

Contrôle continu d'électromagnétisme

Durée : 1h

Document et calculatrice interdits. La découverte pendant l'épreuve de tout matériel de communication même éteint entraînera sa saisie.

S. Boukari, C. Genet

08/04/2016

Ondes

1. Ecrire les 4 équations de Maxwell dans le vide sans sources dans un point de vue local.
2. Dédire de ces équations l'équation d'onde à laquelle obéissent les champs \vec{E} et \vec{B} (rappel : $\nabla \times (\nabla \times \vec{U}) = \nabla(\nabla \cdot \vec{U}) - \nabla^2 \vec{U}$).
3. À partir d'une analyse dimensionnelle détaillée, donner la dimension du produit $\epsilon_0 \mu_0$.
4. Rappeler la définition d'une onde plane.
5. Montrer que $\vec{E}(\vec{r}, t) = \vec{E}(x, t)$ correspond à une onde plane dont on donnera le plan d'onde et la direction (aussi appelé vecteur directeur).
6. Comment s'écrit l'équation d'onde pour une telle onde plane ?
7. Montrer que l'onde plane $\vec{E}(x, t) = \vec{E}(x - ct)$ est solution de l'équation d'onde. Montrer le caractère progressif de cette onde plane. Définir la vitesse de propagation de l'onde. À partir de l'équation d'onde, relier c à ϵ_0 et μ_0 .

Exercice

Un fil rectiligne infini de rayon R est parcouru par un courant I réparti uniformément sur sa section. Calculez le champ magnétique dans le fil et à l'extérieur du fil en utilisant les équations locales. Retrouver les résultats avec le théorème d'Ampère. En coordonnées cylindriques :

$$\vec{\text{rot}}(\vec{v}) = \left(\frac{1}{r} \frac{\partial v_z}{\partial \theta} - \frac{\partial v_\theta}{\partial z} \right) \vec{u}_r + \left(\frac{\partial v_r}{\partial z} - \frac{\partial v_z}{\partial r} \right) \vec{u}_\theta + \frac{1}{r} \left(\frac{\partial}{\partial r}(r v_\theta) - \frac{\partial v_r}{\partial \theta} \right) \vec{u}_z$$