

## TD - Th6a - Bilans enthalpiques

### 1 Calorimétrie

1. Un calorimètre contient 95 g d'eau à 20,0°C. On ajoute 71 g d'eau à 50,0°C. Quelle serait la température d'équilibre si l'on pouvait négliger la capacité thermique du vase et des accessoires ?
2. La température d'équilibre observée est 31,3°C. En déduire la valeur en eau du vase et des accessoires (*i.e* la masse d'eau de même capacité thermique que le vase et les accessoires).
3. Le même calorimètre contient maintenant 100 g d'eau à 15,0°C. On y plonge un échantillon métallique pesant 25 g sortant d'une étuve à 95,0°C. La température d'équilibre étant 16,7°C, calculer la capacité thermique massique du métal.

*On rappelle que la capacité thermique massique de l'eau vaut  $c_o = 4,18 \text{ J.g}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .*

### 2 Bain chaud

On désire prendre un bain avec une eau dont la température est de 32,0°C. Le volume  $V$  de la baignoire est de 100 L et pour le remplir, on dispose de deux réservoirs d'eau : un réservoir d'eau chaude à 60,0°C et un d'eau froide à 18,0°C. On négligera la capacité thermique de la baignoire et on supposera qu'il n'y a aucune perte thermique. Quel volume doit-on prélever dans chacun des réservoirs pour prendre le bain ?

### 3 Échauffement d'une résistance ★ ★ ★

Une résistance électrique  $R$  de capacité thermique  $C$  est placée dans l'air de température  $T_0$ . Lorsque la température de la résistance est  $T$  on admet que l'énergie perdue sous forme de chaleur dans le milieu extérieur pendant un temps infinitésimal  $dt$  est de la forme  $aC(T - T_0)dt$ ,  $a$  étant une constante. Initialement la résistance est en équilibre thermique avec le milieu extérieur à la température  $T_0$ . À l'instant  $t = 0$  on fait passer dans la résistance un courant continu d'intensité  $I$ .

1. Quelle est la dimension de  $a$  ? Expliquer qualitativement l'évolution de la température de la résistance.
2. Établir l'équation différentielle vérifiée par  $T(t)$ . Pour cela on effectuera un bilan enthalpique entre les instant  $t$  et  $t + dt$ .
3. En déduire l'expression de la température  $T$  en fonction du temps. Quelle est la température limite atteinte en régime stationnaire ?
4. Retrouver directement la valeur de la température limite du régime permanent.

*Réponses :* 1)  $a$  est homogène à l'inverse d'un temps.

$$3) T = \frac{RI^2}{aC} (1 - e^{-at}) + T_0; T_\infty = T_0 + \frac{RI^2}{aC}.$$

### 4 Composition d'un mélange liquide-solide ★

Dans un récipient à parois adiabatiques contenant une masse  $M = 1,00 \text{ kg}$  d'eau à  $T_1 = 293 \text{ K}$ , on place un bloc de glace de masse  $m = 500 \text{ g}$  à la température  $T_0 = 273 \text{ K}$ .

Quelle est la composition du mélange à l'équilibre ?

*Données :*

Capacité thermique massique de l'eau :  $c = 4,18 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Enthalpie massique de fusion de la glace à 273 K :  $L_f = 336 \text{ kJ.kg}^{-1}$

## 5 Chauffettes chimiques ★ ★ ★

Un randonneur part faire une promenade en raquette alors que la température extérieure vaut  $T_0 = -10^\circ\text{C}$ . Au bout d'un certain temps, il a froid aux mains et décide pour se réchauffer d'utiliser une chauffette chimique. Celle-ci est constituée d'une pochette contenant de l'acétate de sodium trihydraté liquide à l'état de surfusion. L'appui sur une pastille à la surface de la pochette permet d'injecter dans le liquide quelques cristaux ce qui provoque une solidification quasi-instantanée. Cela permet ensuite au randonneur de se réchauffer les mains.

On donne les caractéristiques physiques de l'acétate de sodium trihydraté :

- Température de fusion sous la pression atmosphérique :  $T_{\text{fus}} = 58,0^\circ\text{C}$
- capacité thermique massique du solide :  $c_s = 3,31 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
- capacité thermique massique du liquide :  $c_\ell = 3,06 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
- Enthalpie massique de fusion à  $T_{\text{fus}}$  :  $L_f(T_{\text{fus}}) = 242,8 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$

1. Comment qualifie-t-on l'état de surfusion ?
2. On suppose qu'on obtient juste après l'appui sur la pastille un mélange diphasé liquide-solide à la pression atmosphérique. Déterminer la fraction  $x$  de solide dans ce mélange en fonction de  $c_\ell$ ,  $L_f(T_{\text{fus}})$ ,  $T_0$  et  $T_{\text{fus}}$ .
3. En dessous de quelle température extérieure  $T_C$  toute la masse de solution se solidifie-t-elle ?

Voir article :

"*Les chauffettes chimiques*", Jean-Michel Courty et Edouard Kierlik, Pour La Science n°374, Décembre 2013.