

PHENOMENES DE TRANSPORT

Capacités exigibles à rédiger

1. Transport de charge – conduction électrique

- (1) Passer d'une description microscopique (porteurs de charges, vitesse des porteurs) aux grandeurs mésoscopiques ρ et \vec{j} . Décrire les différents types de porteurs de charge. Faire la distinction entre charges mobiles et charges fixes.
- (2) Écrire l'intensité comme le flux du vecteur densité de courant électrique à travers une surface orientée. Établir l'équation locale traduisant la conservation de la charge électrique en coordonnées cartésiennes à une dimension. Citer l'équation locale dans le cas tridimensionnel et en interpréter chacun des termes. Définir une ligne de courant et un tube de courant. En régime stationnaire, exploiter le caractère conservatif du vecteur densité de courant électrique. Relier cette propriété à la loi des nœuds usuelle de l'électrocinétique.
- (3) Relier le vecteur densité de courant au champ électrique dans un conducteur ohmique. Citer l'ordre de grandeur de la conductivité du cuivre. En régime stationnaire, établir une expression de la conductivité électrique à l'aide d'un modèle microscopique.
- (4) Établir l'expression de la puissance volumique reçue par un conducteur ohmique. Interpréter l'effet Joule. Établir et connaître l'expression de la résistance d'un câble cylindrique parcouru uniformément par un courant parallèle à son axe.

2. Diffusion de matière

- (5) Citer les deux modes de transfert. Exprimer le débit de particules comme le flux du vecteur \vec{j}_N à travers une surface orientée. Établir l'équation locale de bilan de particules avec ou sans terme source : à une dimension en coordonnées cartésiennes ; en géométrie sphérique ; en géométrie cylindrique.
- (6) Énoncer et utiliser la loi de Fick. Établir l'équation de diffusion. Relier l'équation de diffusion à l'irréversibilité temporelle du phénomène. Analyser une équation de diffusion en ordre de grandeur pour relier des échelles caractéristiques spatiale et temporelle.

3. Diffusion thermique

- (7) Citer et définir les trois modes de transfert thermique. Dans le cas de la diffusion thermique, exprimer le flux thermique comme le flux du vecteur \vec{j}_Q à travers une surface orientée.
- (8) Pour un milieu évoluant à volume constant, établir l'équation locale traduisant le premier principe dans le cas d'un problème ne dépendant qu'une d'une seule coordonnée d'espace en coordonnées cartésiennes, cylindriques et sphériques. Admettre et utiliser une généralisation en géométrie quelconque en utilisant l'opérateur divergence et son expression fournie.
- (9) Énoncer et utiliser la loi de Fourier. Citer quelques ordres de grandeur de conductivité thermique dans les conditions usuelles : air, eau, béton, acier.
- (10) Établir l'équation de diffusion vérifiée par la température, avec ou sans terme source. Manipuler le terme source local et intégral de l'effet Joule.
- (11) Exprimer et exploiter la continuité du flux thermique. Exploiter la continuité de la température pour un contact thermique parfait. Utiliser la relation de Newton (fournie) à l'interface solide-fluide. Traduire le contact avec une paroi calorifugée.
- (12) Définir la notion de résistance thermique par analogie avec l'électrocinétique. Énoncer les conditions d'application de l'analogie. Établir l'expression de la résistance thermique d'un cylindre calorifugé latéralement. Exploiter des associations de résistances thermiques en série ou en parallèle.
- (13) Mettre en évidence un temps caractéristique d'évolution de la température. Justifier l'ARQS. Établir l'analogie avec un circuit électrique RC.