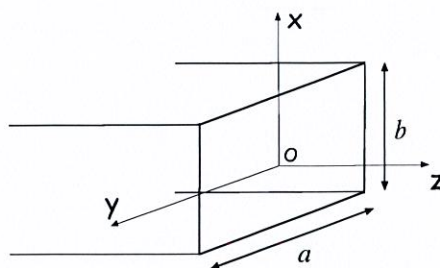


EPREUVE :
Electromagnétisme - Phys3A
Durée : 2h00 — Documents et calculatrice non autorisés

Propagation d'une onde dans un guide de section rectangulaire



Une onde électromagnétique sinusoïdale se propage à l'intérieur d'un tuyau parfaitement conducteur (appelé guide d'onde) de section rectangulaire. L'axe du guide est choisi suivant Oz . Les dimensions de la section du guide sont a selon Oy et b selon Ox (voir figure) : $-\frac{a}{2} \leq y \leq \frac{a}{2}$; $-\frac{b}{2} \leq x \leq \frac{b}{2}$. L'intérieur du guide est vide.

On notera les champs $\vec{E}$ et $\vec{B}$ sous leur forme complexe

$$\vec{E} = \vec{\mathcal{E}} \exp i(\omega t - \vec{k} \vec{r}) \quad \vec{B} = \vec{\mathcal{B}} \exp i(\omega t - \vec{k} \vec{r}),$$

avec ω la pulsation, $\vec{k}$ le vecteur d'onde et $\vec{r}$ le vecteur position.

1. Etude du champ électrique

Le champ électrique $\vec{E}$ est polarisé suivant l'axe Ox , il se propage suivant l'axe Oz dans le sens des z croissants et son amplitude réelle est de la forme $\mathcal{E} = E_0 \cos \frac{\pi y}{a}$, avec E_0 une constante.

- (a) Rappeler les conditions de continuité du champ électrique à l'interface entre deux milieux. Sachant que le champ électromagnétique est nul à l'intérieur d'un conducteur parfait, montrer que le champ $\vec{E}$ à l'intérieur du guide satisfait aux conditions de continuité sur les parois verticales du guide.
- (b) Donner l'expression des équations de Maxwell dans le vide.
- (c) Déterminer, à partir des équations de Maxwell, l'équation de propagation du champ électrique.
- (d) Compte tenu de l'expression du champ électrique, en déduire la relation de dispersion reliant k^2 , a^2 , c^2 et ω^2 , c étant la vitesse de la lumière dans le vide.

- (e) Calculer la vitesse de phase $v_\phi = \omega/k$. Comparer cette vitesse à celle de la lumière dans le vide et commenter.
- (f) Sachant que la vitesse de phase doit être une quantité réelle, déterminer la pulsation de coupure ω_c en dessous de laquelle l'onde ne peut se propager dans le guide sans atténuation.

2. Etude du champ magnétique (Questions indépendantes de la partie 1)

- (a) Déterminer le champ magnétique à partir de l'équation de Maxwell-Faraday. Montrer qu'il est composé d'une composante transverse B_T et d'une composante longitudinale B_L à déterminer. On éliminera les termes statiques.
- (b) Quelle est la différence de phase (déphasage) entre ces deux composantes ?