

Diffusion thermique

Ondes mécaniques dans les solides

Chapitres au programme (cours & exercices)

- Diffusion thermique
- Modélisation d'ondes mécaniques : découverte de l'équation d'onde de d'Alembert
- Résolution de l'équation de d'Alembert à une dimension : familles de solutions & applications (cours uniquement)

Valeurs numériques & Ordres de grandeur utiles

À connaître par cœur : en plus de tous les ordres de grandeur des semaines 1 à 6

- Tension d'une corde de guitare $T_0 \sim 10^2$ N
- Célérité des ondes transversales dans une corde de guitare $c \sim 10^2$ m · s⁻¹
- Masse volumique d'un solide métallique $\rho \sim 10^3$ kg · m⁻³
- Paramètre de maille d'un solide métallique $a \sim 10^2$ pm
- Énergie de liaison interatomique dans un solide métallique $\mathcal{E}_\ell \sim$ qqes eV
- Module de Young d'un solide métallique $E \sim 10^2$ GPa
- Célérité du son dans un solide $c \sim 10^3$ m · s⁻¹
- Célérité des signaux dans un câble coaxial $c \sim 10^8$ m · s⁻¹

À savoir estimer rapidement : masse linéique d'une corde de guitare, célérité des ondes transversales dans une corde de guitare, célérité des ondes longitudinales dans un solide en utilisant le modèle de la chaîne d'atomes ou le module de Young. . .

Détails sur le contenu des chapitres

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 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 : air, eau, béton, métaux.
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 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.

Modélisation d'ondes mécaniques - Équation d'onde de d'Alembert

Ondes transversales sur une corde vibrante.	Établir l'équation d'onde décrivant les ondes transversales sur une corde vibrante infiniment souple dans l'approximation des petits mouvements transverses.
<p>Domaine d'élasticité d'un solide : module de Young, loi de Hooke.</p> <p>Ondes mécaniques longitudinales dans une tige solide dans l'approximation des milieux continus.</p>	<p>Exploiter le modèle de la chaîne d'atomes élastiquement liés pour relier le module de Young d'un solide élastique à ses caractéristiques microscopiques.</p> <p>Établir l'équation d'onde décrivant les ondes mécaniques longitudinales dans une tige solide.</p>
Équation de d'Alembert ; célérité.	Identifier l'équation de d'Alembert. Relier qualitativement la célérité d'ondes mécaniques, la raideur et l'inertie du milieu support.

Résolution de l'équation de d'Alembert : Familles de solutions & Applications

<p>Ondes progressives, ondes progressives harmoniques ; ondes stationnaires.</p> <p>Modes propres d'une corde vibrante fixée à ses deux extrémités. Résonances d'une corde de Melde.</p>	<p>Différencier une onde stationnaire d'une onde progressive.</p> <p>Utiliser qualitativement l'analyse de Fourier pour décrire une onde non harmonique.</p> <p>Décrire les modes propres d'une corde vibrante fixée à ses deux extrémités.</p> <p>Interpréter quantitativement les résonances observées avec la corde de Melde en négligeant l'amortissement.</p>
--	--