

Programme de colles de la semaine 13 (du 15 au 19 décembre)

Equations de Maxwell

Résumé des relations intégrales vues en régime stationnaire. Divergence, rotationnel, théorèmes de Stokes et d'Ostrogradski. Passage aux relations locales. Equations de Poisson et Laplace.

Formules d'analyse vectorielle $\text{div}(\text{rot}(\mathbf{E}))=0$ et $\text{rot}(\text{rot}(\mathbf{E})) = \text{grad}(\text{div}(\mathbf{E})) - \Delta(\mathbf{E})$ pour tout champ vectoriel \mathbf{E} ; $\text{rot}(\text{grad}(V))=0$ pour tout champ scalaire V . Interprétation de ces formules avec l'opérateur nabla.

Régime variable : loi de Faraday et relation locale associée, équations intégrale et locale de conservation de la charge, nécessité de l'introduction du courant de déplacement dans l'équation de Maxwell-Ampère.
Résumé des équations de Maxwell complètes.

Couplage entre les champs \mathbf{E} et \mathbf{B} , propagation d'ondes électromagnétiques, établissement de l'équation d'onde dans le vide, sans charges ni courants, pour \mathbf{E} et \mathbf{B} . Discussions sommaires sur l'ARQS.

Densités volumiques d'énergie électrique et magnétique, établissement à partir d'un situation simplifiée (condensateur et solénoïde sans effets de bord). Equations intégrale et locale de conservation de l'énergie électromagnétique, vecteur de Poynting.

Puissance volumique cédée par le champ aux charges mobiles, effet Joule, bilan local et intégral d'énergie.

Questions de cours :

1. Divergence, théorème d'Ostrogradski
2. Rotationnel, théorème de Stokes
3. Equations de Maxwell, relations locales et intégrales
4. Equations intégrale et locale de conservation de la charge, nécessité du courant de déplacement
5. Etablissement de l'équation d'onde pour \mathbf{E} et \mathbf{B}
6. Retrouver avec un modèle simple les expressions des densités volumiques d'énergie électromagnétiques
7. Equations intégrale et locale de conservation de l'énergie électromagnétique
8. Vecteur de Poynting : expression, aspect dimensionnel et ordres de grandeur
9. Bilan intégral et local d'énergie en présence d'effet Joule

Révisions sur l'induction

Lois de Lenz et de Faraday, applications (rails de Laplace...)

Questions de cours :

1. Spire immobile soumise à un champ B variable ($B=B_0+at$ avec $a=\text{cste}$) : application de Faraday et Lenz
2. Rails de Laplace : calcul de la fém et du courant induit, confirmation du signe par la loi de Lenz
3. Rails de Laplace : calcul de la force de Laplace, interprétation
4. Spire en rotation dans un champ uniforme : fém, courant, couple
5. Inductance propre, auto-induction
6. Inductance mutuelle