

Exercices du chapitre P13

18 Chocolat fouetté

Dans un récipient, 500 g de chocolat chaud encore liquide refroidissent et sont brassés à l'aide d'un fouet électrique.



1. Effectuer l'étude énergétique du système (chocolat) en s'appuyant sur un diagramme énergétique.

2. a. Écrire le premier principe de la thermodynamique en justifiant que le système est au repos.

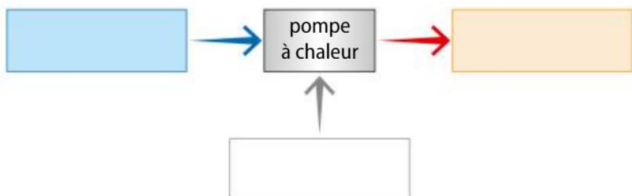
b. Distinguer le terme correspondant à la variation de l'énergie du système des termes correspondant à des transferts d'énergie entre le système et l'extérieur.

c. Sachant que l'énergie perdue par le chocolat en se refroidissant est de 50 kJ et que l'énergie reçue par le fouet est de 10 kJ, déterminer la variation d'énergie interne du système.

19 Pompe à chaleur

Une pompe à chaleur (PAC) est destinée à assurer le chauffage d'un local à partir d'une source de chaleur externe (l'air, le sol ou l'eau) dont la température est inférieure à celle du système à chauffer. Pour réaliser ce transfert thermique (non naturel), une dépense d'énergie est nécessaire : elle correspond au travail fourni par un compresseur à un fluide caloporteur (corps capable à la fois de s'écouler et d'échanger de l'énergie).

1. Recopier et compléter le schéma ci-dessous représentant le bilan énergétique de la pompe à chaleur.



2. Écrire le premier principe de la thermodynamique appliqué à la pompe à chaleur en justifiant que le système est au repos.

27 Cuisson des pâtes

Un étudiant souhaite faire chauffer de l'eau dans une casserole afin de se préparer des pâtes.

Pour cela, il chauffe, à l'aide d'une plaque électrique, une casserole en acier inoxydable contenant 2,0 L d'eau à la température initiale $\theta_i = 15^\circ\text{C}$.

La température de l'eau souhaitée avant immersion des pâtes est $\theta_f = 100^\circ\text{C}$.



Données : $c_{\text{eau}} = 4\,180\text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; $c_{\text{inox}} = 502\text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

1. Calculer l'énergie thermique reçue par l'eau Q_{eau} et celle reçue par la casserole Q_{inox} sachant que la casserole a une masse de 2,0 kg.

2. La plaque est constituée d'une résistance électrique de puissance égale à 3 kW. En considérant que toute l'énergie électrique est convertie en énergie thermique, calculer la durée de fonctionnement nécessaire à la plaque électrique pour arriver à ce résultat.

21 Mug de thé au micro-ondes

On réchauffe l'eau de son thé à l'aide d'un four à micro-ondes. Le volume d'eau dans le mug est de $V = 250\text{ mL}$. Lorsque les micro-ondes atteignent les molécules d'eau, celles-ci se mettent à osciller. La mise en mouvement des molécules d'eau produit la chaleur nécessaire pour réchauffer les aliments. Le four est réglé sur la position de puissance $P = 900\text{ W}$. La température de l'eau passe ainsi de 10°C à 90°C . On suppose que le four à micro-ondes est bien isolé.

Données : masse volumique de l'eau : $\rho_{\text{eau}} = 1,00\text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$;
capacité thermique de l'eau : $c_{\text{eau}} = 4\,180\text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$;
l'énergie transférée à un système avec une puissance P pendant la durée Δt est : $E = P \cdot \Delta t$.

1. Calculer la variation d'énergie interne de l'eau contenue dans le mug.

2. Au bout de combien de temps l'eau du thé sera-t-elle prête ?

23 Café chaud dans un thermos

Dans une bouteille thermos, on verse 1,0 L de café à la température de 60°C . La température de l'ensemble se stabilise à 52°C . La capacité thermique et la masse volumique du café seront prises égales à celle de l'eau.

Données : capacité thermique massique de l'eau :
 $c_{\text{eau}} = 4,18\text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; masse volumique de l'eau :
 $\rho_{\text{eau}} = 1,0\text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$

1. Calculer la valeur de la variation d'énergie interne du café.

2. En supposant que la bouteille thermos est parfaitement isolée, déterminer la variation d'énergie interne du système (thermos + café).

