

Électromagnétisme

Chapitres au programme (cours & exercices)

- Magnétostatique : lois générales & applications
- Dipôles électrostatiques – Dipôles magnétostatiques
- Conducteurs ohmiques
- *Révisions : Induction électromagnétique de Neumann (circuit fixe dans un champ magnétique dépendant du temps)*

Valeurs numériques & Ordres de grandeur utiles

À connaître par cœur : en plus de tous les ordres de grandeur des semaines 1 à 17

- Conductivité électrique du cuivre à température ambiante $\sim 6 \cdot 10^7 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$; d'une solution ionique $\sim 10^{-1} \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$
- Densité des électrons de conduction dans le cuivre $\sim 10^{29} \text{ m}^{-3}$
- Temps de vol des électrons de conduction dans un métal $\sim 10^{-14} \text{ s}$

À savoir estimer rapidement : champ magnétique produit par un fil ou par une bobine assimilée à un solénoïde infini, moment magnétique d'une spire, aimantation d'un matériau paramagnétique/ferromagnétique, moment magnétique d'un aimant...

Détails sur le contenu des chapitres

Magnétostatique : Lois générales & applications

1. Champ magnétostatique	
Équations locales de la magnétostatique et formes intégrales : flux conservatif et théorème d'Ampère.	Choisir un contour fermé et une surface et les orienter pour appliquer le théorème d'Ampère.
Linéarité des équations	Utiliser une méthode de superposition.
Propriétés de symétrie.	Exploiter les propriétés de symétrie des sources (translation, rotation, symétrie plane) pour prévoir des propriétés du champ créé.
Propriétés topographiques.	Justifier qu'une carte de lignes de champs puisse ou non être celle d'un champ magnétostatique. Repérer, sur une carte de champ magnétostatique, d'éventuelles sources du champ et leur sens. Associer l'évolution de la norme d'un champ magnétique à l'évasement des tubes de champ.
2. Exemples de champs magnétostatiques	
Modèle du câble rectiligne infini.	Déterminer le champ créé par un câble rectiligne infini.
Solénoïde long sans effet de bords.	Établir et citer l'expression du champ à l'intérieur d'un solénoïde long, la nullité du champ extérieur étant admise.
Inductance propre. Densité volumique d'énergie magnétique.	Établir les expressions de l'inductance propre et de l'énergie d'une bobine modélisée par un solénoïde long. Associer l'énergie d'une bobine à une densité volumique d'énergie magnétique.

Dipôles électrostatiques - Dipôles magnétostatiques

1. Dipôles électrostatiques	
Dipôle électrostatique. Moment dipolaire.	Citer les conditions de l'approximation dipolaire.

<p>Potentiel et champ créés par un dipôle.</p> <p>Actions subies par un dipôle placé dans un champ électrostatique d'origine extérieure : résultante et moment.</p> <p>Énergie potentielle d'un dipôle rigide dans un champ électrostatique d'origine extérieure.</p> <p>Interactions ion-molécule et molécule-molécule.</p> <p>Dipôle induit. Polarisabilité.</p>	<p>Établir l'expression du potentiel électrostatique. Comparer la décroissance du champ et du potentiel avec la distance dans le cas d'une charge ponctuelle et dans le cas d'un dipôle.</p> <p>Tracer l'allure des lignes de champ électrostatique engendrées par un dipôle.</p> <p>Utiliser l'expression fournie de l'énergie potentielle d'un dipôle rigide dans un champ électrostatique d'origine extérieure.</p> <p>Prévoir qualitativement l'évolution d'un dipôle rigide dans un champ électrostatique d'origine extérieure.</p> <p>Expliquer qualitativement la solvatation des ions dans un solvant polaire.</p> <p>Associer la polarisabilité et le volume de l'atome en ordre de grandeur.</p>
2. Dipôles magnétostatiques	
<p>Moment magnétique d'une boucle de courant plane.</p> <p>Rapport gyromagnétique de l'électron.</p> <p>Magnéton de Bohr.</p>	<p>Relier le moment magnétique d'un atome d'hydrogène à son moment cinétique.</p> <p>Construire en ordre de grandeur le magnéton de Bohr par analyse dimensionnelle.</p> <p>Évaluer l'ordre de grandeur maximal du moment magnétique volumique d'un aimant permanent.</p>
<p>Actions subies par un dipôle magnétique placé dans un champ magnétostatique d'origine extérieure : résultante et moment.</p> <p>Énergie potentielle d'un dipôle magnétique rigide placé dans un champ magnétostatique d'origine extérieure.</p>	<p>Utiliser les expressions fournies de la résultante et du moment des actions subies par un dipôle magnétique placé dans un champ magnétostatique d'origine extérieure.</p> <p>Utiliser l'expression fournie de l'énergie potentielle d'un dipôle rigide dans un champ magnétostatique d'origine extérieure.</p> <p>Prévoir qualitativement l'évolution d'un dipôle rigide dans un champ magnétostatique d'origine extérieure.</p>

Conducteurs ohmiques

Loi d'Ohm locale. Conductivité électrique.	<p>Établir l'expression de la conductivité électrique à l'aide d'un modèle microscopique, l'action de l'agitation thermique et des défauts du réseau étant décrite par une force de frottement fluide linéaire.</p> <p>Discuter de l'influence de la fréquence sur la conductivité électrique.</p> <p>Établir l'expression de la résistance d'une portion de conducteur filiforme.</p>
Effet Hall.	Interpréter qualitativement l'effet Hall dans une géométrie parallélépipédique.
Effet thermique du courant électrique : loi de Joule locale.	Exprimer la puissance volumique dissipée par effet Joule dans un conducteur ohmique.