Calorimétrie — Exercices Physique 11e HarmoS

Exercice 1

On verse 1,5 L d'eau ($m = 1{,}5$ kg) à une température initiale $T_i = 15°\text{C}$ dans une bouilloire électrique de puissance $P = 2000$ W. L'eau atteint l'ébullition ($T_f = 100°\text{C}$) au bout de 5 minutes et 10 secondes. On donne $c_{\text{eau}} = 4180\ \text{J/(kg}\cdot°\text{C)}$.

1. Calculer l'énergie thermique utile Q_{utile} reçue par l'eau.
2. Calculer l'énergie électrique $E_{\text{élec}}$ consommée par la bouilloire durant cette chauffe.
3. Quel est le rendement thermique η de la bouilloire, et à quoi est due l'énergie perdue ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 2

Dans un récipient parfaitement isolé (pertes thermiques nulles), on mélange $m_1 = 300$ g d'eau froide à $T_1 = 20°\text{C}$ et $m_2 = 500$ g d'eau chaude à $T_2 = 76°\text{C}$.

1. Écrire l'équation de bilan thermique traduisant la conservation de l'énergie à l'équilibre ($Q_1 + Q_2 = 0$).
2. Déterminer la température d'équilibre T_e du mélange.
3. Vérifier le résultat en calculant numériquement Q_1 et Q_2 (avec $c_{\text{eau}} = 4180\ \text{J/(kg}\cdot°\text{C)}$).

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 3

Pour identifier la nature d'un bloc métallique de masse $m_m = 500$ g, on le chauffe dans de l'eau bouillante jusqu'à $T_m = 100°\text{C}$, puis on le plonge rapidement dans un calorimètre idéal contenant $m_e = 450$ g d'eau à $T_e = 20°\text{C}$. La température finale d'équilibre mesurée est $T_f = 28°\text{C}$.

1. Calculer la quantité de chaleur Q_{eau} reçue par l'eau du calorimètre ($c_{\text{eau}} = 4180\ \text{J/(kg}\cdot°\text{C)}$).
2. En déduire la capacité thermique massique c_m du métal.
3. Parmi les métaux suivants, lequel correspond le mieux à la mesure ? (Cuivre : 385, Acier doux : 418–460, Aluminium : 900, Plomb : 130, en $\text{J/(kg}\cdot°\text{C)}$).

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 4

En laboratoire, on souhaite étalonner un calorimètre réel qui absorbe lui aussi une partie de la chaleur lors des expériences. Il contient initialement $m_1 = 200$ g d'eau à $T_1 = 18°\text{C}$ (en équilibre thermique avec les parois du calorimètre). On y verse $m_2 = 200$ g d'eau chaude à $T_2 = 62°\text{C}$. On mesure une température d'équilibre $T_e = 38°\text{C}$ ($c_{\text{eau}} = 4180\ \text{J/(kg}\cdot°\text{C)}$).

1. Quelle serait la température d'équilibre théorique si le calorimètre n'absorbait aucune chaleur ?
2. Calculer la chaleur Q_2 cédée par l'eau chaude et la chaleur Q_1 reçue par l'eau froide, puis en déduire la chaleur Q_{cal} absorbée par le calorimètre.
3. Calculer la capacité thermique C_{cal} du calorimètre (en $\text{J/}^\circ\text{C}$) et sa **valeur en eau** μ (en g, masse d'eau fictive qui absorberait la même énergie).

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 5

On sort du congélateur un bloc de glace de masse $m = 500$ g à la température de $-20°\text{C}$ et on le chauffe jusqu'à obtenir de l'eau liquide à $+25°\text{C}$. Données : $c_{\text{glace}} = 2100\ \text{J/(kg}\cdot°\text{C)}$, $L_f = 334\,000\ \text{J/kg}$ (chaleur latente de fusion de la glace), $c_{\text{eau}} = 4180\ \text{J/(kg}\cdot°\text{C)}$.

1. Décomposer la transformation en trois étapes distinctes et calculer l'énergie thermique Q_1, Q_2, Q_3 requise pour chaque étape.
2. Calculer l'énergie totale Q_{tot} à fournir (en kJ).

3. Quel pourcentage de l'énergie totale représente l'étape de fusion à 0°C ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 6

Dans un verre isolant contenant $m_e = 250$ g d'eau à $T_e = 20$°C, on plonge $m_g = 100$ g de glace fondante à 0°C. On néglige les échanges avec le verre et l'air. Données : $c_{\text{eau}} = 4180$ J/(kg · °C), $L_f = 334\,000$ J/kg.

