

Exercices

Echanges thermiques, Calorimétrie

Données pour tous les exercices

Capacités thermiques : $c_{\text{eau}}=4180 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$, $c_{\text{cuivre}}=388 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$, $c_{\text{laiton}}=376 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

Chaleur latente de fusion de la glace : 333 kJ/kg .

Chaleur latente de vaporisation de l'eau : $2,26.10^3 \text{ kJ/kg}$.

Exercice 1

1. sachant que l'énergie potentielle de pesanteur a pour expression $E_p=m.g.h$, calculer l'énergie E nécessaire pour élever une voiture d'une tonne de la hauteur de la tour Eiffel (324m).
2. Avec cette énergie E , on souhaite maintenant porter à ébullition sous la pression atmosphérique une masse m d'eau initialement à 20°C . Quelle masse m peut-on porter à ébullition avec cette énergie ?
3. Quel commentaire peut-on faire sur le résultat précédent ?

Exercice 2

A une masse $m_1 = 100 \text{ g}$ d'eau à $T_1 = 10^\circ\text{C}$ on ajoute une masse $m_2 = 60 \text{ g}$ d'eau à $T_2 = 55^\circ\text{C}$. Calculer la température finale du mélange.

Exercice 3

Dans un calorimètre de capacité calorifique $C_{\text{cal}} = 125 \text{ J/K}$ 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 4

Un ballon d'eau chaude électrique a une capacité de 240 L . Le réchauffage de l'eau s'effectue en tarif de nuit de 22 h 30 à 6 h 30. L'eau est portée de la température $T_0 = 10,0^\circ\text{C}$ à la température $T_1 = 85,0^\circ\text{C}$.

On donne:

-la capacité thermique massique de l'eau: $C = 4186 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$

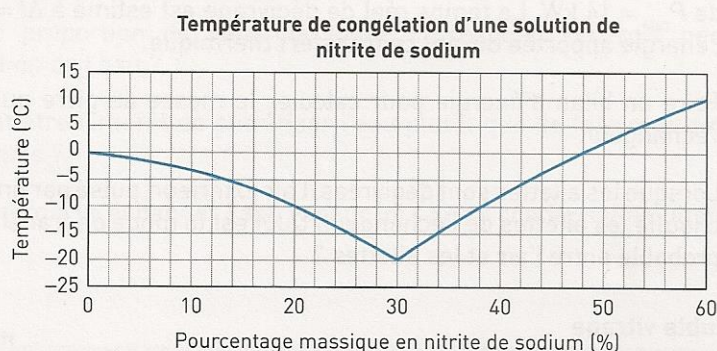
- la masse volumique de l'eau $\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$.

1. Calculer l'énergie Q nécessaire au chauffage de l'eau du ballon.
2. Calculer la puissance électrique minimale du chauffe-eau.
3. Calculer le coût de l'opération sachant qu' EDF facture un tarif de nuit à $0,0581 \text{ € TTC}$ le kWh.
4. À 6 h 30, on effectue rapidement un premier puisage de $V_1= 80 \text{ L}$ d'eau dans le ballon à $T_1 = 85,0^\circ\text{C}$. Calculer la température T_2 du ballon immédiatement après le puisage. (On suppose que le remplissage se fait encore avec de l'eau à $10,0^\circ\text{C}$).
5. Un second puisage effectué à 12 h 30 donne de l'eau à une température $T'_2 = 57,0^\circ\text{C}$. En déduire la puissance moyenne perdue par l'eau du ballon.

Exercice 5

Le nitrite de sodium NaNO_2 est utilisé comme accélérateur de prise et de durcissement des bétons. En outre, les ions nitrite oxydent le fer en créant une couche passivante sur les armatures.

La courbe ci-dessous indique la température à partir de laquelle une solution aqueuse de nitrite de sodium gèle en fonction du pourcentage en masse de nitrite de sodium.



