

DM19 – Thermodynamique

L'entropie d'une phase condensée à la température T et de capacité thermique C est donnée par

$$S(T) = C \ln \left(\frac{T}{T_0} \right) + S_0.$$

Exercice 1 – Vers une transformation réversible ?

Un bloc de cuivre de masse m , de capacité calorifique massique c et à la température T_0 est plongé dans un lac à la température T_f . On considère que le lac constitue un thermostat à la température T_f , le cuivre est modélisé par une phase condensée incompressible et indilatable.

1. Justifier qualitativement l'hypothèse selon laquelle le lac est modélisé par un thermostat.
2. Donner, en la justifiant, la température du bloc de cuivre à l'équilibre.
3. Exprimer la variation d'entropie du bloc de cuivre ainsi que l'entropie créée lors de la transformation. Commenter.

Au lieu de plonger directement le bloc de cuivre dans le lac, on le place d'abord dans un thermostat à température intermédiaire T_1 ($T_f < T_1 < T_0$), avant de le plonger dans le lac.

4. Exprimer la variation d'entropie du bloc de cuivre puis l'entropie créée lors de la transformation totale (donc les deux étapes). Commenter.

On plonge le bloc de cuivre successivement dans N milieux assimilés à des thermostats dont les températures T_i s'échelonnent régulièrement de T_0 à T_f ($i = 1, 2, \dots$).

5. Exprimer la variation d'entropie du bloc de cuivre entre l'état initial et l'état final, ainsi que l'entropie créée.
6. Étudier la limite quand N tend vers $+\infty$. Commenter.

Exercice 2 – Cuisson des frites

On plonge une masse $m = 300$ g de frites à température $T_{F0} = 0,00$ °C dans un bain d'huile de volume $V = 2,00$ L à la température initiale $T_{H0} = 180$ °C. On donne la capacité thermique massique de l'huile $c_{\text{huile}} = 4,80$ kJ · K⁻¹ · kg⁻¹ et la masse volumique de l'huile $\rho_{\text{huile}} = 0,920$ kg · L⁻¹. Les frites seront assimilées à des PCII dont la capacité thermique massique est égale à celle de l'eau liquide.

Dans un premier temps, la température de l'ensemble s'homogénéise jusqu'à la valeur T_1 . On néglige les transferts thermiques avec l'extérieur durant cette transformation.

1. Déterminer l'expression de T_1 et effectuer l'application numérique.
2. Déterminer et calculer l'entropie créée durant cette étape. Commenter.

Afin d'assurer la cuisson, la résistance électrique de la friteuse se remet à chauffer avec une puissance $\mathcal{P} = 1500$ W, elle s'éteint dès que la température atteint T_{H0} . On suppose que la température de la résistance est égale à celle de l'huile T_{H0} .

3. Déterminer la capacité thermique de l'ensemble { huile + frites }.
4. Combien de temps la friteuse va-t-elle rester allumée ? On explicitera les hypothèses utilisées pour cette transformation.
5. Déterminer et calculer l'entropie créée durant cette étape.