

Exercice 2 : Refroidissement d'une pièce de cuivre

Description

Une pièce de cuivre α est chauffée à la température $T_{\alpha 1}$, puis plongée dans un récipient contenant de l'eau β à la température $T_{\beta 1}$ (figure 1).

La température T_α de la pièce de cuivre évolue de $T_{\alpha 1}$ à T_2 , la température T_β de l'eau évolue de $T_{\beta 1}$ à T_2 .

L'état initial 1 et l'état final 2 sont des états de repos.

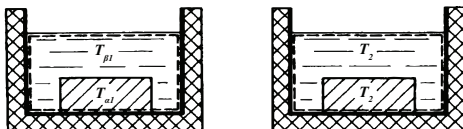


FIGURE 1 – Pièce de cuivre plongée dans un récipient.

Hypothèses

- Le récipient est parfaitement calorifugé.
- Le transfert d'énergie-chaleur entre l'eau et l'air est négligé.

Données

- | | |
|--|--|
| — Température initiale de la pièce de cuivre : | $T_{\alpha 1} = 80^\circ\text{C}$ |
| — Chaleur spécifique du cuivre : | $c_\alpha = 0.385 \text{ kJ K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$ |
| — Masse de la pièce de cuivre : | $M_\alpha = 0.5 \text{ kg}$ |
| — Température initiale de l'eau : | $T_{\beta 1} = 20^\circ\text{C}$ |
| — Chaleur spécifique de l'eau : | $c_\beta = 4.18 \text{ kJ K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$ |
| — Masse de l'eau : | $M_\beta = 1 \text{ kg}$ |

Questions

1. Déterminer la variation de l'énergie interne du système.
2. Déterminer la température finale (utiliser $du = cdT$).

Solutions

1. Variation de l'énergie interne

Pour un système fermé, le premier principe donne :

$$\Delta U_{cz} = \Delta U = W^+ + Q^+$$

Considérons le système délimité par la frontière en traits pointillés. D'une part, comme la variation de volume du système est négligeable, nous avons $W^+ = 0$. D'autre part, en vertu des hypothèses, nous avons $Q^+ = 0$. Enfin, comme les variations des énergies cinétique et potentielle sont nulles, nous obtenons la variation de l'énergie interne du système :

$$\Delta U = 0$$

2. Température finale

Nous avons, en vertu de la propriété d'extensivité pour les fonctions d'état :

$$\Delta U = \Delta U_\alpha + \Delta U_\beta = 0$$

En utilisant :

$$du = \frac{dU}{M} = cdT$$

Nous obtenons les relations :

$$\Delta U_\alpha = M_\alpha c_\alpha (T_2 - T_{\alpha 1})$$

$$\Delta U_\beta = M_\beta c_\beta (T_2 - T_{\beta 1})$$

Il en résulte que la température finale du système est :

$$T_2 = \frac{M_\alpha c_\alpha T_{\alpha 1} + M_\beta c_\beta T_{\beta 1}}{M_\alpha c_\alpha + M_\beta c_\beta} = 295.8 \text{ K} = 22.65 \text{ }^\circ\text{C}$$