

Programme de colle de la semaine du 4 novembre 2024

Électromagnétisme 2 - Champ magnétique en régime stationnaire

1 Propriétés du champ magnétostatique

Équations de Maxwell; Conservation du flux du champ magnétique; Forces causées par un champ magnétique

2 Théorème d'Ampère

Invariances du champ magnétique; Symétries du champ magnétique; Théorème d'Ampère

Suggestion de questions de cours

- Énoncer l'équation de Maxwell, démontrer que le champ magnétique est à flux conservatif et faire le lien avec la topographie des cartes de champ magnétique.
- Citer l'expression de la partie magnétique de la force de Lorentz. En déduire la force de Laplace exercée sur un élément de fil et sur un élément de volume.
- Énoncer le principe de Curie. Établir le lien existant entre les plans de symétrie et d'antisymétrie de la distribution de courant et la direction du champ magnétique.
- Citer l'équation de Maxwell-Ampère puis établir le théorème d'Ampère.
- Déterminer le champ magnétique créé dans tout l'espace par un fil épais de rayon R et infini parcouru par un vecteur densité de courant \vec{j} .
- Déterminer le champ magnétique créé dans tout l'espace par un solénoïde infini de rayon R comportant n spires par unité de longueur parcouru par un courant I . Le solénoïde est assimilé à une succession de spires circulaires. On suppose le champ magnétique nul à l'extérieur du solénoïde.
- Déterminer le champ magnétique créé par une bobine torique comportant $N \gg 1$ spires parcourue par un courant I .

Électromagnétisme 3 - ARQS magnétique

1 ARQS magnétique

Conservation de la charge; Courants de déplacement; Du régime stationnaire au régime variable; Principe de l'ARQS

2 Induction

Circulation du champ électrique; Courant de Foucault; Intérêt du feuilletage

3 Inductance propre, inductance mutuelle

solénoïde; Énergie stockée; Inductance mutuelle

Suggestion de questions de cours

- Énoncer les 4 équations de Maxwell et montrer qu'elles sont compatibles avec l'équation locale de conservation de la charge.
- Énoncer les équations de Maxwell dans l'ARQS. Montrer la condition à laquelle on peut négliger le courant de déplacement.
- Établir l'expression du vecteur densité de courant puis de la puissance dissipée par les courants de Foucault dans un cylindre conducteur placé dans un champ magnétique uniforme et sinusoïdal.
- Établir le champ magnétique créé par un solénoïde puis son inductance propre.
- Sur l'exemple du solénoïde, établir l'expression de la densité volumique d'énergie magnétique.
- A partir de l'expression des flux magnétiques, établir l'énergie stockée dans deux bobines en interaction puis établir une inégalité portant sur l'inductance mutuelle et les inductances propres.

Électromagnétisme 4 - Milieux ferromagnétiques

1 Dipole magnétique d'un aimant permanent

Dipole magnétique; Champ créé par un aimant; Action subie par un moment magnétique; Magnéton de Bohr

2 Equations de Maxwell dans un milieu magnétique

Aimantation ; Vecteur excitation magnétique ; Équations de Maxwell intégrées

3 Milieux ferromagnétiques

Présentation ; Présentation empirique : le cycle d'hystérésis ; Matériaux ferromagnétiques durs ; Matériaux ferromagnétiques doux

4 Circuits ferromagnétiques

Circuit magnétique sans entrefer ; Bobine à noyau ferromagnétique ; Circuit magnétique avec entrefer

Suggestion de questions de cours

- Établir la quantification du moment magnétique orbital dans le cadre du modèle de Bohr et en introduisant le magnéton de Bohr.
- Définir l'aimantation, les courants liés et l'excitation magnétique et établir l'équation de Maxwell-Ampère valable dans les milieux magnétique.
- Établir la relation tension-champ magnétique et la relation courant-excitation magnétique pour un circuit magnétique sans entrefer. Expliquer comment tracer un cycle d'hystérésis expérimentalement.
- Établir le champ magnétique dans une bobine ayant un cœur magnétique. En déduire son inductance propre. En déduire dans ce cas particulier la densité volumique d'énergie magnétique.
- Établir la puissance moyenne des pertes par hystérésis. Citer les différents types de pertes existant dans un circuit magnétique.
- Établir l'expression du champ magnétique dans l'entrefer d'un électroaimant.