



Série d'exercices N°5

— Energie thermique – Echange thermique —

Exercice 1 :

On admet que dans un calorimètre, seul le vase intérieur (masse $m_1 = 300\text{g}$, capacité thermique massique $C_1 = 0,38.\text{kJ.kg}^{-1}\text{K}^{-1}$) et l'agitateur (masse $m_2 = 50\text{ g}$, capacité thermique massique $C_2 = 0,90.\text{kJ.kg}^{-1}\text{K}^{-1}$) sont susceptibles de participer aux échanges thermiques avec le contenu de l'appareil.

- 1) Calculer la capacité thermique μ du calorimètre.
- 2) Ce dernier contient 400 g d'éthanol à la température $t_1 = 17,5^\circ\text{C}$; on y verse 200 g d'eau à la température $t_2 = 24,7^\circ\text{C}$ et on note la température lorsque l'équilibre thermique est réalisé, soit $t_e = 20,6^\circ\text{C}$. En déduire la valeur de la capacité thermique massique C de l'éthanol.

Donnée : Capacité thermique massique c_e de l'eau : $4,19\text{ kJ.kg}^{-1}\text{K}^{-1}$.

Exercice 2 :

Dans un calorimètre en cuivre de masse $m_c = 100\text{ g}$ et qui contient une masse d'eau $m_e = 200\text{ g}$ à $t_e = 4^\circ\text{C}$, on introduit une masse $m_1 = 300\text{ g}$ de cuivre à $t_1 = -20^\circ\text{C}$.

- 1) On agite pour atteindre l'équilibre thermique : calculer la température finale t_f .
- 2) Montrer que si le cuivre introduit est à la température $t_2 = -50^\circ\text{C}$, une partie de l'eau congèle. Calculer la masse de glace formée m_g .

Données : - Chaleurs massiques de cuivre : $395\text{ J.kg}^{-1}\text{K}^{-1}$
- Chaleur latente de fusion de la glace : 330 kJ/kg

Exercice 3 :

Un calorimètre de capacité thermique $\mu = 180\text{ J.K}^{-1}$ contient un mélange en équilibre de 100 g d'eau et de 5 g de glace broyée. Un bloc de plomb de masse $m = 220\text{ g}$, préalablement porté à la température $t = 97,0^\circ\text{C}$, est introduit rapidement dans le vase calorimétrique. On attend l'équilibre thermique et on note la température : $t_e = 1,7^\circ\text{C}$.

- 1) Calculer la valeur de la capacité thermique massique du plomb.
- 2) Quelle énergie thermique minimale faut-il fournir pour fondre un lingot de plomb de masse 20 kg pris à la température initiale de 20°C ?
- Capacité thermique massique de l'eau : $C_e = 4,19\text{ kJ.kg}^{-1}\text{K}^{-1}$
- Chaleur latente de fusion de la glace à 0°C : $L_f = 334\text{ kJ.kg}^{-1}$
- Température de fusion du plomb : $t_f(\text{Pb}) = 327^\circ\text{C}$;
- Chaleur latente de fusion du plomb à 327°C : $L_f(\text{Pb}) = 22,6\text{ kJ.kg}^{-1}$



Série d'exercices N°5

— Energie thermique – Echange thermique —

Exercice 4 :

Dans un calorimètre de capacité calorifique $C_{cal} = 125 \text{ J/K}$ et contenant une masse $m_1 = 200 \text{ g}$ d'eau à $t_1 = 30^\circ\text{C}$, on introduit une masse m_g de glaçons à $t_g = 0^\circ\text{C}$. La température finale vaut $t_f = 5^\circ\text{C}$.

Calculer m_g .

Exercice 5 :

Un calorimètre renferme 200 g d'eau à la température $t_1 = 14,5^\circ\text{C}$. On y introduit un cylindre d'aluminium de masse $M = 80 \text{ g}$ préalablement porté dans une étuve à la température $t_2 = 86,8^\circ\text{C}$. La température d'équilibre se fixe à $t_e = 20,0^\circ\text{C}$.

On recommence l'expérience en plaçant, cette fois, 150 g d'eau dans le calorimètre à la température $t'_1 = 15,8^\circ\text{C}$; le même cylindre d'aluminium, désormais, porté à la température $t'_2 = 95,5^\circ\text{C}$ est réintroduit dans le calorimètre ; le nouvel équilibre est caractérisé par la température $t'_3 = 22,1^\circ\text{C}$. En déduire :

- 1) La capacité thermique massique C de l'aluminium;
- 2) La capacité thermique μ du calorimètre.
- 3) Quelle quantité de chaleur minimale faut-il mettre en œuvre pour fondre une tonne d'aluminium prise à la température initiale de 15°C ?

