onde se propage dans un espace **dépourvu de charges et de courants**.

1-a- Ecrire dans chacun des cas l'expression du champ électrique en notation complexe.



1-b- A partir des expressions du champ électrique, trouver les expressions du champ magnétique pour chacun des cas.

2- Déterminer dans le cas général l'équation de propagation du champ électrique.

En déduire l'équation de propagation du champ électrique dans chacun des cas.

3- Déterminer l'équation de dispersion de l'onde dans le cas n°3. Est-ce qu'on aura la même équation pour les deux cas.

Exercice II:

Une onde plane, monochromatique, polarisée rectilignement selon Oy se propage dans le vide dans la direction Ox. Le module du champ électrique est : $\vec{E} = E_0 \cos(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r})$

- 1- Ecrire l'expression du vecteur d'onde ainsi que le champ électrique incident \vec{E}
- 2- Vérifier que le champ électrique obéit à l'équation d'Alembert
- 3- Déduire l'expression du champ magnétique \vec{B}

Exercice III : Direction de propagation d'une OPPM

On considère une OPPM de pulsation ω , se propageant dans le vide (ϵ_0, μ_0, c) n . L'espace est rapporté à un repère cartésien Oxyz de base orthonormée.

L'onde se propage dans le plan Oxy le long d'un axe faisant un angle θ avec la direction Ox. Le vecteur champ électrique s'écrit :

$$\vec{E} = E_0 \cos(\omega t - \vec{k} \cdot \vec{r}) \vec{u}_z$$

- 1- Ecrire dans la base orthonormée Oxyz les composantes k_x et k_y du vecteur d'onde \vec{k} au point M de coordonnées (x, y, z) tel que $\vec{r} = \overline{OM}$ et à l'instant t en fonction de son module k et de θ
- 2- Ecrire dans la base orthonormée Oxyz les composantes du vecteur champ électrique \vec{E} au point M à l'instant t . en déduire à l'aide des équations de Maxwell dans le vide, les composantes en notation réelle du vecteur champ magnétique \vec{B} de l'onde au point M .
- 3- Représenter dans un schéma les vecteurs \vec{E} , \vec{B} et \vec{k} en justifiant leur orientation relative.
- 4- Déterminer en notation réelle les composantes du vecteur Poynting $\vec{P} = \vec{E} \wedge \frac{\vec{B}}{\mu_0}$ associé à l'onde électromagnétique en fonction de E_0, μ_0, \vec{k} et w , en déduire sa valeur moyenne temporelle $\langle \vec{P} \rangle$.

Exercice II : Structure de l'onde plane progressive monochromatique

On s'intéresse à des solutions des ondes planes progressives monochromatiques.

Soit \vec{A} le potentiel vecteur complexe associé à une onde se propageant dans la direction de l'axe (Ox) :

$$\vec{A} = A_0 e^{j(\omega t - kx)}$$

- 1- Exprimer le potentiel scalaire associé à cette onde dans la jauge de Lorentz.
- 2- Déterminer le champ électromagnétique de l'onde, en notation complexe.

Proposer quelques commentaires concernant les expressions du champ électrique \vec{E} et le champ électromagnétique \vec{B}

- 3- Relier la valeur moyenne du vecteur de Poynting de l'onde à l'amplitude complexe de son champ électrique \vec{E} notée \vec{E}_0