

Validation des compétences

Notions et contenus

Capacités exigibles = « Je dois être capable de... »

Phénomènes de transport

1. Transferts thermiques

Formulation infinitésimale des principes de la thermodynamique

| | |
|---|---|
| <p>Premier principe : $dU + dE_c = \delta Q + \delta W$</p> <p>Deuxième principe : $dS = \delta S_e + \delta S_c$</p> <p>Avec $\delta S_e = \frac{\delta Q}{T_0}$ pour une évolution monotherme.</p> | <p>Énoncer et exploiter les principes de la thermodynamique pour une transformation élémentaire.</p> <p>Utiliser avec rigueur les notations d et δ en leur attachant une signification</p> |
|---|---|

Equation de la diffusion thermique

| | |
|---|---|
| Les différents modes de transfert thermique : diffusion, convection et rayonnement. | Citer les trois modes de transfert thermique. Expliquer que la diffusion est un déplacement d'énergie de proche en proche dans la matière macroscopiquement immobile. |
| Vecteur densité de courant thermique | Exprimer le flux thermique comme le flux du vecteur à travers une surface orientée. |
| Équilibre thermodynamique local. | Utiliser les champs scalaires intensifs (volumiques ou massiques) associés à des grandeurs extensives de la thermodynamique. |
| Loi phénoménologique de Fourier. | Énoncer et utiliser la loi de Fourier. Citer quelques ordres de grandeur de conductivité thermique dans les conditions usuelles : air, eau, béton, acier. |
| Bilan d'énergie. | <p>Pour un milieu évoluant à volume constant, établir 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.</p> <p>Admettre et utiliser une généralisation en géométrie quelconque en utilisant l'opérateur divergence et son expression fournie.</p> |
| Équation de la diffusion thermique. | <p>Établir l'équation de diffusion vérifiée par la température, avec ou sans terme source.</p> <p>Analyser une équation de diffusion en ordre de grandeur pour relier des échelles caractéristiques spatiale et temporelle.</p> <p>Relier l'équation de diffusion à l'irréversibilité temporelle du phénomène.</p> <p>Exploiter la linéarité de l'équation de diffusion.</p> |

| | |
|-------------------------|--|
| | Capacité numérique : à l'aide d'un langage de programmation, résoudre l'équation de la diffusion thermique à une dimension par une méthode des différences finies dérivée de la méthode d'Euler explicite de résolution des équations différentielles ordinaires. |
| Conditions aux limites. | Exploiter la continuité du flux thermique. Exploiter la continuité de la température pour un contact thermique parfait. Utiliser la relation de Newton (fournie) à l'interface solide-fluide. |

Régime stationnaire – ARQS

| | |
|---|--|
| Résistance ou conductance thermique. | Définir la notion de résistance thermique par analogie avec l'électrocinétique. Énoncer les conditions d'application de l'analogie. Établir l'expression de la résistance thermique d'un cylindre calorifugé latéralement. Exploiter des associations de résistances thermiques en série ou en parallèle. |
| ARQS, analogie électrocinétique avec un circuit RC. | Mettre en évidence un temps caractéristique d'évolution de la température. Justifier l'ARQS. Établir l'analogie avec un circuit électrique RC. |

Ondes thermiques

| | |
|--------------------------|--|
| Relation de dispersion. | Établir la relation de dispersion des ondes thermiques en géométrie unidirectionnelle. |
| Effet de peau thermique. | Mettre en évidence le déphasage lié à la propagation. Établir une distance caractéristique d'atténuation. |

2. Diffusion de particules

| | |
|---|---|
| Les différents modes de transfert de masse : diffusion et convection. | Citer les deux modes de transfert. |
| Vecteur densité de courant de particules | Exprimer le débit de particules comme le flux du vecteur à travers une surface orientée. |
| Loi phénoménologique de Fick. | Énoncer et utiliser la loi de Fick. |
| Bilan de particules. | Établir l'équation locale de bilan de particules avec ou sans terme source. |
| Équation de diffusion. | Établir l'équation de diffusion. Relier l'équation de diffusion à l'irréversibilité temporelle du phénomène. |