

EPREUVE :  
Electromagnétisme - Phys3A

Durée : 2h00 — Documents et calculatrice non autorisés

Réflexion d'une onde polarisée circulairement sur un miroir

Dans un repère  $(\vec{u}_x, \vec{u}_y, \vec{u}_z)$  on considère une onde plane progressive monochromatique de pulsation  $\omega$ , se propageant dans le vide dans le demi-espace  $z \leq 0$ , polarisée circulairement gauche et dont le champ électrique est donné par :

$$\vec{E}(z, t) = E_0 \cos(\omega t - kz) \vec{u}_x + E_0 \sin(\omega t - kz) \vec{u}_y$$

1. Quelle est la direction de propagation de l'onde ? Donnez l'expression de son vecteur d'onde  $\vec{k}$ .
2. Ecrivez les équations de Maxwell dans le vide, en l'absence de charges et de courants.
3. Le champ magnétique est de la forme  $\vec{B}(z, t) = B_x \vec{u}_x + B_y \vec{u}_y$  avec  $B_x$  et  $B_y$  deux fonctions de  $(\omega t - kz)$ . Calculez, à partir de l'une des équations de Maxwell les composantes du champ  $\vec{B}(z, t)$  associées à  $\vec{E}(z, t)$ .
4. En déduire la relation vectorielle reliant  $\vec{E}(z, t)$ ,  $\vec{B}(z, t)$  et  $\vec{u}_z$ . Que vaut le produit  $\vec{E} \cdot \vec{B}$  ?
5. L'onde se réfléchit en *incidence normale* sur un miroir parfait (champ nul à l'intérieur du miroir) placé dans le plan  $z = 0$ .
  - (a) Que vaut le vecteur d'onde  $\vec{k}_r$  du champ réfléchi.
  - (b) Rappelez les conditions de continuité et de discontinuité des champs  $\vec{E}(z, t)$  et  $\vec{B}(z, t)$  au voisinage d'une surface.
  - (c) En déduire l'expression du champ  $\vec{E}_r(z, t)$  de l'onde réfléchie.
  - (d) Quel est l'état de polarisation de l'onde réfléchie ?
  - (e) Partant de  $\vec{E}_r(z, t)$ , calculer l'expression du champ  $\vec{B}_r(z, t)$  de l'onde réfléchie.
  - (f) Déterminez les champs  $\vec{E}_{\text{tot}}(z, t)$  et  $\vec{B}_{\text{tot}}(z, t)$  de l'onde résultante dans la région  $z \leq 0$ .<sup>1</sup> Quelle est la nature de cette onde ?

1. On rappelle les relations suivantes :  $\sin(p) + \sin(q) = 2 \sin\left(\frac{p+q}{2}\right) \cos\left(\frac{p-q}{2}\right)$ ,  $\cos(p) + \cos(q) = 2 \cos\left(\frac{p+q}{2}\right) \cos\left(\frac{p-q}{2}\right)$ ,  $\sin(p) - \sin(q) = 2 \cos\left(\frac{p+q}{2}\right) \sin\left(\frac{p-q}{2}\right)$ ,  $\cos(p) - \cos(q) = -2 \sin\left(\frac{p+q}{2}\right) \sin\left(\frac{p-q}{2}\right)$ .