

Surfusion de l'eau

Durant le siège de Leningrad lors de la seconde Guerre Mondiale en 1941, une troupe équestre s'est retrouvée gelée dans un lac. L'eau tranquille du lac était surfondue, sa température était inférieure à la température de fusion de l'eau mais elle était quand même liquide. Lorsque les chevaux ont marché dans l'eau, ils ont introduit des perturbations et l'eau a gelé autour de leurs pattes. La troupe a dû arrêter son avancée, et les chevaux se sont retrouvés condamnés.

On cherche à reproduire le phénomène de surfusion en laboratoire. On dispose d'un calorimètre calorifugé de capacité thermique négligeable contenant une masse $m = 1,0$ kg d'eau liquide à une température $T_i = 263\text{K}$, inférieure à la température de fusion de l'eau $T_0 = 273\text{K}$.

On introduit un grain de glace de masse négligeable. L'eau surfondue se solidifie alors partiellement.

1. Justifier que la température dans le calorimètre est telle que $T_f = T_0$.
2. Donner la grandeur d'état dont la variation correspond au transfert thermique reçu par l'eau. Que déduisez-vous du fait que le calorimètre est calorifugé?
3. Calculer la masse d'eau solidifiée m_s . Justifier que la cristallisation est partielle.
4. Exprimer la variation d'entropie ΔS .
5. En déduire l'entropie créée S_c en fonction de m , m_s , et $x = \frac{T_i}{T_f}$. Commenter.

Données :

▷ Entropie d'une phase condensée indilatable et incompressible de capacité C à la température T : $S = C \cdot \ln\left(\frac{T}{T_{\text{ref}}}\right)$ où T_{ref} est une température de référence.

▷ Enthalpie massique de fusion de l'eau : $l_{\text{fus}} = 334 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$.

▷ On suppose la pression invariante et égale à $P_0 = 1 \text{ bar}$.