

Mots-clés : premier principe ; bilan d'énergie ; variation d'énergie interne.

La résistance d'une bouilloire convertit l'énergie électrique en énergie thermique et transfère cette énergie à l'eau qu'elle contient. Toutes les bouilloires sont munies d'un dispositif permettant de couper l'alimentation une fois que l'eau est à ébullition.

Le but de l'exercice est d'étudier les pertes d'énergie lorsque l'appareil porte à ébullition une certaine masse d'eau.

Caractéristiques de la bouilloire :

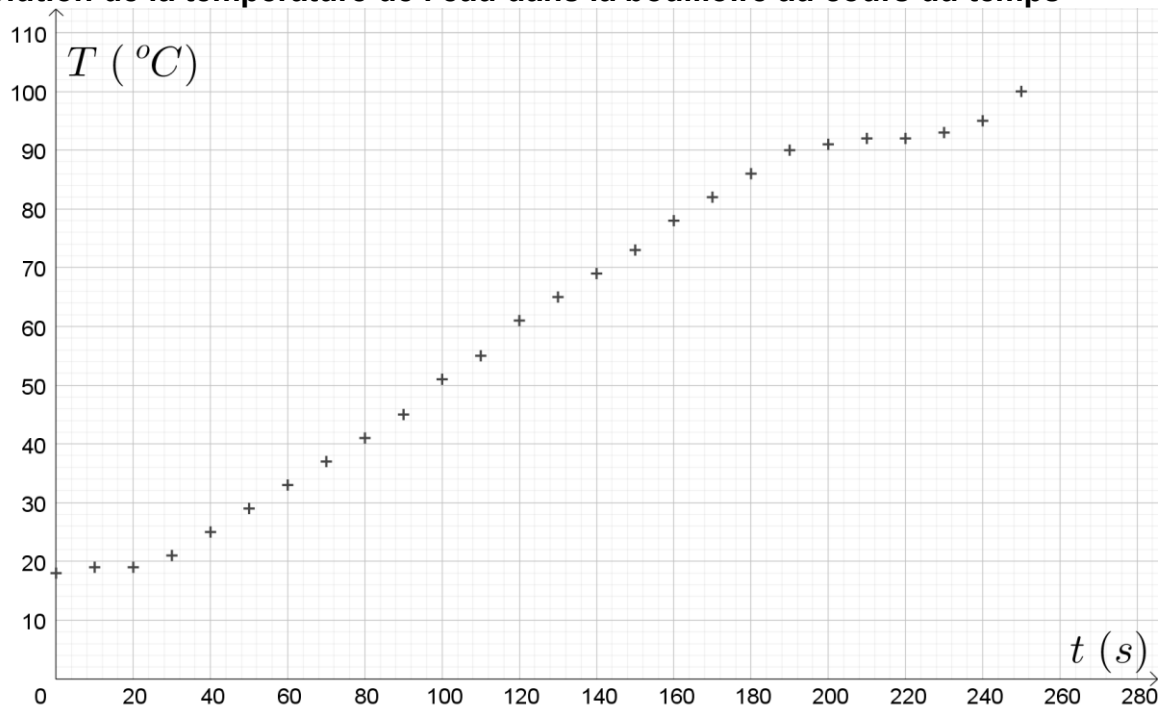
- puissance électrique : 2,0 kW sous 230 V ;
- contenance : 1,7 L ;
- surface latérale : $S = 0,080 \text{ m}^2$;
- diamètre de la base : 15 cm ;
- diamètre du couvercle : 12,5 cm ;
- masse volumique de l'eau : $\rho = 1,0 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$.



On met à chauffer dans la bouilloire 1,0 litre d'eau de capacité thermique

$c_{\text{eau}} = 4,18 \times 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. On obtient le graphique ci-dessous.

Évolution de la température de l'eau dans la bouilloire au cours du temps



1. Déterminer la valeur de la variation d'énergie interne du système constitué par 1 litre d'eau lorsque la température de celui-ci varie de $T_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ à $T_2 = 90 \text{ }^\circ\text{C}$.

(1 pt) $\Delta U = \rho \cdot V \cdot c_{\text{eau}} \cdot (T_2 - T_1)$

(1 pt) $\Delta U = 1,0 \times 1,0 \times 4,18 \times 10^3 \times (90 - 20) = 2,9 \times 10^5 \text{ J}$

2. Déterminer la valeur de l'énergie électrique reçue par la résistance de la bouilloire pendant la durée de chauffe du système de $t_1 = 30 \text{ s}$ à $t_2 = 190 \text{ s}$.

(1 pt) $E = P \cdot \Delta t = P \cdot (t_2 - t_1)$

(1 pt) $E = 2,0 \times 10^3 \times (190 - 30) = 3,2 \times 10^5 \text{ J}$

Le vase de la bouilloire est en acier inoxydable. Sa capacité thermique vaut $C_{\text{vase}} = 3,0 \times 10^2 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$. On suppose qu'à chaque instant la température du vase de la bouilloire est égale à celle de l'eau.

3. Calculer la valeur de la variation d'énergie interne du vase de la bouilloire lorsque la température de celui-ci varie de $T_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ à $T_2 = 90 \text{ }^\circ\text{C}$. Commenter au regard des questions précédentes.

(1 pt) $\Delta U_{\text{vase}} = C_{\text{vase}} \cdot (T_2 - T_1)$

(0,5 pt) $\Delta U_{\text{vase}} = 3,0 \times 10^2 \times (90 - 20) = 2,1 \times 10^4 \text{ J} = 0,21 \times 10^5 \text{ J}$

(1 pt) On constate que la variation d'énergie interne du vase est très faible face à celle de l'eau. On peut considérer que toute l'énergie thermique cédée par la résistance a été transférée à l'eau.

Remarque : Ne pas confondre la capacité thermique massique (en $\text{J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$) et la capacité thermique en $\text{J} \cdot \text{K}^{-1}$.

4. En supposant que toute l'énergie thermique cédée par la résistance de la bouilloire est transférée au système {eau}, déterminer la durée nécessaire pour augmenter la température du système {eau} de $T_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ à $T_2 = 90 \text{ }^\circ\text{C}$.

(1 pt) Le système {eau} doit recevoir $\Delta U = 2,9 \times 10^5 \text{ J}$ de la part de la résistance qui fournit une puissance P de 2,0 kW.

$\Delta U = P \cdot \Delta t$

$\Delta t = \frac{\Delta U}{P}$

(1 pt) $\Delta t = \frac{2,926 \times 10^5}{2,0 \times 10^3} = 1,5 \times 10^2 \text{ s}$

Représenter l'allure de l'évolution de la température du système {eau} dans le cas idéalisé décrit ci-dessus sur le document-réponse 2 de **l'ANNEXE à rendre avec la copie**. On limitera le tracé à des températures inférieures à $90 \text{ }^\circ\text{C}$.

(1,5 pt) Dans le cas idéalisé, l'élévation de température est plus rapide qu'en réalité. La température maximale est atteinte plus tôt.

Document-réponse 2 : EXERCICE B, question 4.

Évolution de la température de l'eau dans la bouilloire au cours du temps

