

Annales 2016 - Énergie thermique

Préparation du « latte »

Le *latte* est un lait chauffé à la vapeur, servant à la préparation du café *macchiato*. De la vapeur à 120 °C est envoyé dans le lait froid. La vapeur refroidit et se condense dans le lait, communiquant ainsi sa chaleur au lait. On s'intéresse, dans cet exercice, à ce mode de chauffage du lait.

On suppose :

- qu'il n'y a d'échanges thermiques que entre le lait et la vapeur d'eau (et pas avec l'extérieur).
- que toute la vapeur d'eau injectée dans le lait se condense dans le lait.
- que le lait a la même capacité thermique massique que l'eau.

Données :

Énergie dégagée par la condensation d'une masse m de vapeur d'eau :

$$E = m \cdot L_{\text{vap}}$$

avec $L_{\text{vap}} = 2257 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$.

Énergie échangée par un corps de masse m , sans changement d'état :

$$E = m \cdot c \cdot (\theta_f - \theta_i)$$

$c_{\text{vapeur}} = 1,85 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}$; $c_{\text{eau liquide}} = 4,19 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}$.

On souhaite réchauffer 220 g de lait à une température initiale de 4 °C, jusqu'à une température finale de 60 °C.

On souhaite savoir quelle masse de vapeur m est nécessaire pour ce faire.

1. Déterminer quelle est l'énergie gagnée par le lait.
2. Exprimer l'énergie perdue par la vapeur en fonction de la masse m utilisée.
3. Sachant que l'énergie gagnée par le lait est égale à l'énergie perdue par la vapeur, en déduire la masse de vapeur nécessaire.

Correction

1. 220 g de lait passe de 4 à 60 °C.

$$4,19 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1} = 4,19 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{°C}^{-1}$$

$$\text{L'énergie gagnée est } E = 220 \times 4,19 \times (60 - 4) = 51,6 \text{ kJ}$$

[2 pts]

2. La vapeur se refroidit jusqu'à 100 °C :

$$E_1 = m \times 1,85 \times (100 - 120) = -37 \cdot m$$

$$\text{Puis elle se condense : } E_2 = -m \times 2257$$

Puis elle refroidit encore jusqu'à 60 °C :

$$E_3 = m \times 4,19 \times (60 - 100) = -167,6 \cdot m$$

La variation de l'énergie de la vapeur est donc :

$$\Delta E = -m \cdot (37 + 2257 + 167,6)$$

$$\text{La vapeur a perdu une énergie } E' = -\Delta E = 2461,6 \cdot m$$

[2 pts]

3. On obtient l'équation $2461,6 \cdot m = 51621$

$$\text{Donc } m = 20,97 \text{ g que l'on arrondit à } 21,0 \text{ g.}$$

[1 pt]