

Programme de colle de la semaine du 13 janvier 2025

Phénomènes de transport 1 – Transport de charge

1 Différentes descriptions de la charge électrique

Description microscopique, macroscopique, introduction de l'échelle mésoscopique.

2 Déplacement global de charge

Vecteur densité de courant électrique, lien avec le courant, équation locale de conservation de la charge, conservativité du flux de \vec{j}_{elec} .

3 Courant électrique dans un métal : le modèle de Drude

Description des du mouvement des porteurs dans un métal, PFD appliqué à un électron moyen, loi d'Ohm locale, lien avec la loi d'Ohm intégrale, aspect énergétique, discussion de la validité du modèle de Drude à partir du libre parcours moyen d'un électron.

Exemples de questions de cours

- Donner des ordres de grandeur de l'échelle microscopique et de l'échelle macroscopique. Définir l'échelle mésoscopique puis la densité volumique de charge, la densité particulaire et le vecteur densité de courant électrique.
- Citer plusieurs types de porteurs de charge. Relier le vecteur densité volumique de courant au courant électrique dans le cas où tous les porteurs de charge sont identiques, puis généraliser au cas où différents types de porteurs sont présents.
- Établir l'équation locale de conservation de la charge.
- Montrer que le vecteur densité volumique de courant est à flux conservatif en régime stationnaire.
- Présenter le modèle de Drude. Établir la loi d'Ohm locale dans ce modèle.
- Établir la résistance d'un barreau cylindrique en intégrant la loi d'Ohm locale. Exprimer la densité volumique de puissance dissipée par effet Joule.

Phénomènes de transport 2 – Transfert thermique par conduction

1 Formulation infinitésimale des principes de la thermodynamique

Notion de différentielle et signification, formulation infinitésimale des deux principes de la thermodynamique, grandeurs intensives (massique et volumique) associée aux grandeurs extensives.

2 Transport d'énergie

Les 3 modes de transfert thermique, équilibre thermodynamique local, vecteur densité de courant thermique, loi de Fourier

3 Équation de la diffusion thermique

Bilan d'énergie, équation de la diffusion thermique, analyse en ordres de grandeur, conditions aux limites vérifiées par T et j .

4 Régime stationnaire et résistance thermique

Conservativité du flux de j , notion de résistance thermique et leur association, limite du modèle de la résistance thermique, circuit RC thermique.

5 Ondes thermiques

Solution en ondes planes atténuées.

Exemples de questions de cours

- Énoncer le premier et le second principe de la thermodynamique pour une transformation infinitésimale. Expliquer la différence entre les notation d et δ .
- Présenter les 3 modes de transfert de chaleur. Énoncer la loi de Fourier en précisant l'unité de chacun des termes. Donner l'ordre de grandeur de la conductivité thermique de l'air, de l'eau, du béton et de l'acier.
- Démontrer l'équation de la diffusion thermique dans le cas unidimensionnel en coordonnées cartésiennes.
- Démontrer l'équation de la diffusion thermique dans le cas unidimensionnel en coordonnées cylindriques en faisant un bilan d'énergie sur un volume infinitésimale ou un cylindrique creux (au choix de l'étudiant).

- Démontrer l'équation de la diffusion thermique dans le cas unidimensionnel en coordonnées sphériques en faisant un bilan d'énergie sur un volume infinitésimale ou une sphère creuse (au choix de l'étudiant).
- Analyser en ordre de grandeur l'équation de la chaleur. Exprimer l'ordre de grandeur du temps de propagation d'une variation de température dans une barre cylindrique. Démontrer l'irréversibilité de l'équation de la chaleur.
- Définir l'ARQS thermique. Définir et établir la résistance thermique d'un barreau cylindrique.

Phénomènes de transport 3 - Diffusion de particules

1 Transfert de masse

Particules, Transfert de masse

2 vecteur densité de courant de particule et densité particulaire

Définition du vecteur densité de courant de particule, Débit de particules, Densité particulaire, Loi de Fick

3 Équation de diffusion

Bilan de particules, Équation de diffusion, Irréversibilité

Exemples de questions de cours

- Présenter les deux modes de transfert de particules en donnant des exemples. Énoncer la loi de Fick en précisant les unités de chacun des termes.
- Démontrer l'équation de diffusion particulaire à une dimension en coordonnées cartésiennes. Généraliser à 3D.
- Démontrer l'équation de diffusion particulaire à une dimension en coordonnées cylindriques.
- Démontrer l'équation de diffusion particulaire à une dimension en coordonnées sphériques.
- Énoncer l'équation de diffusion particulaire avec terme source. Donner un exemple de situation modélisée par un terme source. Montrer son irréversibilité.