3. En déduire la valeur de la variation d'énergie interne de la bouteille thermos.

32 Refroidissement du café

On mélange un volume $V_1 = 100\text{ mL}$ de café à une température $T_1 = 60^\circ\text{C}$ avec un volume $V_2 = 20\text{ mL}$ de lait sortant du frigo à une température $T_2 = 4^\circ\text{C}$. Les capacités thermiques massiques des deux liquides sont considérées égales à celle de l'eau.

Données :

Le système {café + lait} est supposé isolé.

Capacité thermique massique de l'eau : $c_{\text{eau}} = 4,18\text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

1. Déterminer la température que possède le mélange une fois l'équilibre thermique atteint.

2. Quelle quantité de lait faut-il rajouter pour abaisser la température de 5 degrés de plus ?

35 Bouilloire électrique

Une bouilloire électrique, de puissance électrique 1 500 W, porte 0,40 L d'eau initialement à la température de 18°C à 85°C en 1 min 20 s.

1. Établir un bilan énergétique, sous forme de schéma, pour la bouilloire.

2. Calculer le rendement énergétique de cette bouilloire.

Données :

– capacité thermique massique de l'eau : $c = 4,18\text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

– expression du rendement énergétique : $\eta = E_{\text{utile}}/E_{\text{dépensée}}$

– masse volumique de l'eau : $\rho = 1,0\text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$

CORRECTION

18 1.



2. a. Le système est au repos : sa position ou sa vitesse ne sont pas modifiées.

$$\Delta E_{\text{tot}} = \Delta U$$

D'après le premier principe de la thermodynamique : $\Delta U = W + Q$

b. ΔU : terme correspondant à la variation de l'énergie du système.

W, Q : termes correspondant à des transferts d'énergie entre le système et l'extérieur.

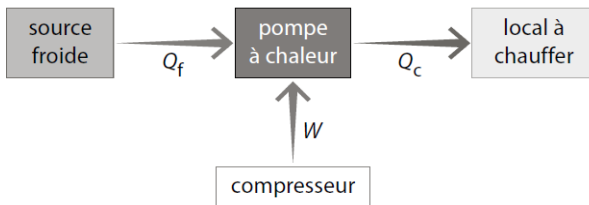
$$\Delta U = W + Q$$

W est reçu par le système, donc $W > 0$.

Q est cédé par le système, donc $Q < 0$.

$$\Delta U = 10 - 50 = -40 \text{ kJ}$$

19 1.



2. Le système est au repos car sa position ou sa vitesse ne sont pas modifiées.

$$\Delta E_{\text{tot}} = \Delta U$$

D'après le premier principe de la thermodynamique :

$$\Delta U = W_f + Q_f + Q_c$$

W et Q_f sont reçus par le système donc $W > 0$ et $Q_f > 0$.

Q_c est cédé par le système donc $Q_c < 0$.

$$21 \text{ 1. } \Delta U_{\text{eau}} = Q = \rho_{\text{eau}} \cdot V \cdot c_{\text{eau}} \cdot \Delta \theta$$

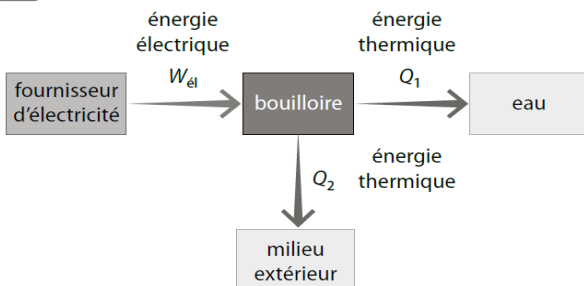
$$\Delta U_{\text{eau}} = 1,00 \times 0,250 \times 4\,180 \times (90 - 10) = 8,4 \times 10^4 \text{ J}$$

2. On suppose que le four à micro-ondes est bien isolé. Toute l'énergie électrique est utilisée pour chauffer l'eau.

$$W_e = P \cdot \Delta t = \Delta U_{\text{eau}}$$

$$\text{Donc } \Delta t = \frac{\Delta U_{\text{eau}}}{P} = \frac{8,4 \times 10^4}{900} = 93 \text{ s} = 1 \text{ min } 33 \text{ s}$$

35 1.



$$2. \eta = \frac{E_{\text{utile}}}{E_{\text{dépensée}}} = \frac{Q_1}{W_{e1}} = \frac{\rho \cdot V \cdot c \cdot \Delta T}{P \cdot \Delta t}$$

$$\text{AN : } \eta = \frac{1,0 \times 0,40 \times 4,18 \times 10^3 \times (85 - 18)}{1\,500 \times 80} = 0,93 = 93 \%$$

