

**Thermodynamique série n°2 : Second principe****Exercice 1 : Fusion de la glace**

Un cube de glace de masse 400 g à la température de 0°C (273 K) fond dans l'eau à 0°C. De la chaleur est fournie par l'air ambiant qui joue le rôle de réservoir thermique à une température légèrement supérieure à 0°C. Le processus étant très lent, il est réversible. Quelle est la variation d'entropie (a) de la glace lorsqu'elle a complètement fondu ; (b) du réservoir thermique ; (c) de l'univers ?

**Données :** Enthalpie de fusion de la glace massique  $\Delta_{\text{fus}} h = 334 \text{ J.kg}^{-1}$ . On appelle encore cette grandeur **chaleur latente de fusion** (ancienne notation) notée  $L$ .

**Exercice 2 : Bille de cuivre dans le lac Léman (nom officiel IGN !)**

Une bille de cuivre de masse  $m = 0,5 \text{ kg}$  et de chaleur spécifique  $c = 390 \text{ J/(kg.K)}$  est à la température  $T_1 = 90^\circ\text{C}$ . On la lance dans un grand lac à la température  $T_2 = 10^\circ\text{C}$ , qui reste constante. Déterminer la variation d'entropie (a) de la bille ; (b) du lac ; (c) de l'univers.

**Exercice 3 : Transformation irréversible**

On suppose que 1 kg d'eau liquide à 100°C est placé en contact avec 1 kg d'eau liquide à 0°C. L'ensemble est placé dans un calorimètre.

**a)** Quelle est la température de l'eau à l'équilibre ?

**b)** Déterminer la variation d'entropie. Conclusion.

On suppose que la capacité thermique de l'eau est constante et vaut  $C_{\text{mas}} = 4190 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

**Exercice 4 : Entropie de mélange**

Un récipient, à parois athermanes de volume constant, est divisé en deux parties de volume  $V_1$  et  $V_2$  qui contiennent  $n_1$  et  $n_2$  moles de GP à la même température  $T_0$  et la même pression  $P_0$ .

**a)** Les GP sont différents.

On enlève la séparation entre les deux compartiments. Calculer la température finale et la variation d'entropie de l'ensemble en fonction des fractions molaires dans le mélange. Cette variation d'entropie porte le nom d'entropie de mélange ; quel est son signe ?

Cas particulier:  $n_1 = n_2 = n$ .

**b)** Les GP sont identiques: même question.

### Exercice 5 : Compressions adiabatiques

---

Un cylindre, de section  $S = 100 \text{ cm}^2$ , fermé par un piston de masse négligeable, contient  $n$  moles d'air à la température  $T_1 = 293 \text{ K}$  sous la pression  $P_1 = 1 \text{ bar}$ , dans un volume  $V_1 = 5 \text{ L}$ . Les parois du cylindre et le piston sont calorifugées. L'air est considéré comme un GP diatomique de masse molaire  $M = 29 \text{ g.mol}^{-1}$  et de capacité thermique molaire  $C_{V,\text{mol}} = 5R/2$ . On supposera que les échanges thermiques entre le gaz et le cylindre sont négligeables. On prendra  $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$ .

**a)** On comprime très lentement le gaz en déposant progressivement des masses très faibles de telle sorte que l'on atteigne une masse totale déposée  $m = 100 \text{ kg}$ . La transformation pourra donc être considérée comme **réversible**.

Le nouvel état du gaz est caractérisé par  $P_2, V_2, T_2$ .

- Calculer  $P_2 / P_1$  et  $T_2 / T_1$ .
- Calculer la variation d'énergie interne et la variation d'entropie.

**b)** A partir du même état initial  $P_1, V_1, T_1$ , on applique brusquement une force de compression constante en déposant sur le piston une masse  $m = 100 \text{ kg}$ . La transformation est donc **irréversible**. Pendant les oscillations du piston, on considère le gaz comme réel (viscosité non nulle et tourbillons). Le piston se stabilise finalement à une certaine hauteur et l'état final du GP est donné par  $P_3, V_3, T_3$ .

- Faire un bilan énergétique et calculer  $P_3 / P_1$  puis  $T_3 / T_1$ .
- Faire un bilan entropique. Exprimer  $\Delta S$  en fonction de  $x = P_3 / P_1$ .
- Montrer que  $\Delta S(x)$  passe par un minimum nul. Conclure sur la création d'entropie.