

Série 8 : Introduction à l'entropie

Exercice 1 : Une soirée mal préparée

Vous invitez des amis chez vous pour une soirée cocktails mais vous avez complètement oublié de préparer des glaçons en avance. Vous remplissez maintenant trois réservoirs à 12 cubes (chaque cube a un volume de 10 ml) avec de l'eau à température ambiante ($T = 32^\circ\text{C}$) et les mettez au congélateur qui a un coefficient de performance de $CP = 2$, et une puissance d'entrée de 1.1 kW.

- Quel temps minimal devez-vous attendre pour avoir les glaçons ?
- Combien cette opération coûte-t-elle si le prix de l'électricité est de 25 centimes par kWh ?

Indications : Chaleur spécifique de l'eau (liquide) : $c_{eau} = 4186 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$; chaleur latente de fusion de l'eau : $L_f = 3.335 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1}$.

Exercice 2 : Un glaçon géant

Un bloc de glace de $m = 5 \text{ kg}$, initialement à -27°C , est sorti du congélateur. Il fond et se réchauffe à la température de la pièce que l'on suppose parfaitement isolée ($T_{\text{pièce}} = 27^\circ\text{C}$).

- Calculez la variation d'entropie de la glace.
- Calculez la variation d'entropie du système isolé “ glace + pièce ”.

Indications : Chaleur spécifique de la glace : $c_{\text{glace}} = 2050 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$; chaleur latente de fusion de l'eau : $L_f = 3.335 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1}$; chaleur spécifique de l'eau (liquide) : $c_{eau} = 4186 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

Exercice 3 : Une transformation irréversible

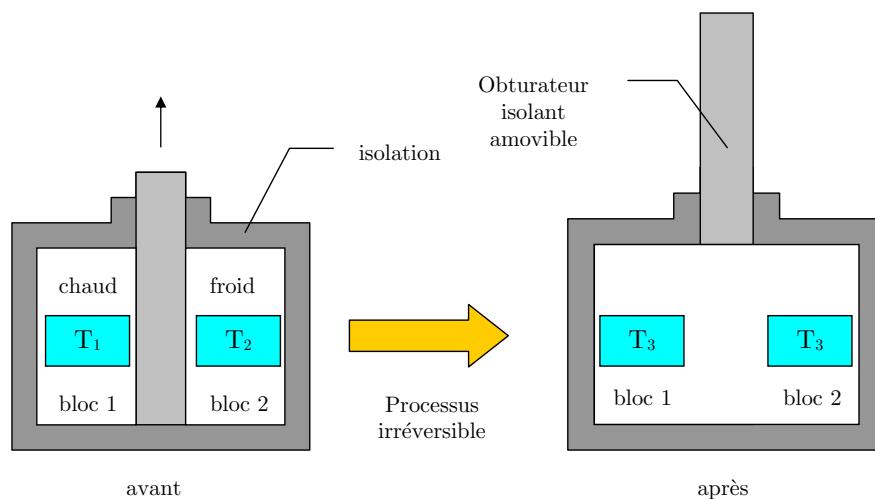


FIGURE 1 – Situation avant et après le déroulement du processus irréversible de l'Ex. 3.

La figure 1 montre deux blocs en cuivre 1 et 2 identiques, de masse $m = 2\text{ kg}$, et dont la température est respectivement $T_1 = 48^\circ\text{C}$ et $T_2 = 12^\circ\text{C}$. Les blocs sont dans une boîte thermiquement isolée et sont séparés par un obturateur isolant. Quand l'obturateur est soulevé, les blocs se stabilisent à la température $T_3 = 30^\circ\text{C}$. Quel est le changement net d'entropie du système formé par les deux blocs pendant ce processus irréversible ?

Indications : Chaleur spécifique du cuivre $c_{\text{cuivre}} = 386 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

Exercice 4 : Le cycle de Stirling

Un moteur thermique opère avec un cycle Stirling réversible, comme celui que vous avez vu durant l'expérience montrée au cours, avec deux isothermes pour la compression et la détente du gaz.

- Représentez ce cycle sur un diagramme $p - V$ et sur un diagramme $T - S$. Comment varie l'entropie du gaz le long de chaque transformation du cycle ?
- Calculez le chaleur qui entre dans le système pendant un cycle où 0.5 moles d'un gaz parfait diatomique sont comprimées à une température constante de 293 K en réduisant le volume d'un facteur 4. Le rapport entre les pressions finale et initiale du chauffage isochore est 2.

Indications : Constante des gaz parfaits : $R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

Exercice 5 : Variation d'entropie de l'Univers

Calculez la variation d'entropie de l'Univers (c-à-d. du système plus de l'environnement) dans les cas suivants :

- 10 litres d'eau à température ambiante ($T_1 = 20^\circ\text{C}$) et à une pression du 30 bars sont mis en contact avec un grand réservoir de température à $T_3 = 227^\circ\text{C}$.
- 10 litres d'eau à température ambiante et à une pression du 30 bars sont mis en contact avec un réservoir à $T_2 = 127^\circ\text{C}$, puis avec un réservoir à $T_3 = 227^\circ\text{C}$.
- En comparant les résultats a) et b), quelle est votre conclusion sur la génération d'entropie ?

Indications : Chaleur spécifique de l'eau (liquide) : $c_{\text{eau}} = 4186 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$. Considérez l'eau toujours à l'état liquide.