**EXERCICES : TRANSFERTS THERMIQUES**

##### I. Bain à 37°C

On désire obtenir un bain d'eau tiède à la température 37 °C, d'un volume total V = 250 litres, en mélangeant un volume V1 d'eau chaude à la température initiale 1 70 °C et un volume V2 d'eau froide à la température initiale 2 = 15 °C.

Déterminer V1 et V2 en supposant négligeables toutes les fuites thermiques lors du mélange.

##### II. Chaleur massique du plomb

On sort un bloc de plomb de masse m1 = 280 g d'une étuve à la température 1 98 °C. On le plonge dans un calorimètre de capacité thermique C = 209 J.K – 1 contenant une masse m2 = 350 g d'eau. L'ensemble est à la température initiale 2 16°C. On mesure la température d'équilibre thermique e 17,7 °C.

Déterminer la chaleur massique du plomb.

##### III. Bloc de fer plongé dans l'eau

Un morceau de fer de masse m1 = 500 g est sorti d'un congélateur à la température 1  30 °C.  
Il est plongé dans un calorimètre, de capacité thermique négligeable, contenant une masse m2 = 200 g d'eau à la température initiale 2 °C.

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

##### IV. Fusion d'un glaçon (version 1)

Un calorimètre de capacité thermique C = 150 J.K – 1 contient une masse m1 = 200 g d'eau à la température initiale 1 = 70 °C. On y place un glaçon de masse m2 = 80 g sortant du congélateur à la température 2 = – 23 °C.

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

##### V. Fusion d'un glaçon (version 2)

Un calorimètre de capacité thermique C = 150 J.K – 1 contient une masse m1 = 200 g d'eau à la température initiale 1 = 50 °C. On y place un glaçon de masse m2 = 160 g sortant du congélateur à la température 2 = – 23 °C.

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

##### VI. Détermination de la capacité thermique d'un calorimètre

Un calorimètre contient une masse m1=250g d'eau. La température initiale de l'ensemble est θ1 = 18 °C. On ajoute une masse m2 = 300 g d'eau à la température 2 = 80 °C.

**1.** Quelle serait la température d'équilibre thermique e 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 e = 50 °C.  Déterminer la capacité thermique C du calorimètre et de ses accessoires.

*Données :*

Masse volumique de l'eau : µ = 1000 kg.m – 3.

Capacité thermique massique de l'eau : ce = 4185 J.kg – 1.K – 1.

Capacité thermique massique de la glace : cg = 2090 J.kg – 1.K – 1.

Capacité thermique massique du fer : cFe = 460 J.kg – 1.K – 1.

Chaleur latente massique de fusion de la glace : Lf = 3,34.10 5 J.kg – 1.

Chaleur latente massique de solidification de l’eau : Ls = – 3,34.10 5 J.kg – 1.

**CORRECTION DES EXERCICES DE CALORIMÉTRIE**

**I. Bain à 37°C**

Soit Q1 la quantité de chaleur cédée par l'eau chaude : Q1 = m1 ce ( – 1).

Soit Q2 la quantité de chaleur captée par l'eau froide : Q2 = m2 ce ( – 2).

Le système {eau} est isolé : Q1 + Q2 =0

soit m1 ce ( – 1) + m2 ce ( – 2) = 0

d’où m1 ( – 1) + m2 ( – 2) = 0

A. N :

m1 (37 – 70m2 (37 – 15 d'où – 33 m122 m2

D'autre part, le volume total du bain est de 250 L ; sa masse est de 250 kg. On a donc : m1m2 250

D'où le système : 

Résolution : [1] + 33.[2] 55.m2 = 8250 m2 = 150kg

m1 + m2 = 250 m1 = 250 - m2  m1 = 250 – 100 m1 = 100kg

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

**II. Capacité thermique massique du plomb**

Soit Q1 la quantité de chaleur cédée par le bloc de plomb : Q1 = m1 CPb (é – 1).

Soit Q2 la quantité de chaleur captée par l'eau froide et le calorimètre : Q2 = (m2 ceau + μ) (é – 2).

Le système {eau + calorimètre + plomb} est isolé : Q1 + Q2 = 0

On a : m1 CPb (é – 1) + (m2 Ceau + μ) (é – 2) = 0

soit m1 CPb (é – 1) = – (m2 Ceau + μ) (é – 2)

d’où : CPb = (m2 Ceau + μ) (é – 2) / m1 (1 – é)

A.N. : CPb = **CPb = 126,5 J.kg – 1.K – 1**

**III. Bloc de fer plongé dans l'eau**

Soit Q1 l'énergie captée par le bloc de fer pour passer de – 30 °C à 0 °C : Q1 = m1 CFe (0– 1).

Q1 = 500.10 – 3  460 (0 – (– 30)) Q1 = 6900 J

Soit Q2 l'énergie cédée par l'eau pour passer de 4 °C à 0 °C : Q2 = m2 Ceau (0– 2)

Q2 = 200.10 – 3 4185 (0 – 4) Q2 = – 3348 J

|**Q1| > |Q2|** L’énergie captée par le fer est supérieure a celle cédée par l’eau pour abaisser sa température jusqu’à 0 °C. Une partie de l'eau va donc geler pour céder de l’énergie thermique au bloc de fer.

