

I) Détermination de la capacité thermique d'un calorimètre:

Un calorimètre contient une masse $m_1=250\text{g}$ d'eau. La température initiale de l'ensemble est $\theta_1=18^\circ\text{C}$. On ajoute une masse $m_2=300\text{g}$ d'eau à la température $\theta_2=80^\circ\text{C}$.

1. Quelle serait la température d'équilibre thermique θ_f de l'ensemble si la capacité thermique du calorimètre et de ses accessoires était négligeable ?

2. On mesure en fait une température d'équilibre thermique $\theta_f=50^\circ\text{C}$. Déterminer la capacité thermique C du calorimètre et de ses accessoires.

II) Bain à 37°C :

On désire obtenir un bain d'eau tiède à la température $\theta=37^\circ\text{C}$, d'un volume total $V=250$ litres, en mélangeant un volume V_1 d'eau chaude à la température initiale $\theta_1=70^\circ\text{C}$ et un volume V_2 d'eau froide à la température initiale $\theta_2=15^\circ\text{C}$.

Déterminer V_1 et V_2 en supposant négligeables toutes les fuites thermiques lors du mélange.

III) Un calorimètre contient 100g d'eau à 20°C . On y verse 80g d'eau à 50°C .

1) Quelle serait la température d'équilibre θ_1 si la capacité du calorimètre et accessoires était négligeable ?

2) En réalité la température d'équilibre est de $30,8^\circ\text{C}$. Déterminer la capacité thermique du calorimètre et accessoires. On utilisera cette valeur arrondie à l'entier le plus proche dans les questions suivantes.

3) On considère de nouveau ce calorimètre qui contient 100g d'eau à 20°C . On y plonge un morceau d'aluminium de masse $m=27\text{g}$ initialement placé dans de l'eau en ébullition. La température d'équilibre se stabilise à $23,2^\circ\text{C}$. En déduire la capacité thermique massique de l'aluminium.

4) On considère de nouveau ce calorimètre qui contient 100g d'eau à 20°C . On y plonge un morceau de cuivre de masse $m=48\text{g}$ initialement placé dans une étuve à 147°C . Déterminer la température d'équilibre.

5) On considère de nouveau ce calorimètre qui contient 100g d'eau à 20°C . On y plonge un morceau de glace de masse $m=20\text{g}$ initialement placé dans un congélateur à -18°C . Calculer la température d'équilibre.

IV)

Une balle de plomb de masse $m = 59\text{g}$ est tirée avec une vitesse de $300\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. Juste avant de toucher la cible, la balle est à la température de 21°C . Juste après le choc, sa vitesse est nulle, et on admet que toute l'énergie mécanique qu'elle possédait a été transformée en énergie thermique dissipée dans la balle.

1. Compte tenu des données, montrer que la balle subit une fusion partielle au cours du choc.

2- Calculer la masse du plomb fondu.

Données : température de fusion du plomb : 327°C ; chaleur massique du plomb: $130\text{J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$; chaleur latente de fusion du plomb : $22,6\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$

V) 1- Un calorimètre contient 100g d'eau à 20°C ; on y ajoute 80g d'eau à 50°C . La température d'équilibre est observée à $\theta_f=32^\circ\text{C}$.

Quelle est la capacité thermique du calorimètre ?

2-On plonge ensuite dans le calorimètre un objet en aluminium de masse 51g et dont la température est de 90°C . La température d'équilibre étant $\theta_f = 35^\circ\text{C}$, calculer la chaleur massique de l'aluminium.

VI)

Un calorimètre contient 100g d'eau à 18°C, on y verse 80g d'eau à 60°C.

1-Quelle serait la température d'équilibre si la capacité thermique du calorimètre et de ses accessoires était négligeable ?

2- La température d'équilibre est en fait 35,9°C; en déduire la capacité thermique du calorimètre et de ses accessoires.

$$C_e = 4180 \text{ J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$$

VII)

Un calorimètre contient une masse $m_1 = 95 \text{ g}$ d'eau à $\theta_1 = 20^\circ\text{C}$. On ajoute une masse d'eau $m_2 = 100 \text{ g}$ d'eau à $\theta_2 = 50^\circ\text{C}$.

