

LP29 : Phénomènes de transport

Element imposé

Cellule de Rayleigh Bénard

Introduction pédagogique

Niveau BCPST2

Prérequis :

- Thermodynamique (Energie interne, enthalpie, 1er principe)
- Mathématiques (Résolution d'équations différentielles, gradient)
- Mécanique (Energie cinétique, potentielle, travail des forces de pression)

Difficultés :

- Notion de flux abstraite
- Il faut être rigoureux pour établir des bilans (oublie de dx etc)

Biblio :

- "Ce que disent les fluides" (E. Guyon) (élément imposé)
- Sanz PC/PC*
- Côte Physique chimie BCPST 2

Activités liées

- TD : Résolution de l'équation de diffusion (avec terme de source), Utilisation du premier principe industriel (savoir placer des points sur un cycle etc)

Introduction

Différents modes de transfert de matière

1 Diffusion

Diffusion de particules

Projeté : Diffusion dans un becher d'un colorant Définition de diffusion de particules. Introduction du schéma : cylindre entre x et $x+dx$ introduction de N et n (densité particulaire) introduction de j tel que flux = intégral double de $j \cdot dS$

Bilan au tableau On simplifie par dS , puis on divise par dx et dt . On approxime ça a une dérivée.

Loi de Fick Equation de diffusion Ordre de grandeurs des coefficients de diffusion gaz, liquide, solides.

Manip : Quand le bleu atteint les graduations on note le temps nécessaire. Approximations en ordre de grandeur : on obtient $D = \delta^2 / \tau$.

Incertitudes : Sur le temps : 1s (lecture) Sur la distance : Progressive

1.1 Diffusion thermique

Définition diffusion thermique. Définition système cylindrique. Démonstration loi de Fourier

2 Convection

2.1 Bilan de matière

Pas le temps

2.2 Cellule de Rayleigh Bénard

Compétition convection, diffusion. Convection car plus chaud en bas donc dilatation.

3 Conclusion

En général on néglige la convection ou la diffusion mais en réalité on a toujours les deux.

4 Question

- Nombre adimensionné qui caractérise la cellule de Rayleigh Bénard ? Nombre de Rayleigh
- Exemple de la vie de tous les jours ? Dans une casserole.
- Comment ça marche théoriquement la cellule de Rayleigh Bénard ? Approximation de Boussinesq. On prend une dépendance linéaire
- Quel TP faire ? Barre de cuivre pour faire de la diffusion de chaleur. En régime stationnaire. Mais intéressant de le faire en régime non stationnaire pour montrer les temps caractéristiques.
- Intérêt pédagogique de faire en régime stationnaire ou non ? Stationnaire plus simple
- Dans quel cadre résoudre l'équation de diffusion ? En stationnaire
- Comment ça se passe en non stationnaire ? Séparation des variables t et x (si forçage). Ou transformé de Fourier.
- Faisable au niveau L2 ? En fin de L2 oui (séparation de variables).
- Particularité du rayonnement ? Pas besoin de milieu.
- image, à quel moment intervient la diffusion ? Entre les images 3 et 4.
- toujours sur l'image, comment ça s'étale ? Linéaire
- Cylindre à 3D alors que diffusion 1D, justifier ce choix peda ? Plutôt faire une ligne qu'un cylindre car conditions au bord. Mais défense en faisant lien avec l'ammoniac.
- Date équation de Fick ? 1850
- Fourier ou Fick en premier ? Fourier (1820)
- D'où vient la loi de Fick ? Maximisation de l'entropie (pour le -)

- Pourquoi c'est une dérivée première ? Approximation
- Pourquoi ça ne peut pas être une dérivée seconde ? Irréversible
- $J = -D \text{grad}(n)$ approximation sur D ? D ne dépend pas de l'espace.
- Equation de la diffusion en 3D ? Laplacien
- Propriétés ? Irréversibilité, anisotropie, linéaire (permet de superposer les termes de source)
- Comment on mesure la diffusion d'un solide dans un solide ? Sujet centrale PC, écoulement du glacier du mont Blanc (avec images satellite)
- Pourquoi c'est bleu ?
- C'est quoi le Xi^2 ? Ecart quadratique (valeur sur incertitude au carré)
- Est ce que c'est bien ? Si c'est 1 c'est bien, si c'est beaucoup très loin des incertitudes, si c'est très peu les incertitudes
- Si y a de la convection comment ça se voit sur le graph ? Tu vas très vite au début mais sur un temps très court. La droite ne passe pas par 0.
- Vitesse de migration par capillarité ?
- Autre analogie ? Electrique
- Analogie n , bilan, j etc ? j =intensité, D = conductivité, loi d'Ohm
- Autre analogie ? Diffusion de quantité de matière dans les écoulements visqueux. Flux = force de Newton.
- Loi empirique qui relie la conductivité thermique et électrique ? loi de Wiedemann- Franz. Sympa à faire en TD.
- TD premier principe ?

Question pédagogique : Une élève qui vient te voir avant les vacances et te dis qu'elle veut pas rentrer chez elle car elle a peur de son père. Que faire ? Voir le CPE.

5 Retour

Plus utiliser l'analogie, pour le deuxième donner directement les équations etc. Parler plutôt des compétition entre les différents régimes. Donne lieu à l'étude des nombres adimensionnés.