Nom :

Interrogation de cours

1) Soit une onde électromagnétique incidente polarisée rectilignement selon Ox se propageant dans le vide dans une région sans charges ni courants selon l'axe Oz croissant dans le demi-espace $z < 0$. En $z = 0$, dans le plan Oxy, se trouve un conducteur parfait. Pour simplifier l'étude, on suppose sa phase à l'origine nulle. Donner l'expression de l'onde incidente (champ E et B).

$$\vec{E}_i = E_{0i} \cos(\omega t - k_i z) \vec{u}_x$$

$$\vec{B}_i = \frac{1}{\omega} \vec{k}_i \wedge \vec{E}_i = \frac{1}{\omega} \frac{\omega}{c} \vec{u}_z \wedge E_{0i} \cos(\omega t - k_i z) \vec{u}_x = \frac{E_{0i}}{c} \cos(\omega t - k_i z) \vec{u}_y$$

2) En utilisant le fait que la composante tangentielle du champ électrique est continue à la traversée d'une interface, donner l'expression de l'onde réfléchie (champ E et B).

$$\vec{E}_r = E_{0r} \cos(\omega t + k_r z) \vec{u}_x \Rightarrow \vec{E}_{vide} = \vec{E}_i + \vec{E}_r \Rightarrow \vec{E}_{vide}(z=0) = \vec{E}_i(z=0) + \vec{E}_r(z=0)$$

Soit donc : $E_{vide}(z=0) = E_{0i} \cos(\omega t) + E_{0r} \cos(\omega t) = 0 \Rightarrow E_{0r} = -E_{0i} \Rightarrow \vec{E}_r = -E_{0i} \cos(\omega t + kz) \vec{u}_x$

$$\vec{B}_r = \frac{1}{\omega} \vec{k}_r \wedge \vec{E}_r = \frac{1}{\omega} \left(-\frac{\omega}{c} \vec{u}_z \right) \wedge (-E_{0i} \cos(\omega t + kz) \vec{u}_x) = \frac{E_{0i}}{c} \cos(\omega t + kz) \vec{u}_y$$

3) Retrouver l'expression de l'onde électrique résultant de la superposition des ondes incidentes et réfléchies. Commenter.

On pourra utiliser l'identité suivante : $\cos(p) - \cos(q) = -2 \sin\left(\frac{p+q}{2}\right) \sin\left(\frac{p-q}{2}\right)$

$$\vec{E}_{vide} = \vec{E}_i + \vec{E}_r = E_{0i} \cos(\omega t - kz) \vec{u}_x - E_{0i} \cos(\omega t + kz) \vec{u}_x = E_{0i} [\cos(\omega t - kz) - \cos(\omega t + kz)] \vec{u}_x$$

Donc : $\vec{E}_{vide} = -2E_{0i} \sin(\omega t) (-\sin(kz)) \vec{u}_x = 2E_{0i} \sin(\omega t) \sin(kz) \vec{u}_x$

Il s'agit d'une onde stationnaire. Elle ne se propage plus et oscille sur place.

4) L'onde précédente se retrouve maintenant entre 2 plans conducteurs parfaits formant ainsi une cavité de taille $z = a$. Montrer que seules certaines longueurs d'ondes λ_p peuvent subsister dans la cavité.

en $z = a$: $\vec{E}_{vide}(z = a) = \vec{0}$

$$\sin(ka) = 0 \Rightarrow k_p a = p\pi \quad p \in \mathbb{N} \Rightarrow k_p = \frac{p\pi}{a} \quad p \in \mathbb{N} \Rightarrow \lambda_p = \frac{2\pi}{k_p} = \frac{2a}{p} \quad p \in \mathbb{N}^*$$

5) Qu'appelle-t-on amplitude lumineuse ou amplitude scalaire ? On donnera son expression en un point M et à un instant t en fonction du retard de phase $\varphi(M)$, puis en fonction du chemin optique entre la source S et le point M.

