

Transmission du signal. Propagation libre et guidée

Examen Janvier 2019 (Sans document ni calculatrice)

A. Question de cours (6 points)

On considère la propagation dans le vide d'une onde plane dont la direction de propagation est une droite du plan xOz qui fait un angle θ avec l'axe Oz ; le champ électrique est dirigé suivant Oy . Cette onde rencontre un plan conducteur parfait, d'équation $z = 0$ (Figure 1).

1. Montrer que le champ électrique incident $\vec{E}_i$ de cette onde est de la forme :

$$\vec{E}_i = E_{0i} \vec{e}_y \exp[\omega t - \beta(x \sin \theta + z \cos \theta)]$$

2. Ecrire la condition aux limites sur le plan conducteur ($z=0$).
3. Déterminer les composantes du vecteur d'onde réfléchi $\vec{k}_r$. Donner l'expression du module de $\vec{k}_r$.
4. Dessiner sur une figure le vecteur d'onde $\vec{k}_i$ de l'onde incidente et le vecteur d'onde $\vec{k}_r$ de l'onde réfléchi.

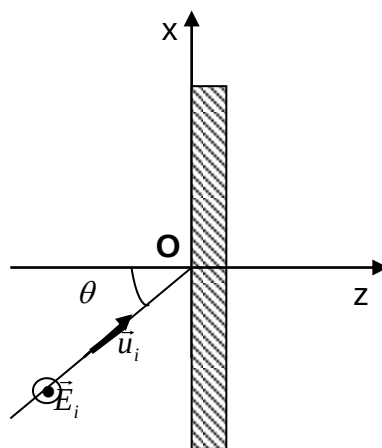


Figure 1

B. Problème (14 points)

On considère une onde électromagnétique se propageant dans l'espace compris entre deux plans conducteurs parfaits de largeur d , parallèles entre eux et distants de a (on considèrera que $d \gg a$ afin de négliger les effets de bord). L'axe Ox est normal aux deux plans conducteurs (Figure 2). Le milieu de propagation est un **diélectrique parfait**, de permittivité diélectrique ϵ et perméabilité magnétique μ égale à celle du vide ($\mu = \mu_0$).

Le champ électrique $\vec{E}$ en notation complexe s'écrit : $\vec{E} = E_0 \vec{e}_x \exp j(\omega t - kz)$, où E_0 est une constante positive.

1. a) Ecrire les équations de Maxwell dans ce diélectrique parfait.
b) Etablir l'équation de propagation du champ électrique $\vec{E}$ dans ce milieu.
2. En écrivant que l'équation de propagation établie dans la question précédente est vérifiée par l'expression du champ électrique $\vec{E}$, en déduire la relation entre k , ω et la vitesse de propagation v des ondes dans le diélectrique illimité.
3. Ecrire les conditions aux limites que doit vérifier le champ électrique $\vec{E}$ sur les plans conducteurs parfaits respectivement en $x = 0$ et $x = a$.
4. Montrer que la solution proposée est compatible avec ces conditions aux limites.
5. Ecrire les conditions aux limites que doit vérifier le champ $\vec{H}$ sur les plans conducteurs parfaits respectivement en $x = 0$ et $x = a$.

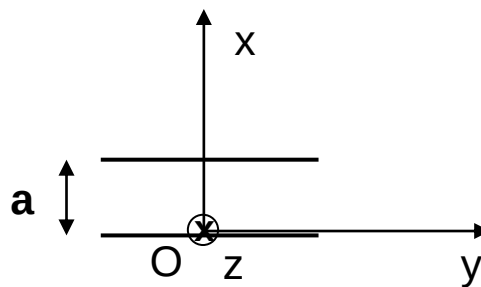


Figure 2