On donne : - Capacité thermique massique de l'eau : $C_e = 4,19 \text{ kJ.kg}^{-1}\text{K}^{-1}$

- Température de fusion de l'aluminium $t_f(\text{Al}) = 660^\circ\text{C}$.

- Chaleur latente de fusion de l'aluminium à 660°C : $L_f(\text{Al}) = 330 \text{ kJ.kg}^{-1}$

Exercice 6 :

Pour déterminer la capacité thermique massique d'un alcool organique, on le chauffe légèrement, puis on en introduit une masse connue dans un calorimètre : $m_1 = 220 \text{ g}$.

Après quelques instants, on note la température : $t_1 = 28,2^\circ\text{C}$. On ajoute alors une masse $m_2 = 200 \text{ g}$ du même alcool, mais à la température $t_2 = 16,4^\circ\text{C}$, puis, à l'aide d'une résistance électrique préalablement installée, on chauffe le liquide calorimétrique jusqu'à ce que la température redevienne égale à la température initiale t_1 . La quantité de chaleur apportée par la résistance a pour valeur $Q = 5,43 \text{ kJ}$.

- 1) En déduire la capacité thermique massique C de l'alcool étudié.
- 2) Lorsque la température atteint $28,2^\circ\text{C}$, on ajoute 120 g d'eau à la température $t_3 = 15,0^\circ\text{C}$. On note la température $t_e = 24,4^\circ\text{C}$ à l'équilibre thermique.

Déduire de cette expérience :

- a) La valeur de la capacité thermique μ du calorimètre ;
- b) La température d'équilibre t obtenue juste après le mélange des 220 g d'alcool à $t_1 = 28,2^\circ\text{C}$ et des 200 g du même alcool à $t_2 = 16,4^\circ\text{C}$.

On donne : Capacité thermique massique de l'eau : $C_e = 4,19 \text{ kJ.kg}^{-1}\text{K}^{-1}$



Série d'exercices N°5

— Energie thermique – Echange thermique —

Exercice 7 :

Un calorimètre, de capacité thermique $\mu = 120 \text{ J.K}^{-1}$, contient 250g d'eau et 40 g de glace en équilibre thermique.

1) Quelle est sa température ?

2) On chauffe lentement l'ensemble avec une résistance électrique. La température de l'eau du calorimètre atteint $28,8^\circ\text{C}$ lorsque la quantité de chaleur dissipée par la résistance est égale à 51530 J.

Déduire de cette expérience la valeur de la chaleur latente de fusion de la glace L_f .

On donne : Capacité thermique massique de l'eau : $C_e = 4,19 \text{ kJ.kg}^{-1}\text{K}^{-1}$

Exercice 8 :

Un calorimètre contient une masse $m_1=250\text{g}$ d'eau. La température initiale de l'ensemble est $t_1=18^\circ\text{C}$. On ajoute une masse $m_2=300\text{g}$ d'eau à la température $t_2=80^\circ\text{C}$.

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

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

Données : Chaleur massique de l'eau : $C_e = 4,19 \text{ kJ.kg}^{-1}\text{K}^{-1}$

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

Exercice 9 :

On désire obtenir un bain d'eau tiède à la température $t_e=37^\circ\text{C}$, d'un volume total $V=250$ litres, en mélangeant un volume V_1 d'eau chaude à la température initiale $t_1=70^\circ\text{C}$ et un volume V_2 d'eau froide à la température initiale $t_2=15^\circ\text{C}$.

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

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

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

Exercice 10 :

On veut refroidir un verre de jus de fruit pris à 30°C . La capacité calorifique du verre et du jus est de $\mu=550 \text{ J.K}^{-1}$. On introduit alors une certaine masse m de glace à 0°C . On veut que la température finale de l'ensemble soit de $t_e = 10^\circ\text{C}$.

On admet qu'il n'y a échange de chaleur qu'entre la glace et le verre de jus de fruit. Calculer la masse de glace nécessaire.



Série d'exercices N°5

— Energie thermique – Echange thermique —

Exercice 11 :

Un morceau de fer de masse $m_1=500\text{g}$ est sorti d'un congélateur à la température $t_1=-30^\circ\text{C}$. Il est plongé dans un calorimètre, de capacité thermique négligeable, contenant une masse $m_2=200\text{g}$ d'eau à la température initiale $t_2=4^\circ\text{C}$

Déterminer l'état final d'équilibre du système (température finale, masse des différents corps présents dans le calorimètre).