Si on néglige l'intervention du calorimètre, calculer la température finale θ_f .

VIII)

1. Dans un calorimètre, à la température ambiante $\theta_1 = 15,5^\circ\text{C}$ on verse une masse d'eau $m_e = 90 \text{ g}$ d'eau à $\theta_e = 25^\circ\text{C}$. La température d'équilibre vaut $\theta_{f1} = 24,5^\circ\text{C}$. Calculer la capacité thermique du calorimètre.

2. Immédiatement après, on plonge dans l'eau du calorimètre une masse platine $m_p = 100 \text{ g}$ à $\theta_p = 104^\circ\text{C}$. La nouvelle température d'équilibre $\theta_{f2} = 27,7^\circ\text{C}$. Calculer la chaleur massique du platine.

3. Dans la foulée, on ajoute une masse $m = 23 \text{ g}$ d'eau à la température ambiante θ_1 . Calculer la température finale θ_{f3} .

Données:

Chaleur massique de l'eau : $c_e = 4185 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Masse volumique de l'eau : $\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$.

Chaleurs massiques du cuivre : $395 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Chaleurs massiques du laiton : $376 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Chaleur latente de fusion de la glace : 330 kJ/kg

Chaleur latente de vaporisation de l'eau : $2,26.10^3 \text{ kJ/kg}$

Correction

I) Détermination de la capacité thermique d'un calorimètre :

1. Quantité de chaleur captée par l'eau froide : $Q_1 = m_1 \cdot c_e \cdot (\theta_f - \theta_1)$.

Quantité de chaleur cédée par l'eau chaude : $Q_2 = m_2 \cdot c_e \cdot (\theta_f - \theta_2)$.

Le système {eau + calorimètre} est isolé: $Q_1 + Q_2 = 0$

$$m_1 \cdot c_e \cdot (\theta_f - \theta_1) + m_2 \cdot c_e \cdot (\theta_f - \theta_2) = 0$$

$$\theta_f = (m_1 \cdot \theta_1 + m_2 \cdot \theta_2) / (m_1 + m_2)$$

$$\theta_f = (250 \cdot 10^{-3} \times 18 + 300 \cdot 10^{-3} \times 80) / (250 \cdot 10^{-3} + 300 \cdot 10^{-3}) ; \theta_f = 51,8^\circ\text{C}$$

2. Quantité de chaleur captée par l'eau froide et le calorimètre :

$$Q_1 = (m_1 \cdot c_e + C) \cdot (\theta_f - \theta_1)$$

Quantité de chaleur cédée par l'eau chaude:

$$Q_2 = m_2 \cdot c_e \cdot (\theta_f - \theta_2)$$

Le système {eau + calorimètre} est isolé:

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

$$(m_1 \cdot c_e + C) \cdot (\theta_f - \theta_1) + m_2 \cdot c_e \cdot (\theta_f - \theta_2) = 0$$

$$C \cdot (\theta_f - \theta_1) + = -m_1 \cdot c_e (\theta_f - \theta_1) - m_2 \cdot c_e \cdot (\theta_f - \theta_2) = 0$$

$$C = (-m_1 \cdot c_e (\theta_f - \theta_1) - m_2 \cdot c_e \cdot (\theta_f - \theta_2)) / (\theta_f - \theta_1)$$

$$C = (250 \cdot 10^{-3} \times 4185 \cdot (50 - 18) + 300 \cdot 10^{-3} \times 4185 \cdot (50 - 80)) / (18 - 50)$$

$$C = 130,8 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$$

II) Bain à 37°C:

Soit Q_1 la quantité de chaleur cédée par l'eau chaude : $Q_1 = m_1 \cdot c_e (\theta_f - \theta_1)$.

Soit Q_2 la quantité de chaleur captée par l'eau froide : $Q_2 = m_2 \cdot c_e \cdot (\theta_f - \theta_2)$.