23 1. Pour le système {café}, en l'absence de changement d'état et de transformation chimique :

$$\Delta U_{\text{café}} = \rho_{\text{eau}} \cdot V \cdot c_{\text{eau}} \cdot \Delta T$$

$$\text{AN : } \Delta U_{\text{café}} = 1,0 \times 1,0 \times 4,18 \times (52 - 60) = -33 \text{ kJ.}$$

2. En supposant que la bouteille thermos est parfaitement isolée :

$$\Delta U_{\text{café+thermos}} = 0$$

$$3. \Delta U_{\text{café+thermos}} = \Delta U_{\text{café}} + \Delta U_{\text{thermos}} = 0$$

$$\text{Donc } \Delta U_{\text{thermos}} = -\Delta U_{\text{café}} = 33 \text{ kJ.}$$

27 Cuisson des pâtes

1. D'après le premier principe appliqué à l'eau :

$$\Delta U_{\text{eau}} = m_{\text{eau}} \times c_{\text{eau}} \times (\theta_f - \theta_i) = 2,0 \times 4\,180 \times (100 - 15) = 7,1 \times 10^5 \text{ J}$$

De la même manière, on applique le premier principe à la casserole :

$$\Delta U_{\text{cass}} = m_{\text{cass}} \times c_{\text{cass}} \times (\theta_f - \theta_i) = 2,0 \times 502 \times (100 - 15) = 8,5 \times 10^4 \text{ J}$$

2. Par addition des deux valeurs, l'énergie totale reçue par l'ensemble casserole-eau vaut :

$$\Delta U_{\text{tot}} = \Delta U_{\text{eau}} + \Delta U_{\text{cass}} = 8,0 \times 10^5 \text{ J}$$

La plaque fournit une puissance de 3 kW, c'est-à-dire une énergie de $3 \times 10^3 \text{ J}$ chaque seconde :

$$P = \frac{Q}{\Delta t} \Leftrightarrow \Delta t = \frac{Q}{P} = \frac{8,0 \times 10^5}{3 \times 10^3} = 267 \text{ s} = 4 \text{ min } 27 \text{ s}$$

32 Refroidissement du café

1. Le système {café + lait} est supposé isolé, il n'y a donc aucun transfert thermique vers le milieu extérieur :

$$\Delta U_{\text{système}} = 0$$

D'après le premier principe appliqué au système {café + lait} :

$$\Delta U_{\text{système}} = \Delta U_{\text{café}} + \Delta U_{\text{lait}}$$

$$= m_{\text{café}} \times c_{\text{eau}} \times (\theta_f - \theta_1) + m_{\text{lait}} \times c_{\text{eau}} \times (\theta_f - \theta_2) = 0$$

$$\Leftrightarrow T_f = \frac{m_{\text{café}} \times T_1 + m_{\text{lait}} \times T_2}{m_{\text{café}} + m_{\text{lait}}} = \frac{0,100 \times 60 + 0,020 \times 4,0}{0,100 + 0,020} = 51 \text{ } ^\circ\text{C}$$

2. Soit x la masse de lait (en kg) à ajouter pour abaisser de $5 \text{ } ^\circ\text{C}$ supplémentaire le mélange donc l'amener à $T_f' = 46 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Le système d'étude est initialement constitué de $m = 0,12 \text{ kg}$ de liquide à une température uniforme $T_f = 51 \text{ } ^\circ\text{C}$ et d'un ajout de $x \text{ kg}$ de lait à la température $T_2 = 4,0 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Appliquer le premier principe à ce nouveau système sachant que la température d'équilibre sera $T_f' = 46 \text{ } ^\circ\text{C}$:

$$\Delta U_{\text{système}} = m \times c_{\text{eau}} \times (\theta_f' - \theta_f) + x \times c_{\text{eau}} \times (\theta_f' - \theta_2) = 0$$

$$\Leftrightarrow x = -\frac{m \times c_{\text{eau}} \times (\theta_f' - \theta_f)}{c_{\text{eau}} \times (\theta_f' - \theta_2)} = -\frac{m \times (\theta_f' - \theta_f)}{\theta_f' - \theta_2}$$

$$= -\frac{0,120 \times (46 - 51)}{46 - 4} = 0,014 \text{ kg}$$

On trouve $x = 0,014 \text{ kg}$ ce qui correspond à 14 mL supplémentaire de lait.