Données:

- Chaleur massique de l'eau : $C_e = 4185 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- Chaleur massique de la glace: $C_g = 2090 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- Chaleur massique du fer: $C_{Fe} = 460 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- Chaleur latente de fusion de la glace: $L_f = 3,34.10^5 \text{ J.kg}^{-1}$

Exercice 12 :

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

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

2) La température d'équilibre est en fait $35,9^\circ\text{C}$. En déduire la capacité thermique du calorimètre et de ses accessoires.

3) On considère de nouveau le calorimètre qui contient 100 g d'eau à 18°C . On y plonge un morceau de cuivre de masse 20 g initialement placé dans de l'eau en ébullition. La température d'équilibre s'établit à $19,4^\circ\text{C}$. Calculer la capacité thermique massique du cuivre.

4) On considère encore le même calorimètre contenant 100 g d'eau à 18°C . On y plonge maintenant un morceau d'aluminium de masse 30,2 g à la température de 100°C et de capacité thermique massique $920 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

Déterminer la température d'équilibre.

5) L'état initial restant le même : le calorimètre contenant 100 g d'eau à 18°C , on y introduit un glaçon de masse 25 g à 0°C . Calculer la température d'équilibre.

6) L'état initial est encore : le calorimètre contenant 100 g d'eau à 18°C , on y introduit un glaçon de masse 25g provenant d'un congélateur à la température de -18°C . Quelle est la température d'équilibre ?

Données :

- Capacité thermique massique de l'eau : $C_e = 4,19 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$.
- Capacité thermique massique de la glace : $C_g = 2,10.103 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- Chaleur latente de fusion de la glace à 0°C : $L_f = 3,34.105 \text{ J.kg}^{-1}$



Série d'exercices N°5

— Energie thermique – Echange thermique —

Exercice 13 :

Un calorimètre contient de l'eau à la température $t_1 = 18,3^\circ\text{C}$; sa capacité thermique totale a pour valeur $\mu = 1350 \text{ J.K}^{-1}$.

On y introduit un bloc de glace, de masse $m = 42 \text{ g}$, prélevé dans le compartiment surgélation d'un réfrigérateur à la température $t_2 = -25,5^\circ\text{C}$. Il y a fusion complète de la glace et la température d'équilibre est $t = 5,6^\circ\text{C}$.

On recommence l'expérience (même calorimètre, même quantité d'eau initiale, même température), mais on introduit cette fois un glaçon de masse $m' = 35 \text{ g}$, à la température de 0°C . La nouvelle température est $t' = 8,8^\circ\text{C}$.

Déduire des deux expériences précédentes :

- 1) La chaleur latente de fusion L_f de la glace ;
- 2) La capacité thermique massique C_s de la glace.
- 3) On introduit un nouveau glaçon, de masse 43 g , à la température $-25,5^\circ\text{C}$, dans l'eau du calorimètre à la température t' issue de la dernière expérience.
 - a) Quelle est la température atteinte à l'équilibre thermique ?
 - b) Reste-t-il de la glace ? Si oui, quelle est sa masse ?

Donnée : Capacité thermique massique de l'eau : $C_e = 4,19 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Exercice 14 :

On place 200 mL de solution d'acide chlorhydrique de concentration $0,4 \text{ mol/L}$ dans un vase de Dewar de capacité thermique $\mu = 150 \text{ J.K}^{-1}$.

Une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium, de concentration 1 mol/L , est versée progressivement dans la solution chlorhydrique, tandis qu'on relève, après chaque addition, la température dans le calorimètre.

Initialement, les solutions d'acide chlorhydrique et d'hydroxyde de sodium sont à la même température $t_1 = 16,1^\circ\text{C}$. La température du calorimètre s'élève régulièrement jusqu'à $t_2 = 19,5^\circ\text{C}$, puis décroît lentement.

- 1) Ecrire l'équation bilan de la réaction qui se produit dans le calorimètre et interpréter qualitativement les phénomènes physiques observés. Pour quel volume V de solution d'hydroxyde de sodium versé observe-t-on la température maximale t_2 ?
- 2) En déduire la chaleur de la réaction entre une mole d'ions H_3O^+ et une mole d'ions OH^- .
- 3) Quelle est la température t_3 lorsque l'on a versé 150 mL de solution d'hydroxyde de sodium ?

Données :

- Les capacités thermiques massiques des solutions d'acide chlorhydrique et d'hydroxyde de sodium sont égales : $C = 4,2 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- Les masses volumiques de ces solutions sont égales : $\rho = 103 \text{ kg/m}^3$