

## Un café presque parfait

---

Un amateur de café aime boire son café à exactement  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Malheureusement, le sucre qu'il y ajoute risque de le refroidir car il est à température ambiante ( $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Il en visage trois méthodes pour obtenir une température finale de son café de  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  exactement :

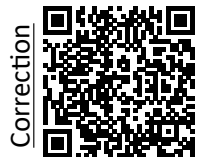
- Prendre un café à une température supérieure afin que l'action du sucre baisse la température à  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Prendre un café à  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  et faire tomber le sucre d'assez haut pour que la température finale reste égale à  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Prendre un café à  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$  et lancer le sucre avec une vitesse suffisante pour que la température finale reste égale à  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

On donne :

- La masse d'un sucre  $m = 5\text{ g}$
- La capacité thermique massique du sucre :  $c_s = 500\text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{kg}^{-1}$
- La capacité thermique du café sans le sucre :  $C = 100\text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$

On supposera qu'aucun transfert thermique n'a lieu entre le café et l'atmosphère, ni entre le sucre et l'atmosphère.

- 1) Déterminer la température initiale du café dans la première expérience.
- 2) Déterminer la hauteur de chute du sucre dans la deuxième expérience.
- 3) Déterminer la vitesse du sucre lors de la troisième expérience.
- 4) Conclure : quelle est la meilleure méthode ?



---

## Correction

---

1) On note  $T_\infty = 50 \text{ °C}$  la température finale souhaitée du café,  $T_0 = 20 \text{ °C}$  la température initiale du sucre et  $T_i$  la température initiale du café à déterminer.

On applique le premier principe (version enthalpique, car transformation au contact de l'atmosphère donc monobare) au système {eau + café}. Puisqu'il n'y a pas de travail utile, la variation d'enthalpie est nulle.

$$\Delta H_{\text{sys}} = 0 = \Delta H_{\text{café}} + \Delta H_{\text{sucre}} = C(T_\infty - T_i) + mc_s(T_\infty - T_0)$$

On en déduit la température initiale du café :

$$T_i = T_\infty + \frac{mc_s}{C}(T_\infty - T_0) = 50,75 \text{ °C}$$

2) On note  $h$  la hauteur de chute. On applique le premier principe au sucre. Puisqu'il n'y a pas de travail utile, la variation d'énergie totale (enthalpie + énergie potentielle) est nulle.

$$\Delta H_{\text{sucre}} + \Delta E_{\text{sucre}} = 0 = mc_s(T_\infty - T_0) + mg(0 - h)$$

On en déduit la hauteur de chute :

$$h = \frac{c_s}{g}(T_\infty - T_0) = 1530 \text{ m}$$

3) On note  $v_0$  la vitesse du lancé. On applique le premier principe au sucre. Puisqu'il n'y a pas de travail utile, la variation d'énergie totale (enthalpie + énergie cinétique) est nulle.

$$\Delta H_{\text{sucre}} + \Delta E_{\text{sucre}} = 0 = mc_s(T_\infty - T_0) + \frac{1}{2}m(0 - v_0^2)$$

On en déduit la vitesse :

$$v_0 = \sqrt{2c_s(T_\infty - T_0)} = 173 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} = 623 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$$

4) Bien évidemment, seule la première méthode est réaliste.