

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 : $c_s = 3,31 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- capacité thermique massique du liquide : $c_\ell = 3,06 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$
- Enthalpie massique de fusion à T_{fus} : $L_f(T_{\text{fus}}) = 242,8 \text{ kJ.kg}^{-1}$

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_ℓ , $L_f(T_{\text{fus}})$, T_0 et T_{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.