Soit Q l'énergie cédée par cette eau pour geler.

Le système {eau + fer} est isolé : Q + Q1 + Q2 = 0 soit Q = – Q1 – Q2

A.N. : Q = – 6900 – (– 3348) Q = – 3552 J

Soit m la masse d'eau gelée. Q = m Ls soit m =

A.N. :  m = m 10,6 10 – 3 kg soit **m 10,6 g**

**Le système est donc composé de : 500 g de fer à la température de 0 °C ;**

**10,6 g de glace à la température de 0 °C ;**

**200 – 10,6 = 189,4 g d'eau à la température de 0 °C.**

**Autre méthode**

Soit Q1 l'énergie captée par le fer pour passer de 1 = – 30 °C à e.

Q1 = m1 CFe (e – 1)

A.N. :  Q1 = 0,5 460 (e – (– 30)) Q1 = 230 e +6900

Soit Q2 l'énergie cédée par l’eau pour passer de 2 = 4 °C à e.

Q2 = m2 Ceau (– 2) + m2 Ls + m2 Cglace (e – )

A.N. :  Q2 = 0,2 4185 (0– 4)) + 0,2 ( – 3,34.10 5) + 0,2 2090 (e – )

Q2 = – 3348 – 66800 + 418 e

L’eau si elle se transforme entièrement en glace cédera beaucoup plus d’énergie que celle nécessaire pour que le morceau de fer ait une température de 0 °C.

La température d’équilibre sera donc de 0 °C. On aura donc : Q1 = 6900 J et Q2 = – 3348

Soit m la masse d’eau qui va geler et soit Q l'énergie cédée par l’eau pour se transformer en glace.

Le système {eau + fer} est isolé : Q + Q1 + Q2 = 0 soit Q = – Q1 – Q2

A.N. :  Q = – 6900 + 3348 Q = – 3552 J

Q = m Ls m = m = m 0,011 kg (11 g)

Le système est donc composé de : 11 g de glace à la température de 0 °C.

200 – 11 = 189 g d'eau à la température de 0 °C.

500 g de fer à la température de 0 °C.

##### V. Fusion d'un glaçon (version 2)

En supposant que toute la glace fonde, un calcul analogue à l'exercice précédent (version 1) donne :

e =

A.N. :  e =

**e = – 7,11 °C**

**Ce résultat est aberrant** car à cette température et sous la pression atmosphérique, l'eau est à l'état solide.

La totalité de la glace ne fondra pas et la température du système sera e = 0 °C.

Soit Q1 l'énergie cédée par l'eau et le calorimètre pour passer de 1 = 50 °C à e = 0 °C.

Q1 = (m1 ce + C) (e – 1)

A.N. :  Q1 = (200.10 – 3 4185 + 150) (0 – 50) Q1 = – 49350 J.

Soit Q2 l'énergie captée par le bloc de glace pour passer de 2 = – 23 °C à e = 0 °C.

Q2 = m2 cg (e – 1).

A.N. :  Q2 = 160.10 – 3 2090 (0 – (– 23)) Q2 = 7691,20 J.

Soit m la masse de glace qui va fondre et soit Q l'énergie captée par cette glace.

Le système {eau + glace + calorimètre} est isolé : Q + Q1 + Q2 = 0 soit Q = – Q1 – Q2

A.N. :  Q = 49350 – 7691,2 Q = 41658,80 J

Q = m Lf m = m = m = 12510 – 3 kg (125 g)

Le système est donc composé de : 160 – 125 = 35g de glace à la température de 0°C.

200 +125 = 325g d'eau à la température de 0°C.

##### VI. Détermination de la capacité thermique d'un calorimètre

**1.** Quantité de chaleur captée par l'eau froide : Q1 = m1 ce (e – 1).

Quantité de chaleur cédée par l'eau chaude : Q2 = m2 ce (e – 2

Le système {eau + calorimètre} est isolé : Q1 + Q2 = 0.

m1 ce (e – 1) +m2 ce (e – 2) =  d'où e = (m1 1 + m2 2)/(m1 1 + m2 2)

A.N. :  e  =  **e = 51,8 °C**

**2.** Quantité de chaleur captée par l'eau froide et le calorimètre : Q1 = (m1 ce + C) (e – 1)

Quantité de chaleur cédée par l'eau chaude : Q2 = m2 ce (e – 2)

Le système {eau + calorimètre} est isolé : Q1 + Q2 = 0

Soit (m1 ce + C) (e – 1) +m2 ce (e – 2) = 0

C (e – 1) = – m1 ce (e – 1) – m2 ce (e – 2)

C =

C =

A.N. : C = **C = 130,8 J.K– 1**

**La capacité thermique du calorimètre est 130,8 J.K– 1.**