1. Quelle quantité maximale de chaleur $Q_{\text{cédée max}}$ l'eau liquide peut-elle libérer en refroidissant de 20°C à 0°C ?
2. Quelle quantité de chaleur Q_{fusion} faudrait-il pour faire fondre la totalité des 100 g de glace ?
3. En déduire l'état final exact du mélange : température finale, masse d'eau liquide et masse de glace restante.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 7

On place $m_g = 80$ g de glace à -10°C dans un calorimètre idéal contenant $m_e = 400$ g d'eau chaude à 40°C. Données : $c_{\text{glace}} = 2100$ J/(kg · °C), $L_f = 334\,000$ J/kg, $c_{\text{eau}} = 4180$ J/(kg · °C).

1. Vérifier par le calcul que toute la glace fond.
2. Écrire l'équation complète de bilan thermique en notant T_f (> 0°C) la température finale du mélange.
3. Résoudre l'équation pour trouver T_f.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 8

On fait barboter $m_v = 20$ g de vapeur d'eau à 100°C dans un calorimètre idéal contenant $m_e = 500$ g d'eau froide à $T_1 = 15$°C. La vapeur se condense intégralement en eau liquide. Données : $L_v = 2\,260\,000$ J/kg (chaleur latente de vaporisation de l'eau), $c_{\text{eau}} = 4180$ J/(kg · °C).

1. Calculer l'énergie thermique Q_{cond} libérée par la seule condensation des 20 g de vapeur en eau liquide à 100°C.
2. Pourquoi les brûlures par la vapeur à 100°C sont-elles beaucoup plus graves que celles par de l'eau liquide à 100°C ?
3. Déterminer la température d'équilibre T_f du mélange.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 9

Un chauffe-eau électrique instantané possède une puissance électrique de $P = 18$ kW et un rendement thermique $\eta = 95\%$. L'eau entre à $T_i = 12$°C et doit sortir à $T_f = 42$°C ($c_{\text{eau}} = 4180$ J/(kg · °C), $\rho_{\text{eau}} = 1{,}0$ kg/L).

1. Calculer la puissance thermique utile P_{th} transférée à l'eau.
2. Quelle énergie thermique faut-il fournir pour chauffer 1 kg (1 L) d'eau de 12°C à 42°C ?
3. En déduire le débit massique maximal (en kg/s) puis le débit volumique (en L/min) que peut fournir ce chauffe-eau à 42°C.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 10

Une automobile de masse $M = 1200$ kg roulant à $v = 108$ km/h effectue un freinage d'urgence jusqu'à l'arrêt complet. On admet que 70% de l'énergie cinétique initiale est absorbée sous forme thermique par les deux disques de frein avant en acier, de masse $m_d = 6{,}0$ kg chacun ($c_{\text{acier}} = 450$ J/(kg · °C)).

1. Calculer l'énergie cinétique initiale de la voiture.
2. Quelle quantité de chaleur Q_{avant} est absorbée au total par les deux disques avant (et par un seul disque) ?
3. En négligeant le refroidissement par l'air pendant la brève durée du freinage, calculer l'élévation de température ΔT des disques avant.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 11

On chauffe 0,5 kg d'eau de 20 à 30 °C. Prends une capacité thermique massique de 4 200 J/(kg · °C). Calcule l'énergie reçue.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 12

Un métal de masse 0,2 kg et de capacité thermique massique 500 J/(kg · °C) reçoit 1 000 J. Quelle hausse de température ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 13

Dans un récipient isolé, on mélange 200 g d'eau à 10 °C et 200 g à 50 °C. Néglige l'énergie absorbée par le récipient. Température finale ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 14

On mélange 100 g d'eau à 60 °C avec 300 g d'eau à 20 °C sans perte et dans un récipient de capacité négligeable. Quelle température finale ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 15

De l'eau liquide refroidit de 37 à 29 °C. Avec la convention Q positif quand le système reçoit de l'énergie, donne le signe de Q pour l'eau.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 16

Un radiateur transfère 120 W à 0,4 kg d'eau pendant 70 s sans perte. Prends c = 4 200 J/(kg · °C). Quelle est la hausse de température ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 17

Quelle énergie faut-il pour fondre 0,1 kg de glace déjà à 0 °C, avec une chaleur latente de fusion de 334 000 J/kg ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 18

On apporte lentement de l'énergie à un mélange d'eau et de glace à l'équilibre sous pression ordinaire. Pourquoi la température reste-t-elle proche de 0 °C tant qu'il reste de la glace ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 19

Deux blocs de même masse reçoivent la même énergie. A a une capacité thermique massique de 400 J/(kg · °C), B de 800. Lequel chauffe davantage ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 20

Un récipient a une capacité thermique de 180 J/°C. Il se réchauffe de 15 °C. Quelle énergie absorbe-t-il ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 21

On fait chauffer 2 L d'eau de 15°C à 100°C dans une bouilloire de 2 000 W ($c_{\text{eau}} = 4\,180$ J/(kg·°C), pertes négligées).

