

PROGRAMME DE COLLE DE PHYSIQUE

Semaine du 03/03 au 08/03

EM3 - Conduction électrique (cours + exercices)

- Notion de conducteur. Intensité d'un courant électrique.
- Vecteur densité de courant. Savoir calculer le flux du vecteur densité de courant dans le cas de géométrie simples.
- Savoir établir l'équation de conservation de la charge à une dimension :

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial j}{\partial x} = 0$$

- Connaître sa généralisation (admise) à 3 dimensions :

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \operatorname{div} \vec{j} = 0$$

- Cas particulier du régime stationnaire : en régime stationnaire \vec{j} est à flux conservatif :

$$\operatorname{div} \vec{j} = 0$$

Conséquence : l'intensité du courant est la même en tout point d'un même fil. Lois des nœuds.

- ARQS (Approximation des Régimes Quasi-Stationnaires)
- Loi d'Ohm locale

$$\vec{j} = \gamma \vec{E}$$

- Justification à partir du modèle de Drude
- Résistance électrique d'un tronçon de conducteur de section S , de longueur L et de résistivité $\rho = 1/\gamma$.

$$R = \frac{\rho L}{S} = \frac{L}{\gamma S}$$

- Analogie avec la conduction thermique
- Aspect énergétique. Connaître l'expression de la densité volumique de puissance cédée par le champ électrique \vec{E} au conducteur :

$$\mathcal{P}_v = \vec{j} \cdot \vec{E} = \gamma E^2 = \frac{j^2}{\gamma}$$

Notions et contenus	Capacités exigibles
Courant dans un conducteur	Définir le vecteur densité de courant. Établir l'équation de conservation de la charge à une dimension en régime variable. Énoncer sa généralisation à trois dimensions puis expliquer que le vecteur densité de courant est à flux conservatif en régime stationnaire. Énoncer la loi d'Ohm locale. Expliquer l'effet Joule, définir la résistance électrique dans un conducteur et présenter le lien avec la conduction thermique en régime stationnaire. Exprimer la condition d'application de l'ARQS en fonction de la taille du circuit et de la fréquence des signaux.

EM4a - Effets magnétiques d'un courant de charges (cours+exercices simples)

- Sources de champ magnétiques : aimants, boussoles, champ magnétique terrestre.
- Expérience d'Ørsted : lien entre électricité et magnétisme.
- Quelques ordres de grandeurs de champs magnétiques
- Force de Laplace

– Propriétés de symétrie :

Le champ magnétique vérifie les mêmes propriétés d'invariance par translation et par rotation que la distribution de courant qui le crée.

Si Π est un plan de symétrie pour les courants alors il est plan d'antisymétrie pour le champ magnétique.

Si Π^* est un plan d'antisymétrie pour les courants alors il est plan de symétrie pour le champ magnétique.

Conséquences :

Si M appartient à un plan de symétrie Π pour les courants alors $\vec{B}(M)$ est perpendiculaire à ce plan.

$$\vec{B}(M) \perp \Pi$$

Si M appartient à un plan d'antisymétrie Π^* pour les courants alors $\vec{B}(M)$ est appartient à ce plan.

$$\vec{B}(M) \in \Pi^*$$

– Observation de champs créés par quelques distributions : fil infini, spire, bobines de Helmholtz, solénoïde. Savoir que pour un solénoïde infini

$$\vec{B}_{\text{int}} = \mu_0 n I \vec{u}_z \qquad \vec{B}_{\text{ext}} = \vec{0}$$

avec $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H.m}^{-1}$ la **perméabilité magnétique** du vide et n le nombre de spires par unité de longueur.

Magnétostatique du vide	
Effets magnétiques d'un courant de charges	<p>Décrire un dispositif permettant de réaliser un champ magnétique quasi uniforme.</p> <p>Citer des ordres de grandeur de champs magnétiques : au voisinage d'aimants, dans une machine électrique, dans un appareil d'IRM, dans le cas du champ magnétique terrestre.</p> <p>Définir la notion de ligne de champ magnétostatique. Énoncer la relation donnant la force de Laplace s'exerçant sur un élément de circuit filiforme parcouru par un courant et placé dans un champ magnétostatique.</p> <p>Identifier les propriétés de symétrie et d'invariance d'une distribution de courant.</p> <p>Tracer l'allure des cartes de champs magnétiques pour un aimant droit, un fil rectiligne, une spire circulaire, une bobine longue et un tore.</p>

EM4b - Champ magnétostatique créé par des distribution (cours)

– Équations de Maxwell de la magnétostatique :

- équation de Maxwell-Ampère de la statique : $\vec{\text{rot}} \vec{B} = \mu_0 \vec{j}$ et sa forme intégrée \rightarrow théorème d'Ampère.
- équation de Maxwell- flux : $\text{div} \vec{B} = 0$ et sa forme intégrée $\rightarrow \vec{B}$ est à flux conservatif.

– Champ magnétique créé par des distributions à géométrie cylindrique :

- Fil infini
- Coaxial
- Tore