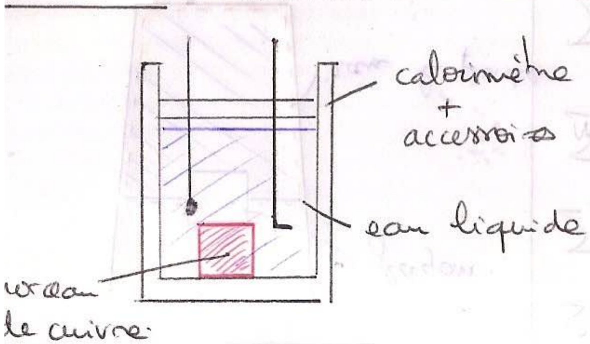
Feuille 22. Suite.

Ex 8. Calorimétrie



Systèmes et transformations :

$\Sigma_1 = \{ \text{eau liquide} \}$ $\quad T_{eau} \xrightarrow{\text{échauffement}} T_{eq}$

$\Sigma_2 = \{ \text{cuivre} \}$ $\quad T_{Cu} \xrightarrow{\text{refroidissement}} T_{eq}$

$\Sigma_3 = \{ \text{calorimètre} \}$ $\quad T_{eau} \xrightarrow{\text{échauffement}} T_{eq}$

Initialement l'eau et le calorimètre sont en eq. à la température T_{eau}.

le système $\Sigma = \Sigma_1 + \Sigma_2 + \Sigma_3$ est isolé (on néglige les transfert thermiques avec l'ext) et évolue de façon monobare entre l'état initial et l'état final.

Alors $\Delta H = Q = 0$. ①

or $\Delta H = \Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3$.

et $\Delta H_1 = m_{eau}\, c_{eau} \,(T_{eq} - T_{eau})$

$\Delta H_2 = m_{Cu}\, c_{Cu}\, (T_{eq} - T_{Cu})$

on néglige ΔH_3 dans un premier temps.

Finalement : $\Delta H_1 + \Delta H_2 = 0$

$$\Rightarrow \quad T_{eq} = \frac{m_{eau}\, c_{eau}\, T_{eau} + m_{Cu}\, c_{Cu}\, T_{Cu}}{m_{eau}\, c_{eau} + m_{Cu}\, c_{Cu}}.$$

A.N. $$T_{eq} = \frac{(0,1 \times 4,18 \times 10^3 \times 293,15 + 0,1 \times 338 \times 473,15)}{0,1 \times 4,18 \times 10^3 + 0,1 \times 338}$$

$= 306,7 \text{ K} = 33,5\ °C$.

2) On prend en compte la capacité thermique C_{cal} du calorimètre :

$\Delta H_3 = C_{cal}\,(T_{eq} - T_{eau})$

$$\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 = 0$$

$$\Rightarrow C_{cal} = - \frac{m_{eau}\, c_{eau}(T_{eq} - T_{eau}) + m_{Cu}\, c_{Cu}(T_{eq} - T)}{(T_{eq} - T_{eau})}$$

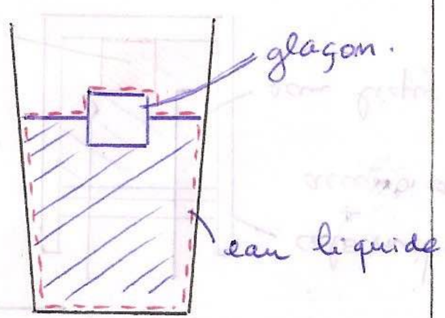
A.N. $C_{cal} = 16,2 \ J.K^{-1}$

La masse en eau est donnée par :

$$\mu_{eau} = \frac{C_{cal}}{c_{eau}} = \frac{16,2}{4,18 \times 10^3} = 0,0388 \text{ kg}$$

$$= 38,8 \text{ g}$$

Ex 9 : Glaçons



Systemes

Σ_1 : $\{$glace$\}$

Σ_2 : $\{$eau liquide initialement ds le verre$\}$

$\Sigma = \Sigma_1 + \Sigma_2$

1) Hypothèse sur l'état final : toute la glace a fondu. Toute l'eau se trouve à la température T_f.

