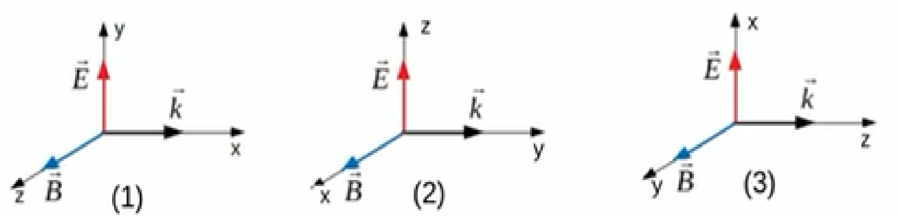
Exercice I:

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 natation 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 : $\vec{E} = E_0 \cos(wt - \vec{k}.\vec{r})$

1- Ecrire l'expression du vecteur d'onde ainsi que le champ électrique incident $\vec{E}$
2- Vérifier que le champ électrique obéir 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 w, se propageant dans le vide $(\varepsilon_0, \mu_0, c)$ 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 :

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

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 $\vec{r} = \overrightarrow{OM}$ 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 $E_0, \mu_0, \vec{k}\ et\ w$, en déduire sa valeur moyenne temporelle $< \vec{P} >$.

Exercice II : Structure de l'onde plane progressive monochromatique

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

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

$$\vec{\mathrm{A}} = \mathrm{A_0 e^{j(wt-kx)}}$$

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 $\vec{\mathrm{E}}$ et le champ électromagnétique $\vec{\mathrm{B}}$

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