

1 Electromagnétisme

Questions de cours

- Équation de conservation de la charge : démonstration à une dimension, généralisation à trois dimensions.
- Champ magnétique créé par un câble infini parcouru par un courant réparti uniformément
- Solénoïde : champ magnétique pour un solénoïde infini (on admet la nullité du champ magnétique à l'extérieur) ; inductance propre ; énergie magnétique stockée.
- Solénoïde infini en régime lentement variable : champ magnétique, champ électrique induit.
- Équation de conservation de l'énergie électromagnétique : densité volumique de l'énergie électromagnétique, vecteur de Poynting, puissance volumique échangée entre le champ et les porteurs de charges.

1.1 EM4 Magnétostatique

COMPÉTENCES

Pour la détermination du champ magnétique,

- identifier et exploiter les symétries et les invariances d'une distribution de courants pour caractériser le champ magnétostatique créé ;
- identifier les situations pour lesquelles le champ magnétostatique peut être calculé à l'aide du théorème d'Ampère ;
- choisir un contour, une surface et les orienter pour appliquer le théorème d'Ampère en vue de déterminer l'expression d'un champ magnétique ;
- utiliser une méthode de superposition.
- établir les expressions des champs magnétostatiques créés en tout point de l'espace par un fil rectiligne "infini" de section non nulle, parcouru par des courants uniformément répartis en volume, par un solénoïde "infini" en admettant que le champ est nul à
- citer quelques ordres de grandeur de champs magnétostatiques.

Pour la topographie du champ magnétique,

- orienter les lignes de champ magnétostatique créées par une distribution de courants ;
- associer les variations de l'intensité du champ magnétostatique à la position relative des lignes de champ ;
- vérifier qu'une carte de lignes de champ est compatible avec les symétries et les invariances d'une distribution de courant.

- Équations locales de la magnétostatique et formes intégrales : flux conservatif et théorème d'Ampère.
- Propriétés de symétrie, propriétés topographiques.
- Exemples de champs magnétostatiques : câble rectiligne infini, solénoïde infini sans effets de bords (champ, inductance, énergie stockée).

1.2 EM5 ARQS - Révision d'induction de première année

Compétences

Pour les équations de Maxwell et la conservation de la charge,

- citer, utiliser et interpréter les équations de Maxwell ;
- associer l'équation de Maxwell-Faraday à la loi de Faraday ;
- établir l'équation locale de la conservation de la charge en coordonnées cartésiennes dans le cas à une dimension ;
- vérifier la cohérence des équations de Maxwell avec l'équation locale de la conservation de la charge ;
- établir les lois locales des champs statiques à partir des équations de Maxwell.

Pour les aspects énergétiques,

- établir et utiliser l'expression de la puissance volumique cédée par le champ électromagnétique aux porteurs de charge ;
- analyser les aspects énergétiques dans le cas particulier d'un milieu ohmique ;
- utiliser le flux du vecteur de Poynting à travers une surface orientée pour évaluer la puissance rayonnée ;
- effectuer un bilan d'énergie sous forme locale et intégrale ;
- interpréter chaque terme de l'équation locale de Poynting.

- Équations de Maxwell : formes locales et intégrales, compatibilité avec l'équation de conservation de la charge.
- Cas d'un régime lentement variable (approximation des régimes quasi-stationnaires) : $\tau_{\text{propagation}} \ll T$, conséquences sur les équations de Maxwell, calcul de champ électrique induit, cas des conducteurs ohmiques, révision d'induction de première année.
- Interaction champ électromagnétique - porteurs de charge : puissance volumique cédée par le champ électromagnétique aux porteurs de charge, cas des conducteurs ohmiques (puissance volumique cédée par effet Joule).
- Aspects énergétiques : densité volumique d'énergie électromagnétique, vecteur de Poynting, équation de conservation de l'énergie électromagnétique (équation locale), forme intégrale.