Programme de colles

Semaine 5
du 13/10 au 17/10

Phénomènes de transport
Révisions d'électrocinétique

Chapitres au programme (cours & exercices)

- *Révisions* : Montages à ALI
- Introduction à la modélisation des phénomènes de transport
- Diffusion de particules
- Diffusion thermique (les problèmes avec des échanges conducto-convectifs ne sont pas au programme cette semaine)

Valeurs numériques & Ordres de grandeur utiles

À connaître par cœur : en plus de tous les ordres de grandeur des semaines 1 à 4

- Constante de Boltzmann : $k_{\mathrm{B}} = \mathcal{R}/\mathcal{N}_{\mathrm{A}} = 1{,}38 \cdot 10^{-23}\ \mathrm{J \cdot K^{-1}}$
- Vitesse quadratique moyenne des molécules d'un gaz dans les conditions usuelles : $u^* \approx 5 \cdot 10^2\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$
- Libre parcours moyen dans un gaz pour des conditions usuelles : $\ell^* \approx 0{,}1\ \mu\mathrm{m}$
- Diamètre des molécules d'un gaz assimilées à des sphères rigides : $d \approx 1$ Å
- Conductivité thermique du cuivre à 298 K $\lambda \simeq 400\ \mathrm{W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}}$
- Conductivité thermique du béton à 298 K $\lambda \simeq 2\ \mathrm{W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}}$
- Conductivité thermique du verre à 298 K $\lambda \simeq 1\ \mathrm{W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}}$
- Conductivité thermique de l'eau à 298 K $\lambda \simeq 0{,}6\ \mathrm{W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}}$
- Conductivité thermique de l'air à 298 K sous 1 bar $\lambda \simeq 3 \cdot 10^{-2}\ \mathrm{W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}}$

À savoir estimer rapidement : durée caractéristique d'une expérience de diffusion donnée, résistance thermique d'une fenêtre à simple/double vitrage. . .

Détails sur le contenu des chapitres

Montages à ALI (révisions de PCSI)

Filtres actifs en électronique. Modèle de l'ALI idéal en régime linéaire.	Identifier la présence d'une rétroaction sur la borne inverseuse comme un indice de fonctionnement en régime linéaire. Établir la relation entrée-sortie des montages non inverseur, suiveur, inverseur, intégrateur. Déterminer leurs impédances d'entrée.

Introduction à la modélisation des phénomènes de transport

Vecteur densité de flux de particules $\overrightarrow{j_{\mathrm{N}}}$.	Exprimer le nombre de particules traversant une surface en utilisant le vecteur $\overrightarrow{j_{\mathrm{N}}}$.
Bilans de particules.	Utiliser la notion de flux pour traduire un bilan global de particules. Établir l'équation locale traduisant un bilan de particules dans le cas d'un problème ne dépendant que d'une seule coordonnée d'espace en coordonnées cartésiennes, cylindriques et sphériques, éventuellement en présence de sources internes. Utiliser l'opérateur divergence et son expression fournie pour exprimer le bilan local de particules dans le cas d'une géométrie quelconque.

Diffusion de particules

Loi de Fick.	Utiliser la loi de Fick. Citer l'ordre de grandeur d'un coefficient de diffusion dans un gaz dans les conditions usuelles.
Régimes stationnaires.	Utiliser, en régime stationnaire, la conservation du flux sous forme locale ou globale en l'absence de sources internes.
Équation de diffusion en l'absence de sources internes.	Établir l'équation de la diffusion en l'absence de sources internes.

	Utiliser l'opérateur laplacien et son expression fournie pour écrire l'équation de diffusion dans le cas d'une géométrie quelconque. Analyser une équation de diffusion en ordres de grandeur pour relier des échelles caractéristiques spatiale et temporelle.
Approche microscopique du phénomène de diffusion.	Mettre en place un modèle probabiliste discret à une dimension de la diffusion (marche au hasard) et évaluer le coefficient de diffusion associé en fonction du libre parcours moyen et de la vitesse quadratique moyenne.

Diffusion thermique

Vecteur densité de flux thermique $\overrightarrow{j_{\mathrm{Q}}}$.	Exprimer le flux thermique à travers une surface orientée en utilisant le vecteur $\overrightarrow{j_{\mathrm{Q}}}$.
Premier principe de la thermodynamique.	Établir, pour un milieu solide, l'équation locale traduisant le premier principe dans le cas d'un problème ne dépendant que d'une seule coordonnée d'espace en coordonnées cartésiennes, cylindriques et sphériques, éventuellement en présence de sources internes. Utiliser l'opérateur divergence et son expression fournie pour exprimer le bilan local dans le cas d'une géométrie quelconque, éventuellement en présence de sources internes.
Loi de Fourier.	Utiliser la loi de Fourier. Citer quelques ordres de grandeur de conductivité thermique dans les conditions usuelles.
Régimes stationnaires. Résistance thermique.	Utiliser la conservation du flux sous forme locale ou globale en l'absence de source interne. Définir la notion de résistance thermique par analogie avec l'électrocinétique. Établir l'expression d'une résistance thermique dans le cas d'un modèle unidimensionnel. Utiliser les lois d'associations de résistances.
Équation de la diffusion thermique.	Établir une équation de diffusion thermique. Utiliser l'opérateur laplacien et son expression fournie pour écrire l'équation de diffusion dans le cas d'une géométrie quelconque. Analyser une équation de diffusion en ordres de grandeur pour relier des échelles caractéristiques spatiale et temporelle.