

Présentation pédagogique

Transport :

- Introduction : historique, quelques expériences de diffusion, systèmes à l'équilibre et hors équilibre ;
- Description macroscopique du transport par diffusion: flux, vecteur densité de flux, relations constitutives des milieux, lois de conservation, équation de diffusion (conditions initiales et aux limites, solutions de l'équation de diffusion, régime permanent, régime transitoire ; résolution numérique, adimensionnement), transport thermique (contact thermique parfait, échanges conducto-convectifs ; notion de résistance et de conductance thermique), transport diffusif de la quantité de mouvement (fluides visqueux).

Hydrodynamique :

- Description physique d'un fluide : milieux continus, séparation des grandeurs thermodynamiques et mécaniques, statique des fluides (forces de pression, théorème d'Archimède), cinématique des fluides (points de vue d'Euler et de Lagrange, dérivées particulières, exemples d'écoulements), bilan de masse, écoulement incompressible ;
- Fluides visqueux (incompressibles): la viscosité comme frottement interne, équation de Navier-Stokes, écoulements de Couette et de Poiseuille, régimes d'écoulement et nombre de Reynolds, forces de traînée et de portance, couche limite et turbulence ;
- Fluides parfaits : bilan d'impulsion (équation d'Euler, exemple de la propagation du son), bilan d'énergie (équation de Bernoulli, exemples divers) ;
- Phénomènes capillaires : tension superficielle, longueur capillaire, nombre de Bond, équilibre des interfaces (lois de Laplace, Young-Dupré, Jurin).

Élasticité :

- Milieux solides déformables, modules élastiques et coefficient de Poisson ;
- Lois de comportement : élasticité linéaire, loi de Hooke, limite élastique et critère de plasticité ;
- Exemples de déformations élastiques dans des cas simples : traction, flexion, cisaillement ;
- Introduction au formalisme des contraintes et des déformations, loi de Hooke généralisée pour des sollicitations mécaniques plus complexes.

Prérequis

Notions élémentaires de mécanique classique et de thermodynamique (S1, S3) macroscopique, équations aux dérivées partielles, algèbre et analyse vectorielle.
Hydrostatique (S1), théorème de Bernoulli (S2).

Thèmes abordés

Phénomènes de transport, d'hydrodynamique et d'élasticité d'un point de vue macroscopique.

Savoir-faire techniques

- Comprendre intuitivement la physique des milieux continus ;
- Savoir identifier les grandeurs physiques pertinentes dans la description d'un phénomène macroscopique ;
- Savoir appliquer les notions de champs de vecteurs et de leurs dérivées locales (gradient, rotationnel, divergence) aux fluides et milieux déformables. Appliquer les équations de bilan à un élément de volume et dresser le bilan dans des cas simples ;
- Savoir distinguer régime permanent et régime transitoire.

Savoir-faire expérimentaux

Suggestion de projets expérimentaux et numériques.

Organisation pédagogique

À distance, l'assimilation du cours sera facilitée par une série d'exercices autocorrectifs, et validées par trois devoirs maison corrigés, recouvrant les trois parties du programme. Le cours théorique sera complété par la mise en application des notions acquises dans les TD et les 3 séances de résolution de problèmes. Une épreuve écrite finale sera organisée.

Ouvrages de référence

Thermodynamique, Bertin, Faroux, Renault, Dunod.

Physique Spé, Olivier, Gié, Sarmant, Tec & Doc.

Thermodynamique, Pérez, Masson.

Physique pour les sciences de la vie, Bouyssy, Davier, Gatty, Belin.

Hydrodynamique Physique, E. Guyon, J.-P. Hulin et L. Petit, 3ème édition, EDP Sciences, 2012.

Mécanique des fluides, S. Candel, Dunod.

Gouttes, bulles, perles et ondes, P.-G. de Gennes, F. Brochard-Wyart, D. Quéré, Belin, 2006.

Le cours de Physique de Feynman – Électromagnétisme, tome 2, R. Feynman, chap. 38, 39, 31.

Informations pratiques

Crédits

6 ECTS

Période d'enseignement :

1^{er} semestre de L3 (S5)

Enseignement à distance :

Oui

Enseignement en présentiel :

Oui

Volume horaire : 90h

CM : 26h (=13x2h)

TD: 28h (=13x2h)

RP : 6h (=3x2h)

Travail personnel de l'étudiant : 58h

Contact

Enseignant

Jean-Christophe RAUT