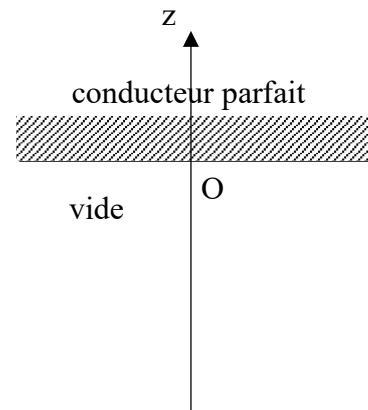


6.6.2 Interface ondes électromagnétiques-Exercice 4

Le champ électrique $\vec{E}_i = E_0 e^{i(\omega t - kz)}$ se propage dans le vide

Un conducteur parfait dans lequel le champ électromagnétique est nul occupe le demi-espace $z > 0$. On admet qu'il y a continuité du champ électrique à l'interface entre les deux milieux.



a-Comment concrètement peut-on avoir une source d'onde électromagnétique monochromatique progressive ?

b-Donner l'expression du champ électrique réfléchi sur le conducteur parfait puis du champ électrique total dans le vide.

c-Décrire la polarisation du champ électrique incident et celle du champ électrique réfléchi.

d-Calculer les champs magnétiques incident, réfléchi et total.

e-Que peut-on dire de l'onde résultante dans le vide ?

f-Calculer la densité volumique d'énergie électromagnétique.

6.6.2 Interface ondes électromagnétiques-Exercice 4

a-On utilise une antenne alimentée par une tension sinusoïdale.

b-Condition aux limites sur l'interface : $\vec{E}_i(0, t) + \vec{E}_r(0, t) = \vec{0} \Rightarrow \vec{E}_r(0, t) = -E_0 e^{i\omega t}$

$$\begin{matrix} 1 \\ i \\ 0 \end{matrix}$$

Puis l'onde réfléchie se propage dans le sens < 0 de Oz donc :

$$\vec{E}_r(z, t) = -E_0 e^{i(\omega t + kz)}$$

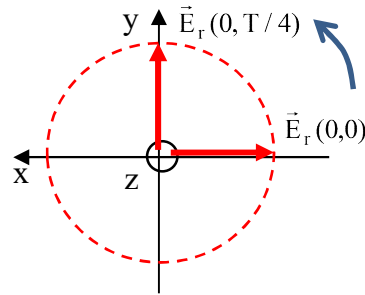
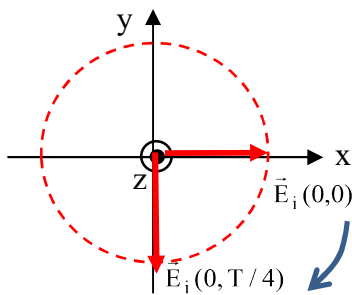
$$\begin{matrix} 1 \\ i \\ 0 \end{matrix}$$

Champ électrique total dans le vide : $\vec{E}(z, t) = \vec{E}_i(z, t) + \vec{E}_r(z, t) = E_0 e^{i(\omega t - kz)}$

$$\begin{matrix} 1 \\ i - E_0 e^{i(\omega t + kz)} \\ 0 \end{matrix} \quad \begin{matrix} 1 \\ i \\ 0 \end{matrix}$$

$\vec{E}(z, t) = E_0 e^{i\omega t} \begin{matrix} e^{-ikz} - e^{ikz} \\ i(e^{-ikz} - e^{ikz}) \\ 0 \end{matrix} = E_0 e^{i\omega t} \begin{matrix} -2i \sin(kz) \\ 2 \sin(kz) \\ 0 \end{matrix}$ en notation réelle : $\vec{E}(z, t) = 2E_0 \sin(kz) \begin{matrix} \sin(\omega t) \\ \cos(\omega t) \\ 0 \end{matrix}$

c-En notation réelle : $\vec{E}_i = E_0 \begin{matrix} \cos(\omega t - kz) \\ -\sin(\omega t - kz) \\ 0 \end{matrix}$ et $\vec{E}_r = E_0 \begin{matrix} -\cos(\omega t + kz) \\ \sin(\omega t + kz) \\ 0 \end{matrix}$



L'onde incidente est polarisée circulairement à droite, l'onde réfléchie polarisée circulairement à gauche.

d-Relation de structure de l'OEMPP dans le vide : $\vec{B}_i = \frac{\vec{u}_z \wedge \vec{E}_i}{c} = \frac{E_0}{c} \begin{matrix} \sin(\omega t - kz) \\ \cos(\omega t - kz) \\ 0 \end{matrix}$

$$\vec{B}_r = \frac{-\vec{u}_z \wedge \vec{E}_r}{c} = \frac{E_0}{c} \begin{matrix} \sin(\omega t + kz) \\ \cos(\omega t + kz) \\ 0 \end{matrix}$$

Champ magnétique résultant : $\vec{B} = \vec{B}_i + \vec{B}_r = \frac{E_0}{c} \begin{matrix} \sin(\omega t - kz) + \sin(\omega t + kz) \\ \cos(\omega t - kz) + \cos(\omega t + kz) \\ 0 \end{matrix} = \frac{2E_0}{c} \cos(kz) \begin{matrix} \sin(\omega t) \\ \cos(\omega t) \\ 0 \end{matrix}$

Donc : $\vec{B}(z, t) = \frac{2E_0}{c} \cos(kz) \begin{matrix} \sin(\omega t) \\ \cos(\omega t) \\ 0 \end{matrix}$

e-Onde plane stationnaire car z et t sont découplés.

f- $u_{em} = \frac{1}{2} \epsilon_0 \vec{E}^2 + \frac{1}{2} \frac{\vec{B}^2}{\mu_0} = \frac{1}{2} \epsilon_0 4E_0^2 \sin^2(kz) + \frac{1}{2} \frac{4E_0^2}{\mu_0 c^2} \cos^2(kz)$

Or $\frac{1}{\mu_0 c^2} = \epsilon_0$ d'où : $u_{em} = 2\epsilon_0 E_0^2$