

Solidification rapide de la glace surfondue

1°) Soit une masse m d'eau liquide à la température T et pression P . On solidifie une partie en glace à la même température. On définit X_{glace} le titre massique de glace.

L'enthalpie étant une grandeur extensive, *montrer que l'enthalpie du mélange est donnée par*

$$h(x_{\text{glace}}, T) = (1 - x_{\text{glace}})h_{\text{liq}} + x_{\text{glace}}h_{\text{glace}}$$

avec h_{liq} l'enthalpie massique du liquide et h_{glace} l'enthalpie massique de la glace à T .

2°) On a dans un récipient une masse m d'eau liquide à $T_i = -15^\circ\text{C}$ sous $P = 1 \text{ atm}$.

- *Quelle serait sa température si elle était dans un état d'équilibre stable avec de la glace à 1 atm ?*

On arrive à démarrer la solidification en injectant un germe de glace. La solidification est rapide.

- *Quelle est la proportion de glace X_{glace} quand on attend suffisamment longtemps ?*

A.N. On donne les quantités suivantes :

$L_{\text{fusion}} = 2510 \cdot 10^3 \text{ (SI)}$, $c_{p,\text{liq}} = 4,18 \cdot 10^3 \text{ (SI)}$. On supposera que $c_{p,\text{liq}}$ est constant et que l'eau liquide est indilatable et incompressible.

Réponses

$$1^\circ) H_{\text{mél}} = H_{\text{liq}} + H_{\text{glace}}$$

$$H_{\text{mél}} = m(1 - X_{\text{glace}})h_{\text{liq}} + m X_{\text{glace}} h_{\text{glace}}$$

$$h_{\text{mél}} = (1 - X_{\text{glace}})h_{\text{liq}} + X_{\text{glace}} h_{\text{glace}}$$

$$2^\circ) T_{\text{liq,équil}} = 0^\circ\text{C}$$

La transformation est adiabatique et sans échange de travail utile : $m\Delta h = 0$

$$\implies h_{\text{liq,ini}} = h_{\text{mél,final}} \implies h_{\text{liq,ini}}(-15^\circ\text{C}) = (1 - X_{\text{glace}})h_{\text{liq}}(0^\circ\text{C}) + X_{\text{glace}} h_{\text{glace}}(0^\circ\text{C})$$

$$X_{\text{glace}} = c_p(0^\circ\text{C} - (-15^\circ\text{C})) / L_{\text{fusion}} = 2,5 \%$$