



# 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  $\mu$  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 :  $330\text{ kJ/kg}$

### 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  $20^\circ\text{C}$  ?
- 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  $0^\circ\text{C}$  :  $L_f = 334\text{ kJ.kg}^{-1}$
  - Température de fusion du plomb :  $t_f(\text{Pb}) = 327^\circ\text{C}$  ;
  - Chaleur latente de fusion du plomb à  $327^\circ\text{C}$  :  $L_f(\text{Pb}) = 22,6\text{ kJ.kg}^{-1}$





# 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  $200 \text{ g}$  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,  $150 \text{ g}$  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  $\mu$  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  $15^\circ\text{C}$  ?

**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  $660^\circ\text{C}$  :  $L_{f(\text{Al})} = 330 \text{ kJ.kg}^{-1}$

### 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  $120 \text{ g}$  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  $\mu$  du calorimètre ;
- b) La température d'équilibre  $t$  obtenue juste après le mélange des  $220 \text{ g}$  d'alcool à  $t_1 = 28,2^\circ\text{C}$  et des  $200 \text{ g}$  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  $\mu$  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  $\mu$  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  $30^\circ\text{C}$ . 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  $0^\circ\text{C}$ . 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:  $C_{\text{Fe}} = 460 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- 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  $18^\circ\text{C}$ . On y verse 80 g d'eau à  $60^\circ\text{C}$ .

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  $18^\circ\text{C}$ . 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  $18^\circ\text{C}$ . On y plonge maintenant un morceau d'aluminium de masse 30,2 g à la température de  $100^\circ\text{C}$  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  $18^\circ\text{C}$ , on y introduit un glaçon de masse 25 g à  $0^\circ\text{C}$ . Calculer la température d'équilibre.

6) L'état initial est encore : le calorimètre contenant 100 g d'eau à  $18^\circ\text{C}$ , on y introduit un glaçon de masse 25g provenant d'un congélateur à la température de  $-18^\circ\text{C}$ . 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 :  $C_g = 2,10.10^3 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- Chaleur latente de fusion de la glace à  $0^\circ\text{C}$  :  $L_f = 3,34.10^5 \text{ J.kg}^{-1}$





# 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  $0^\circ\text{C}$ . 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  $43 \text{ g}$ , 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  $1 \text{ mol/L}$ , 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  $\text{H}_3\text{O}^+$  et une mole d'ions  $\text{OH}^-$ .
- 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 :  $\rho = 103 \text{ kg/m}^3$