On suppose que Σ est isolé de l'ext. L'évolution du système est monobare.

$$\Delta H = Q = 0 \Rightarrow \Delta H_1 + \Delta H_2 = 0$$

Pour calculer la variation d'enthalpie du système Σ_1 on imagine la transfo suivante :

$$\begin{tikzcd}
\Sigma_1 : \text{masse } m \text{ eau solide à } T_g \arrow[r, "\Delta H_1^{(1)}"] \arrow[d, "\Delta H_1"'] & \text{masse } m \text{ eau solide à } T_{fus} = 0°C \arrow[d, bend left, "\Delta H_1^{(2)}"] \\
\text{masse } m \text{ eau liq. à } T_f & \text{masse } m \text{ eau liq. à } T_{fus} \arrow[l, "\Delta H_1^{(3)}"]
\end{tikzcd}$$

$$\Delta H_1 = m\, c_{glace} (T_{fus} - T_g) + m\, l_f + m\, c_{eau} (T_f - T_{fus}).$$

Pour Σ_2 : masse m_e eau liq. à T_e $\xrightarrow{\Delta H_2}$ masse m_e eau liq. à T_f.

$\Delta H_2 = m_e c_e (T_f - T_e)$ avec $m_e = \rho_e V$

$(\rho_e = 10^3 \, kg \cdot m^{-3}$

$\Delta H_1 + \Delta H_2 = 0$ $(V = 0,2 \times 10^{-3} \, m^3)$

$\Rightarrow T_f = - \dfrac{m c_{glace}(T_{fus} - T_g) + m c_{eau}(\; - T_{fus}) + m \ell_f - m_e c_e T_e}{m_e c_e + m c_{eau}}$

A.N. $T_f = \underline{297 \; K = 24 °C} > 0 °C$

La temp. finale est compatible avec l'hypothèse.

2) On fait la même hypothèse qu'en 1) (toute la glace a fondu). Il suffit de remplacer m par $8m$ dans l'expr. de T_f. On trouve

$T_f = 269 \, K = -4,2 \, °C < 0 °C$

$\Rightarrow$ incompatible avec l'hypothèse.

Nouvelle hypothèse : $T_f = 0 °C$ et le système est diphasé.

On imagine les transfos suivantes : ②

Σ_1 : masse $m_g = 8m$ eau solide à T_g $\xrightarrow{\Delta H_1^{(1)}}$ masse m_g eau solide à $T_f = 0°C$

$\xrightarrow{\Delta H_1^{(2)}}$ { masse m' eau liq. à T_f + masse $m'' = m_g - m'$ eau solide à T_f

→ inconnue

Σ_2 : masse m_e eau liq. à T_e $\xrightarrow{\Delta H_2}$ masse m_e eau liq. à T_f.

$\Delta H_1^{(1)} = m_g c_{glace} (T_f - T_g)$

$\Delta H_1^{(2)} = m' \ell_f$ [fusion de la masse m' inconnue]

$\Delta H_2 = m_e c_{eau} (T_f - T_e)$

$\Delta H = 0 \Rightarrow m' = \dfrac{m_g c_{glace}(T_g - T_f) + m_e c_{eau}(T_e - T_f)}{\ell_f}$

A.N. : $\underline{m' = 65 \, g}$ // Il reste 15g de glace dans le verre.

3) À minima, il faut que la qté de glace introduite amène l'eau liq. à 0°C
- et que la glace ne fonde pas du tout.

Σ_1 : m_s eau solide à T_g $\longrightarrow$ m_s eau solide à $T_f = 0°C$

Σ_2 : m_e eau liq. à T_e $\longrightarrow$ m_e eau liquide à $T_f = 0°C$

$$\Delta H = 0 \Rightarrow m_s \, C_{glace} (T_f - T_g) + m_e C_{eau} (T_f - T_e) = 0$$

$$\Rightarrow m_s = - \frac{m_e C_{eau} (T_f - T_e)}{C_{glace} (T_f - T_g)}$$

A.N. : $m_s = 600$ g $\Rightarrow$ 60 glaçons !