

EPREUVE :

Electromagnétisme - Phys 31

Durée : 2h00 — Documents et calculatrice non autorisés

Calcul d'inductance mutuelle

Une spire rectangulaire de cotés de longueur a et b est disposée au voisinage d'un *fil rectiligne infini*, parcouru par un courant I constant, situé dans le plan de la spire et confondu avec l'axe (Oz) . On considérera que la spire est contenue dans le plan (Oyz) et placée entre les points d'abscisse $(y = l, y = l + a)$ et les points d'ordonnée $(z = 0, z = b)$.

1. Calculer, à partir du théorème d'Ampère, le champ magnétique \vec{B} créé à une distance d du fil. On prendra le courant orienté selon Oz .
2. Calculer le flux Φ_B du champ \vec{B} à travers la surface de la spire.
3. En déduire le coefficient M d'inductance mutuelle fil-spire.

Réflexion d'une onde polarisée circulairement sur un métal parfait

Dans un repère $(\vec{u}_x, \vec{u}_y, \vec{u}_z)$ on considère une onde plane progressive monochromatique de pulsation ω , 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 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 $\vec{B}(z, t)$ associé à $\vec{E}(z, t)$.
4. Déterminez la relation liant $\vec{E}(z, t)$, $\vec{B}(z, t)$ et \vec{u}_z . Que vaut le produit $\vec{E} \cdot \vec{B}$?
5. L'onde se réfléchit à *incidence normale* sur un *miroir métallique parfait* (de conductivité quasi-infinie), placé dans le plan $z = 0$.
 - (a) Que vaut le vecteur d'onde \vec{k}_r du champ réfléchi.
 - (b) Rappelez les conditions de passage pour le champ $\vec{E}(z, t)$ et $\vec{B}(z, t)$ à la surface du conducteur.
 - (c) En déduire le champ $\vec{E}_r(z, t)$ de l'onde réfléchie.
 - (d) Quel est l'état de polarisation de l'onde réfléchie ?
 - (e) Déduire de $\vec{E}_r(z, t)$ le 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 $z \leq 0$.¹ Quelle est la nature de cette onde ?

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