Corrigé des exercices du livre
Chapitre 16 : transferts thermiques et bilans d'énergie

Exercice 13 : Calculer une capacité thermique

a. $c_1 = \frac{E}{m\Delta\theta} = \frac{12.10^3}{475.10^{-3}\times(90-20)} = 3{,}6.10^2\ J.kg^{-1}.°C^{-1}$

b. $c_{ref} \in \left[\overline{c_{exp}} \pm u\left(\overline{c_{exp}}\right)\right]$. La mesure expérimentale de la capacité thermique est donc acceptable.

Exercice 17 : Analyser un mode de transfert thermique

a. Un radiateur thermique mis en fonctionnement dans une pièce froide va réchauffer l'air à proximité par rayonnement. Le différentiel de température se mettant en place va entraîner un réchauffement du reste de la pièce par convection.

b. Du thé brulant versé dans une tasse à 20 °C va réchauffer la tasse par conduction.

c. Des braises incandescentes dans un barbecue cuisant de la viande vont la cuire par rayonnement.

d. Des glaçons placés à l'air libre dans une pièce à 20°C vont fondre par conduction au contact de l'air.

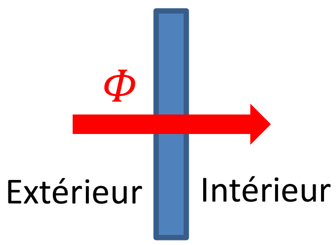
Exercice 20 : Calculer des flux thermiques

$$\phi = \frac{\Delta\theta}{R_{th}} = \frac{20-5}{3{,}3.10^{-3}} = 4{,}5.10^3\ W$$

$$E_{perdue} = \phi\Delta t = 4{,}5.10^3 \times 24 \times 3600 = 3{,}9.10^8\ J = 3{,}8.10^2\ MJ$$

Exercice 27 : Résistance thermique d'une paroi

a.



b. $\phi = \frac{\Delta\theta}{R_{th}} \Rightarrow R_{th} = \frac{\Delta\theta}{\phi} = \frac{25}{600} = 4{,}2.10^{-2}\ K.W^{-1}$

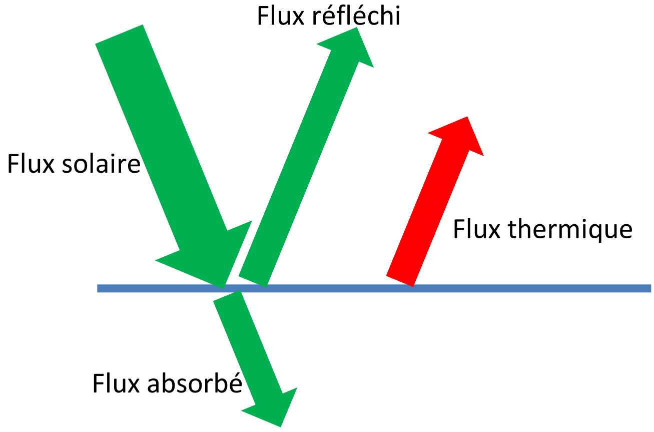
Exercice 28 : Chaud ou froid

a. Dans les 2 cas, on constate un flux thermique du corps vers l'objet. La résistance thermique du verre étant plus faible que celle du bois, le flux thermique est plus important de la main vers le verre que de la main vers le bois.

b. La sensation de chaud/froid est liée à l'intensité du flux thermique. Plus le flux est important, plus la sensation est marquée. Cela explique pourquoi le verre semble plus froid que le bois.

Exercice 33 : Température de surface d'une planète

a.



b. Mercure étant à l'équilibre radiatif, le flux émis est égal au flux reçu. Par ailleurs, on considère qu'elle rayonne comme un corps noir.

$\Phi_{réfléchi} + \Phi_{thermique} = \Phi_{solaire} \Rightarrow A\Phi_{solaire} + \sigma T^4 = \Phi_{solaire}$

$$\Rightarrow T = \left(\frac{\Phi_{solaire}(1-A)}{\sigma}\right)^{1/4} = \left(\frac{2367(1-0{,}12)}{5{,}67.10^{-8}}\right)^{1/4} = 4{,}4.10^2\ K$$

On retrouve une valeur proche de la valeur réelle de la température de surface de Mercure.