Pour une onde électromagnétique polarisée rectilignement, le champ électrique se met sous la forme :

$$\vec{E}(M, t) = s(M, t) \vec{u} \text{ où } \vec{u} \text{ est le vecteur unitaire dans la direction de polarisation.}$$

Comme ce dernier est constant, on peut l'omettre et donc ne garder qu'une grandeur scalaire, que l'on appelle **vibration lumineuse** ou **amplitude lumineuse**.

$$s(M, t) = s_0 \cos(\omega t - \varphi(M)) \quad \text{où} \quad \varphi(M) = 2\pi \frac{(SM)}{\lambda} - \varphi_0$$

Nom :

Interrogation de cours

1) Soit une onde électromagnétique incidente polarisée rectilignement selon Oz se propageant dans le vide dans une région sans charges ni courants selon l'axe Oy croissant dans le demi-espace $y < 0$. En $y = 0$, dans le plan Oxz, se trouve un conducteur parfait. Pour simplifier l'étude, on suppose sa phase à l'origine nulle. Donner l'expression de l'onde incidente (champ E et B).

$$\vec{E}_i = E_{0i} \cos(\omega t - k_i y) \vec{u}_z$$

$$\vec{B}_i = \frac{1}{\omega} \vec{k}_i \wedge \vec{E}_i = \frac{1}{\omega} \frac{\omega}{c} \vec{u}_z \wedge E_{0i} \cos(\omega t - k_i y) \vec{u}_z = \frac{E_{0i}}{c} \cos(\omega t - k_i y) \vec{u}_x$$

2) En utilisant le fait que la composante tangentielle du champ électrique est continue à la traversée d'une interface, donner l'expression de l'onde réfléchie (champ E et B).

$$\vec{E}_r = E_{0r} \cos(\omega t + k_r y) \vec{u}_x \Rightarrow \vec{E}_{vide} = \vec{E}_i + \vec{E}_r \Rightarrow \vec{E}_{vide}(y=0) = \vec{E}_i(y=0) + \vec{E}_r(y=0)$$

Soit donc : $E_{vide}(y=0) = E_{0i} \cos(\omega t) + E_{0r} \cos(\omega t) = 0 \Rightarrow E_{0r} = -E_{0i} \Rightarrow \vec{E}_r = -E_{0i} \cos(\omega t + ky) \vec{u}_z$

$$\vec{B}_r = \frac{1}{\omega} \vec{k}_r \wedge \vec{E}_r = \frac{1}{\omega} \left(-\frac{\omega}{c} \vec{u}_y \right) \wedge (-E_{0i} \cos(\omega t + ky) \vec{u}_z) = \frac{E_{0i}}{c} \cos(\omega t + ky) \vec{u}_x$$

3) Retrouver l'expression de l'onde électrique résultant de la superposition des ondes incidentes et réfléchies. Commenter.

On pourra utiliser l'identité suivante : $\cos(p) - \cos(q) = -2 \sin\left(\frac{p+q}{2}\right) \sin\left(\frac{p-q}{2}\right)$

$$\vec{E}_{vide} = \vec{E}_i + \vec{E}_r = E_{0i} \cos(\omega t - ky) \vec{u}_z - E_{0i} \cos(\omega t + ky) \vec{u}_z = E_{0i} [\cos(\omega t - ky) - \cos(\omega t + ky)] \vec{u}_z$$

Donc : $\vec{E}_{vide} = -2E_{0i} \sin(\omega t) (-\sin(ky)) \vec{u}_z = 2E_{0i} \sin(\omega t) \sin(ky) \vec{u}_z$

Il s'agit d'une onde stationnaire. Elle ne se propage plus et oscille sur place.

4) L'onde précédente se retrouve maintenant entre 2 plans conducteurs parfaits formant ainsi une cavité de taille $y = a$. Montrer que seules certaines longueurs d'ondes λ_p peuvent subsister dans la cavité.

en $y = a$: $\vec{E}_{vide}(y = a) = \vec{0}$

$$\sin(ka) = 0 \Rightarrow k_p a = p\pi \quad p \in \mathbb{N} \Rightarrow k_p = \frac{p\pi}{a} \quad p \in \mathbb{N} \Rightarrow \lambda_p = \frac{2\pi}{k_p} = \frac{2a}{p} \quad p \in \mathbb{N}^*$$

5) Qu'appelle-t-on amplitude lumineuse ou amplitude scalaire ? On donnera son expression en un point M et à un instant t en fonction du retard de phase $\varphi(M)$, puis en fonction du chemin optique entre la source S et le point M.

Pour une onde électromagnétique polarisée rectilignement, le champ électrique se met sous la forme :

$$\vec{E}(M, t) = s(M, t) \vec{u} \text{ où } \vec{u} \text{ est le vecteur unitaire dans la direction de polarisation.}$$

Comme ce dernier est constant, on peut l'omettre et donc ne garder qu'une grandeur scalaire, que l'on appelle **vibration lumineuse** ou **amplitude lumineuse**.

$$s(M, t) = s_0 \cos(\omega t - \varphi(M)) \quad \text{où} \quad \varphi(M) = 2\pi \frac{(SM)}{\lambda} - \varphi_0$$