

3. Thermodynamique

TH03 Diffusion thermique

Vecteur densité de flux thermique $\vec{j}_Q$	Exprimer le flux thermique à travers une surface orientée en utilisant le vecteur $\vec{j}_Q$.
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 qu'une 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 : air, eau, béton, métaux.
Régimes stationnaires. Résistance thermique.	Utiliser la conservation du flux thermique 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 thermiques.

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. Utiliser la loi de Newton fournie comme condition aux limites à une interface solide- fluide.
-------------------------------------	---

- Vecteur densité de courant thermique $\vec{j}_Q(M, t)$ est tel

$$\delta Q = \vec{j}_Q \cdot d\vec{S}_M dt$$

- Le flux thermique noté Φ_{th} est la puissance du transfert thermique à travers une surface orientée $\mathcal{S}$

$$\Phi_{th}(t) = \iint_{M \in \mathcal{S}} \vec{j}_Q(M, t) \cdot d\vec{S}_M$$

- Loi de Fourier :

$$\vec{j}_Q = -\lambda \overrightarrow{\text{grad}} T$$

- Bilan thermique local (savoir l'établir) :

En 1DD :

$$\rho c \frac{\partial T(x, t)}{\partial t} + \frac{\partial j_Q(x, t)}{\partial x} = \begin{cases} 0 & \text{en l'absence de sources} \\ p(x, t) & \text{avec un taux production interne } p \end{cases}$$

En symétrie cylindrique :

$$\rho c \frac{\partial T(r, t)}{\partial t} + \frac{1}{r} \frac{\partial r j_Q(r, t)}{\partial r} = \begin{cases} 0 & \text{en l'absence de sources} \\ p(r, t) & \text{avec une source} \end{cases}$$

En symétrie sphérique :

$$\rho c \frac{\partial T(r,t)}{\partial t} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial r^2 j_Q(r,t)}{\partial r} = \begin{cases} 0 & \text{en l'absence de sources} \\ p(r,t) & \text{avec une source} \end{cases}$$

- Équation de la chaleur, avec un terme de production local :

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\lambda}{\rho c} \Delta T + \frac{p}{\rho c}$$

- $L^2 \simeq D\tau$
- Régime stationnaire en l'absence de source : conservation du flux thermique (forme locale globale).

Résistance thermique : définition, expressions (à établir) dans les cas 1DD, cylindrique et sphérique.

$$R_{th} = \frac{T_1 - T_2}{\Phi_{th,1 \rightarrow 2}}$$

TH04 Rayonnement thermique

Approche descriptive du rayonnement du corps noir. Loi de Wien, loi de Stefan. Effet de serre. Albédo.	Exploiter les expressions fournies des lois de Wien et de Stefan. Analyser quantitativement l'effet de serre en s'appuyant sur un bilan énergétique dans le cadre d'un modèle à une couche.
--	---

6. Physique des ondes

Ondes3 Ondes électromagnétiques dans le vide

Équations de propagation d'un champ électromagnétique dans une région sans charge ni courant.	Établir et citer les équations de propagation d'un champ électromagnétique dans le vide.
Structure d'une onde plane progressive harmonique.	Établir et exploiter la structure d'une onde électromagnétique plane progressive harmonique. Utiliser la superposition d'ondes planes progressives harmoniques pour justifier les propriétés d'ondes électromagnétiques planes progressives non harmoniques.
Aspects énergétiques.	Relier la direction du vecteur de Poynting et la direction de propagation de l'onde électromagnétique. Interpréter le flux du vecteur de Poynting en termes particuliers. Citer quelques ordres de grandeur de flux énergétiques surfaciques moyens et les relier aux ordres de grandeur des champs électriques associés.
Polarisation des ondes électromagnétiques planes progressives harmoniques : polarisation elliptique, circulaire et rectiligne.	Relier l'expression du champ électrique à l'état de polarisation de l'onde.