1. Calculer l'énergie nécessaire.
2. Combien de temps faut-il ?
3. En réalité, il faut 6 minutes. Calculer le rendement de la bouilloire.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 22

Dans un récipient isolé, on mélange 2 kg d'eau à 80°C et 3 kg d'eau à 20°C.

1. Écrire l'égalité entre l'énergie cédée par l'eau chaude et l'énergie reçue par l'eau froide.
2. Calculer la température finale.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 23

On veut remplir une baignoire avec 100 L d'eau à 38°C, en mélangeant de l'eau chaude à 60°C et de l'eau froide à 15°C (pertes négligées).

Quels volumes d'eau chaude et d'eau froide faut-il ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 24

Pour identifier un métal, on chauffe un bloc de 200 g à 100°C, puis on le plonge dans 300 g d'eau à 20°C dans un calorimètre parfait. La température finale est 30°C.

Capacités thermiques massiques : aluminium 900 ; fer 450 ; cuivre 385 ; plomb 130 J/(kg·°C) ; eau 4 180 J/(kg·°C).

1. Calculer l'énergie reçue par l'eau.
2. En déduire la capacité thermique massique du métal et l'identifier.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 25

On veut transformer 200 g de glace à 0°C en eau à 20°C. Chaleur latente de fusion de la glace : $L_f = 334$ kJ/kg ; $c_{\text{eau}} = 4\,180$ J/(kg · °C).

1. Calculer l'énergie nécessaire pour faire fondre la glace.
2. Calculer l'énergie pour chauffer ensuite l'eau de 0 à 20°C.
3. Quelle étape demande le plus d'énergie ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 26

On met 50 g de glaçons à 0°C dans 300 g de limonade à 25°C (assimilée à de l'eau). On néglige les échanges avec l'extérieur ($L_f = 334$ kJ/kg, $c = 4\,180$ J/(kg · °C)).

1. Les glaçons vont-ils fondre entièrement ? (Comparer l'énergie nécessaire à la fusion et l'énergie que peut céder la limonade en refroidissant jusqu'à 0°C.)

2. Calculer la température finale (au dixième).

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 27

On fait bouillir de l'eau dans une casserole sur une plaque de 2 000 W (rendement 100 %). La chaleur latente de vaporisation de l'eau vaut $L_v = 2\,260$ kJ/kg.

1. Quelle énergie faut-il pour vaporiser 1 L d'eau déjà à 100°C ?
2. Combien de temps faut-il ?
3. Pourquoi la température de l'eau reste-t-elle à 100°C pendant l'ébullition ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 28

Un chauffe-eau de 200 L réchauffe l'eau de 10°C à 60°C ($c = 4\,180$ J/(kg · °C)).

1. Calculer l'énergie nécessaire en J puis en kWh.
2. Calculer le coût au tarif de 0,30 CHF/kWh.
3. Avec une pompe à chaleur qui fournit 3 kWh de chaleur par kWh d'électricité, quel serait le coût ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 29

On fournit la même énergie de 10 000 J à 1 kg d'eau et à 1 kg de fer ($c_{\text{eau}} = 4\,180$, $c_{\text{fer}} = 450$ J/(kg · °C)).

1. Calculer l'élévation de température de chacun.
2. Combien de fois plus le fer s'échauffe-t-il ?
3. Expliquer pourquoi les régions côtières ont des hivers plus doux et des étés plus frais que l'intérieur des continents.

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site

Exercice 30

James Joule a montré que l'énergie mécanique peut se transformer en chaleur. Une chute d'eau mesure 50 m de haut ($g = 10$ N/kg, $c = 4\,180$ J/(kg · °C)).

1. Calculer l'énergie potentielle perdue par 1 kg d'eau.
2. Si toute cette énergie chauffait l'eau, de combien sa température augmenterait-elle ?
3. Pourquoi cette élévation est-elle difficile à mesurer ?

Voir la réponse et le corrigé détaillé sur le site