

Phénomènes de transport Électromagnétisme

Chapitres au programme (cours & exercices)

- *Révisions* : Mouvements de particules chargées dans des champs électrique et magnéto-statique, uniformes et stationnaires
- Diffusion thermique
- Description des sources des champs électromagnétiques (cours uniquement)

Valeurs numériques & Ordres de grandeur utiles

À connaître par cœur : en plus de tous les ordres de grandeur des semaines 1 à 5

- Charge électrique élémentaire $e \approx 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- Masse d'un électron $m_e \sim 10^{-30} \text{ kg}$; d'un proton $m_p \sim 10^{-27} \text{ kg}$
- Intensité du courant électrique en TP $\sim 10 \text{ mA}$; dans les habitations $\sim 10 \text{ A}$; dans une ligne HT $\sim 1 \text{ kA}$

À savoir estimer rapidement : densité de courant dans un fil électrique, vitesse d'agitation thermique/vitesse de dérive des électrons de conduction dans un métal...

Détails sur le contenu des chapitres

Mouvements de particules chargées dans des champs électrique et magnétostatique, uniformes et stationnaires (révisions de PCSI)

Force de Lorentz exercée sur une charge ponctuelle ; champs électrique et magnétique.	Évaluer les ordres de grandeur des forces électrique ou magnétique et les comparer à ceux des forces gravitationnelles.
Puissance de la force de Lorentz.	Justifier qu'un champ électrique peut modifier l'énergie cinétique d'une particule alors qu'un champ magnétique peut courber la trajectoire sans fournir d'énergie à la particule.
Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrostatique uniforme.	Mettre en équation le mouvement et le caractériser comme un mouvement à vecteur accélération constant. Effectuer un bilan énergétique pour déterminer la valeur de la vitesse d'une particule chargée accélérée par une différence de potentiel.
Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétostatique uniforme dans le cas où le vecteur vitesse initial est perpendiculaire au champ magnétostatique.	Déterminer le rayon de la trajectoire et le sens de parcours.

Diffusion thermique

Vecteur densité de flux thermique $\vec{j}_Q$.	Exprimer le flux thermique à travers une surface orientée en utilisant le vecteur $\vec{j}_Q$.
Premier principe de la thermodynamique.	Établir, pour un milieu solide, l'équation locale traduisant le premier principe dans le cas d'un problème ne dépendant que d'une seule coordonnée d'espace en coordonnées cartésiennes, cylindriques et sphériques, éventuellement en présence de sources internes. Utiliser l'opérateur divergence et son expression fournie pour exprimer le bilan local dans le cas d'une géométrie quelconque, éventuellement en présence de sources internes.
Loi de Fourier.	Utiliser la loi de Fourier. Citer quelques ordres de grandeur de conductivité thermique dans les conditions usuelles.

Régimes stationnaires. Résistance thermique.	Utiliser la conservation du flux sous forme locale ou globale en l'absence de source interne. Définir la notion de résistance thermique par analogie avec l'électrocinétique. Établir l'expression d'une résistance thermique dans le cas d'un modèle unidimensionnel. Utiliser les lois d'associations de résistances.
Équation de la diffusion thermique.	Établir une équation de diffusion thermique. Utiliser l'opérateur laplacien et son expression fournie pour écrire l'équation de diffusion dans le cas d'une géométrie quelconque. Analyser une équation de diffusion en ordres de grandeur pour relier des échelles caractéristiques spatiale et temporelle. Utiliser la loi de Newton fournie comme condition aux limites à une interface solide-fluide.

Description des sources des champs électromagnétiques

1. Description microscopique et mésoscopique des sources	
Densité volumique de charges. Charge traversant un élément de surface fixe et vecteur densité de courant. Intensité du courant.	Exprimer la densité volumique de charge et le vecteur densité de courant en fonction de la vitesse moyenne des porteurs de charge, de leur charge et de leur densité volumique. Relier l'intensité du courant et le flux du vecteur densité de courant.
2. Conservation de la charge	
Équation locale de conservation de la charge.	Établir l'équation traduisant la conservation de la charge dans le seul cas d'un problème unidimensionnel en géométrie cartésienne. Citer et utiliser une généralisation admise en géométrie quelconque utilisant l'opérateur divergence, son expression étant fournie. Exploiter le caractère conservatif du vecteur densité de courant en régime stationnaire ; relier cette propriété à la loi des nœuds de l'électrocinétique.