Le système {eau} est isolé: $Q_1 + Q_2 = 0$

$$m_1 \cdot c_e (\theta_f - \theta_1) + m_2 \cdot c_e \cdot (\theta_f - \theta_2) = 0$$

$$m_1 \cdot (\theta_f - \theta_1) + m_2 \cdot (\theta_f - \theta_2) = 0$$

Application numérique:

$$m_1 \cdot (37 - 70) + m_2 \cdot (37 - 15) = 0$$

$$33 \cdot m_1 + 22 \cdot m_2 = 0$$

D'autre part, le volume total du bain est $V = 250\text{L} \Rightarrow m_1 + m_2 = 250$

D'où le système:

$$33 \cdot m_1 + 22 \cdot m_2 = 0$$

$$m_1 + m_2 = 250$$

$$55 \cdot m_2 = 8250$$

$$m_2 = 150\text{kg}$$

$$m_1 + m_2 = 250$$

$$m_1 = 250 - m_2$$

$$m_1 = 250 - 150$$

$$m_1 = 100\text{kg}$$

Il faut donc 150L d'eau froide à 15°C et 100L d'eau chaude à 70°C pour obtenir 250L d'un bain à 37°C.

III) 1) On note x la température finale, à l'équilibre thermique.

énergie cédée par l'eau chaude : $0,08 * 4180(50-x) = 16720 - 334,4 x$ J

énergie gagnée par l'eau froide : $0,1 * 4180(x-20) = 418 x - 8360$ J

s'il n'y a pas de pertes vers l'extérieur $16720 - 334,4 x = 418 x - 8360$

température d'équilibre : $33,3^\circ\text{C}$.

2) énergie cédée par l'eau chaude : $0,08 * 4180(50-30,8) = 6420,5$ J

énergie gagnée par l'eau froide : $0,1 * 4180(30,8-20) = 4514,4$ J

énergie gagnée par le calorimètre : $6420,5 - 4514,4 = 1906,1$ J

$1906,1 = y(30,8-20)$ $y = 176,5$ capacité thermique du calorimètre : $176,5 \text{ J K}^{-1}$.

3) énergie gagnée par l'eau et le calorimètre : $(0,1 * 4180 + 176,5)(23,2-20) = 1902,4$ J

énergie cédée par l'aluminium : $27 \text{ g} = 0,027 \text{ kg}$. $0,027 * x(100-23,2) = 2,0736 x$

pertes vers l'extérieur négligeables: $1902,4 = 2,0736 x$ $x = 917$

capacité thermique massique de l'aluminium : $917 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$.

4) x : température d'équilibre.

énergie gagnée par l'eau et le calorimètre : $(0,1 * 4180 + 176,5)(x-20) = 594,5 x - 11890$

énergie cédée par le cuivre : $48 \text{ g} = 0,048 \text{ kg}$. $0,048 * 390 * (147-x) = 2751,8 - 18,72 x$

pertes vers l'extérieur négligeables:

$594,5 x - 11890 = 2751,8 - 18,72 x$

$x = 23,9$

température d'équilibre : $23,9^\circ\text{C}$.

5) On fait l'hypothèse que toute la glace est fondue: la température d'équilibre sera donc supérieure ou égale à zéro.

Si le calcul donne une valeur négative, alors l'hypothèse de départ est fautive, on devra en formuler une autre (glace en partie fondue par exemple).

x : température finale à l'équilibre thermique.

énergie cédée par l'eau et le calorimètre : $(0,1 * 4180 + 176,5)(20-x) = 11890 - 594,5 x$

énergie gagnée par la glace:

- pour se réchauffer jusqu'à 0°C : $0,02 * 2100 * (18-0) = 756$ J

- pour fondre à 0°C : $0,02 * 335 000 = 6700$ J

- pour réchauffer le liquide résultant de la fonte : $0,02 * 4180 * (x-0) = 83,6 x$

pertes négligeables vers l'extérieur :

$11890 - 594,5 x = 756 + 6700 + 83,6 x$

$x = 6,5^\circ\text{C}$

température d'équilibre : $6,5^\circ\text{C}$.