

Physique pour Geosciences (1) :
THERMODYNAMIQUE

CoPG1Th5

Fiche de cours

kaminski@ipgp.jussieu.fr

Résumé du cours IV : Transferts thermiques

Lorsque deux corps de température différente sont mis en contact, une échange de chaleur se produit depuis le corps chaud vers le corps froid (en accord avec le second principe).

Les échanges de chaleur peuvent avoir lieu par radiation, par conduction et par convection.

Radiation

La radiation est un mode de transfert de la chaleur par rayonnement, possible dans le vide.

La chaleur \dot{q} émise par un corps de température T (en K) dans un environnement à température T_0 , par unité de temps et de surface, est donnée par

$$\dot{q} = e\sigma (T^4 - T_0^4), \quad (1)$$

où e est l'émissivité du corps, comprise entre 0 et 1 ($e=1$ pour un corps noir), et où $\sigma=5.67061\pm 0.00019 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$ est la constante de Stefan-Boltzmann.

Conduction

La conduction de la chaleur se produit par diffusion de la quantité de mouvement associée à l'agitation thermique moléculaire, et a lieu de proche en proche au sein de la matière.

Le flux de chaleur \vec{q} , quantité de chaleur par unité de temps et par unité de surface, transmis par conduction est donné par la loi de Fourier,

$$\vec{q} = -k\vec{\nabla}T, \quad (2)$$

avec k la conductivité thermique (W m K^{-1}) et $\vec{\nabla}$ l'opérateur gradient (par exemple $d/dz \vec{i}_z$ dans la direction z).

Comme illustration, la chaleur transmise par unité de temps et de surface, perpendiculairement à une vitre d'épaisseur d séparant une pièce à la température T du milieu extérieur à une température plus faible T_0 , dans l'hypothèse d'un profile de température linéaire au travers de la vitre, s'écrira

$$\dot{q} = k \frac{T - T_0}{d}, \quad (3)$$

où \dot{q} est transmise de l'intérieur vers l'extérieur.

Convection

La convection est un transfert de chaleur associé à un mouvement (advection) de la matière. Si le mouvement est d'origine naturelle, dû aux forces d'Archimède résultant des différences de densité en fonction des différences de température dans le milieu, la convection est dite naturelle. Elle est forcée si le mouvement est imposé par une source externe (ex. un ventilateur). Un milieu convectif présente toujours des couches limites où la chaleur est transmise par conduction.