

Programme de colle de la semaine du 20 janvier 2025

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 notations 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 infinitésimal ou un cylindre 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 infinitésimal 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.

Phénomènes de transport 4 - Fluide en écoulement

ATTENTION : La relation de Bernoulli sera vu dans un chapitre ultérieur

1 Description de l'écoulement d'un fluide

Notion de particule de fluide; Description eulérienne et champ de vitesse; Tube de courant; Dérivée particulaire; Débit massique; Débit volumique; Conservation de la masse; Écoulement incompressible et homogène

2 Actions de contact sur un fluide

Action normale et tangentielle; Forces de pression; Forces tangentielles

3 Écoulement interne incompressible et homogène dans une conduite cylindrique

Vitesse débitante; Régimes d'écoulement; Transport de quantité de mouvement par diffusion; Transport de quantité de mouvement par convection; Nombre de Reynolds; Chute de pression dans une conduite horizontale à faible nombre de Reynolds; Chute de pression pour un écoulement quelconque; diagramme de Moody

4 Écoulement externe incompressible et homogène autour d'un obstacle

Force et coefficient de traînée; Cas d'une sphère; Forces de traînée et de portance sur une aile d'avion; Couche limite

5 Coefficient de traînée d'une sphère

Suggestion de questions de cours

- Dans le cas unidimensionnel, déterminer la dérivée particulaire d'une fonction scalaire. Généraliser à 3D.
- Établir l'équation locale de conservation de la masse.
- Exprimer la résultante volumique des forces de pression dans le cas unidimensionnel. Généraliser à 3D.
- Établir l'équation fondamentale de l'hydrostatique. Établir le champ de pression dans un fluide homogène et incompressible au repos.
- Établir l'équation fondamentale de l'hydrostatique. Établir le champ de pression dans l'atmosphère en la supposant isotherme et assimilant l'air à un gaz parfait.
- Établir la loi de Hagen-Poiseuille.