Albédo : Proportion du rayonnement reçu réfléchi par la surface d'une planète.

c. Contrairement à Mercure, Vénus possède une atmosphère. Par ailleurs, cette atmosphère est riche en gaz à effet de serre, d'où une température de surface plus élevée sur Vénus que sur Mercure.

Exercice 36 : Confort thermique d'un igloo

a. L'expression entre guillemets correspond au flux thermique de l'Inuit vers l'extérieur. Son unité SI est le watt (W).

b. Pour que la température à l'intérieur de l'igloo reste constante, il faut que son bilan thermique soit nul, c'est-à-dire que le flux vers l'extérieur de l'igloo est compensé par le flux depuis ses 3 occupants :

$$|\Phi_{ext}| = |\Phi_{occ}| \Rightarrow \frac{\Delta\theta}{R_{th_{igloo}}} = 3\Phi_{Inuit} \Rightarrow R_{th_{igloo}} = \frac{\Delta\theta}{3\Phi_{Inuit}} = \frac{20-(-40)}{3 \times \frac{0{,}5.10^6}{3600}} = 0{,}14\ K.W^{-1}$$

c. $R_{th} = \dfrac{\frac{1}{R_0} - \frac{1}{R_0+e}}{2\pi\lambda_{th}} \Rightarrow 2\pi\lambda_{th}R_{th} = \frac{1}{R_0} - \frac{1}{R_0+e} = \frac{e}{{R_0}^2 + R_0 e} \Rightarrow 2\pi\lambda_{th}R_{th}\left({R_0}^2 + R_0 e\right) = e$

$$\Rightarrow e(1 - 2\pi\lambda_{th}R_{th}R_0) = 2\pi\lambda_{th}R_{th}{R_0}^2 \Rightarrow e = \frac{2\pi\lambda_{th}R_{th}{R_0}^2}{(1 - 2\pi\lambda_{th}R_{th}R_0)}$$

$$\Rightarrow e = \frac{2\pi \times 0{,}25 \times 0{,}14 \times 1{,}0^2}{(1 - 2\pi \times 0{,}25 \times 0{,}14 \times 1{,}0)} = 0{,}28\ m$$

d. Au vu de la photo, l'épaisseur calculée semble cohérente avec la réalité.

Exercice 44 : Bien choisir son matelas de camping

1. Pour que le campeur n'ait pas froid, il faut que la totalité du transfert d'énergie vers l'extérieur reste inférieur à ce que le corps produit, soit 100 W. Or, lorsqu'un campeur est allongé dans un milieu extérieur à très basse température, 2/3 du flux thermique vers l'extérieur se fait par le sol. Par conséquent, le flux thermique maximal possible entre le sol et le campeur est égal à $\frac{2}{3} \times 100 = 67\ W$.

2. Le matelas du campeur a une R-value de 2.

Cela correspond à une résistance thermique $R_{th,mat} = \frac{2}{6} = 0{,}33\ m^2.K.W^{-1}$.

Rq : Erreur dans l'énoncé : il faut lire 1 $m^2.K.W^{-1}$ = 6 unités US. Si la R-value est de 6, cela correspond à 1 $m^2.K.W^{-1}$.

En plus du matelas, le campeur dispose de vêtements et d'un sac de couchage, dont la résistance thermique est réduite de 85% lorsqu'il est couché dessus. Les vêtements, le sac de couchage et le matelas sont superposés.
La résistance thermique totale de ce qui sépare le campeur du sol est donc :

$$R_{th,sol} = R_{th,matelas} + 0{,}85 R_{th,sac} + R_{th,vet} = 0{,}33 + 0{,}15 \times 0{,}60 + 0{,}05 = 0{,}47\ m^2.K.W^{-1}$$

$$\Rightarrow \Phi = \frac{|\Delta\theta|}{R_{th,sol}} S = \frac{|-5-37|}{0{,}47} \times 1{,}0 = 89\ W > 67\ W$$

Le matériel du campeur n'est pas adapté pour son voyage. Il doit prévoir un matelas plus performant, de R-value égale à 4.