

# Diffusion et systèmes ouverts



## Présentation

**Code interne :** JP4DIFFU

### Description

Systèmes ouverts

Exemples d'études de machines thermodynamiques réelles à l'aide de diagrammes (P, h), (T, s), (h, s)

Diffusion de particules

Modes de transport :

Distinguer le transport de matière par diffusion de celui par convection.

Débit de particules

Densité particulaire et notion d'équilibre thermodynamique local :

Connaître la différence entre un volume mésoscopique où il y a équilibre thermodynamique local et un volume macroscopique où le système est faiblement hors équilibre.

Vecteur densité de courant de particules

Loi de Fick :

Connaître la loi de Fick dans le cas 3D. Utiliser la loi de Fick en géométrie cartésienne, cylindrique ou sphérique.

Coefficient de diffusion. Savoir retrouver son unité par calcul dimensionnel.

Bilans de particules, Conservation de la matière :

Utiliser la notion de flux pour traduire un bilan global de particules.

établir une équation traduisant un bilan local dans le cas unidimensionnel, ou pour des géométries à symétries sphériques ou cylindriques (variable  $r$  uniquement), éventuellement en présence de sources internes.

Connaître l'équation locale de conservation de la matière à 3D.

équation de diffusion en l'absence ou présence de sources internes. Irréversibilité :

établir une équation de la diffusion dans le seul cas d'un problème unidimensionnel en géométrie cartésienne.

Connaître l'équation de diffusion à 3D.


Analyser une équation de diffusion sans source en ordre de grandeur pour relier des échelles caractéristiques spatiales et temporelles.

Condition aux limites :

exploiter la continuité de la densité particulaire ou du flux de particules (débit) pour expliciter une condition aux limites.

Régimes stationnaires/ARQS :

Résoudre l'équation de diffusion en régime stationnaire en appliquant les CL



Utiliser la conservation du flux sous forme locale ou globale en l'absence de source interne. Faire le lien avec la loi des noeuds en électrocinétique.

Comparer le temps caractéristique d'évolution des sources ou des CL avec le temps caractéristique de diffusion pour valider l'hypothèse d'ARQS.

Diffusion thermique

Les différents modes de transfert thermique : diffusion, convection et rayonnement

Vecteur densité de courant thermique

Exprimer le flux thermique à travers une surface en utilisant le vecteur  $j_Q$ .

Lier le flux thermique à la puissance thermique traversant la surface.

Température et notion d'équilibre thermodynamique local :

Connaître la différence entre un volume mésoscopique où il y a équilibre thermodynamique local et un volume macroscopique où le système est faiblement hors équilibre.

Bilans d'énergie. Conservation de l'énergie :

Utiliser le premier principe dans le cas d'un milieu solide pour établir une équation locale dans le cas unidimensionnel, ou pour des géométries à symétries sphériques ou cylindriques (variable  $r$  uniquement) éventuellement en présence de sources internes.

Connaître l'équation locale de conservation de l'énergie à 3D.

Loi de Fourier :

Connaître la loi de Fourier dans le cas 3D.

Utiliser la loi de Fourier en géométrie cartésienne, cylindrique ou sphérique.

équation de la diffusion thermique en l'absence ou présence de sources internes :

établir une équation de la diffusion dans le seul cas d'un problème unidimensionnel en géométrie cartésienne.

Connaître l'équation de diffusion à 3D.

Analyser une équation de diffusion en ordre de grandeur pour relier des échelles caractéristiques spatiale et temporelle.

Conditions aux limites. Loi de Newton :

Exploiter la continuité de la température pour un contact thermique parfait. Exploiter la continuité du flux (= puissance) thermique dans les autres cas.

Exploiter la loi de Newton pour exprimer la puissance thermique cédée par un solide à une interface solide/fluide.

Exploiter la conservation du flux et la loi de Newton pour expliciter une condition à une limite solide/fluide.

Régimes stationnaires et ARQS. Notion de résistance thermique :

Utiliser la conservation du flux sous forme locale ou globale en l'absence de source interne.

Mettre en évidence un temps caractéristique d'évolution de la température pour justifier l'ARQS.

Définir la notion de résistance thermique par analogie avec l'électrocinétique.

établir, dans le cas unidimensionnel, l'expression d'une résistance thermique : d'un solide, d'une interface solide-fluide

Utiliser des associations de résistances thermiques

Ondes thermiques :

Savoir établir la relation de dispersion (la forme en pseudo-OPPH avec  $k$  complexe étant donnée). Distance d'atténuation.

Rayonnement thermique : Approche descriptive du rayonnement du corps noir : loi de Wien, loi de Stefan

Utiliser les expressions fournies des lois de Wien et de Stefan pour expliquer qualitativement l'effet de serre

---

## Informations complémentaires

Systèmes ouverts

Diffusion de particules

Diffusion thermique

## Modalités de contrôle des connaissances

### Évaluation initiale / Session principale - Épreuves

Type d'évaluation	Nature de l'épreuve	Durée (en minutes)	Nombre d'épreuves	Coefficient de l'épreuve	Note éliminatoire de l'épreuve	Remarques
Contrôle Continu Intégral	Devoir surveillé			1		

## Infos pratiques

### Contacts

Kevin Caiveau

✉ [Kevin.Caiveau@bordeaux-inp.fr](mailto:Kevin.Caiveau@bordeaux-inp.fr)