1. Nommer le changement de phase que l'on cherche à « éviter » par ajout de nitrite de sodium dans l'eau de gâchage d'un béton ?
2. Exploiter le graphique pour indiquer la zone qui correspond à la solution de nitrate de sodium sous forme liquide.
3. Donner un encadrement du pourcentage massique en nitrite de sodium dans l'eau de gâchage pour que la mise en œuvre du béton puisse se faire entre $0,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $-5,0\text{ }^{\circ}\text{C}$.
4. La fiche de données de sécurité du nitrite de sodium pur comporte les pictogrammes suivants. Donner la signification du 1^{er} pictogramme.



Exercice 6

L'extinction d'un feu qui se produit dans une pièce nécessite un volume $V = 0,10\text{ m}^3$ d'eau prise à la température $\theta_1 = 12,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. On suppose que toute l'eau pulvérisée sur les flammes atteint la température $\theta_2 = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ et que seulement 80 % de la masse totale se retrouve sous forme vapeur d'eau.

Données :

- capacité thermique massique de l'eau liquide : $c_l = 4,2\text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$.
- enthalpie massique de vaporisation de l'eau : $L_v = 2,26\text{ MJ.kg}^{-1}$.

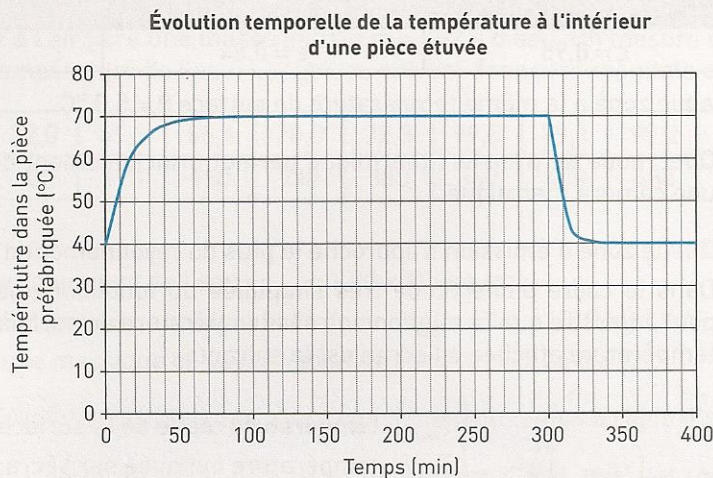
1. Quel est le nom du changement d'état que subit une partie de l'eau ?
2. Effectuer un bilan d'énergie pour l'eau pulvérisée sur les flammes.
3. À quelle proportion de l'énergie totale correspond l'énergie nécessaire à la vaporisation de l'eau ?
4. Quel peut être l'intérêt de pulvériser l'eau plutôt que de la verser directement sur les flammes ?
5. Quelle énergie va échanger l'eau vapeur lors de sa condensation ultérieure ?

Exercice 7

Dans une usine de fabrication d'éléments de construction en béton l'une des étapes du procédé consiste à chauffer les pièces par de la vapeur basse pression. Cette opération se déroule dans une étuve contenant de la vapeur d'eau à une température de 160 °C et une pression de 0,5 bar. La pièce à étuver a une masse de 1,00 tonne.

Données :

- enthalpie massique de vaporisation de l'eau : $L_v = 2,26 \text{ MJ.K}^{-1}$.
- capacité thermique massique du béton : $c_b = 1,00 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$.
- capacité thermique massique de l'eau liquide : $c_l = 4,20 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$.
- capacité thermique massique de la vapeur d'eau : $c_v = 2,10 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$.



1. Exploiter la courbe de température pour indiquer les intervalles de temps correspondant aux différents régimes de transfert thermique.
2. Calculer l'énergie minimale nécessaire qu'il a fallu fournir à la pièce en béton durant la 1^{re} heure de présence dans l'étuve.
3. On suppose que la vapeur d'eau qui chauffe la pièce en béton ressort de l'étuve sous forme liquide à la température de 70 °C. Faire un bilan d'énergie pour l'eau afin de calculer la masse minimale d'eau vapeur à injecter dans l'étuve lors de la première heure.