

Exercices sur les transferts thermiques

Exercice 1 : livre 3p210

Exercice 2 : livre 6p210. Bien présenter des données intermédiaires peut-être et un système particulier.

Exercice 3 :

Du thon pêché à la température initiale $T_1 = 14^\circ\text{C}$ doit être congelé à la température de $T_2 = -18^\circ\text{C}$. Calculer la valeur du transfert thermique à mettre en œuvre pour congeler 2,0 tonnes de poisson (considéré comme une espèce chimique pure).

Données : capacité thermique du poisson frais : $c = 3,5 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$; capacité du poisson congelé : $c' = 1,7 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$; température de congélation du poisson : $T_C = -2,2^\circ\text{C}$; énergie massique de solidification du poisson : $L = -2,6\cdot 10^2 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Coup de pouce : développer en trois étapes successives... Mais un seul calcul *numérique* final surtout (mais autant de calculs littéraux intermédiaires que vous souhaitez) !

Exercice 4 : la question posée est de trouver la température finale du mélange pour les deux cas décrits. Le raisonnement à suivre (et à apprendre pour ceux qui ont des difficultés) est le suivant : découpler le système total en sous-systèmes, en s'aidant éventuellement de dessins ou schémas, en introduisant les transferts thermiques pour chaque évolution de chaque sous-système afin d'obtenir une équation dont T_f est l'inconnue que l'on isolera littéralement puis que l'on calculera numériquement (un seul calcul numérique final).

Données : pour le cuivre solide $c = 3,9\cdot 10^2 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$, pour l'eau liquide $c' = 4,18\cdot 10^3 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$, pour l'eau glace $c'' = 2,06 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$. $L_{\text{fusion, eau}} = 3,3\cdot 10^5 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}$, ρ_{eau} à connaître par cœur.

1) On plonge un barreau de cuivre de masse $m_1 = 100\text{g}$ de température $T_1 = 102,0^\circ\text{C}$ dans $V_2 = 2,0 \text{ L}$ d'eau froide liquide (correspondant à $m_2 = ?$) à $T_2 = 10,0^\circ\text{C}$. Déterminer la température finale T_3 du mélange.

2) Même question en mélangeant 30 g d'eau liquide à 75°C et 20 g d'eau liquide à 10°C . On utilisera notamment la formule littérale de 1) en l'adaptant sans tout refaire... et en la simplifiant dans ce cas, à la fin.

3) On reprend le volume d'eau V_2 à T_2 . Quelle masse doit avoir le barreau de cuivre de température T_1 initialement afin d'obtenir une température finale de 70°C ?

Exercice 5 : exercice type résolution de problème

Refroidissement de boulet de canon

Document 1 : histoire de l'artillerie

En 1764, la réforme de l'artillerie française fut à l'origine de l'utilisation de boulets de canons en fonte (alliage de C et de Fe) de masse $m_{\text{boulet}} = 16$ livres. Chaque boulet a alors un volume $V_{\text{boulet}} = 1,5 \text{ L} = 1,5 \text{ dm}^3$.

Document 2 : quelques valeurs physico-chimiques

- Une livre correspond à une masse de 480 g au XVIII^{ème} siècle.
- La fonte utilisée a une capacité thermique massique de $450 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$.
- L'eau de mer a une capacité thermique massique de $4,2 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot^\circ\text{C}^{-1}$ et une température d'ébullition de 102°C . Sa masse volumique vaut $1,0 \text{ kg}\cdot\text{L}^{-1}$ ou $1,0 \text{ kg}\cdot\text{dm}^{-3}$.
- $1\text{L} = 1 \text{ dm}^3$; $1 \text{ mL} = 1 \text{ cm}^3$.
- Volume V d'un cylindre de hauteur h et de rayon R : $V = h\cdot\pi\cdot R^2$.



Document 3 : transfert thermique

Le transfert thermique Q reçu par une substance de masse m_{subs} , à l'origine de la variation de son énergie thermique uniquement, est égal à, en désignant par c_{subs} sa capacité thermique massique, m_{subs} la masse de cette substance, $T_{i, \text{subs}}$ sa température initiale et $T_{f, \text{subs}}$ sa température finale :

$$Q = c_{\text{subs}} \cdot m_{\text{subs}} \cdot (T_{f, \text{subs}} - T_{i, \text{subs}}).$$

Un boulet vient d'être coulé et ressort de son moule à une température de 800°C . On veut le refroidir en le plongeant dans une grande cuve d'eau de mer de température initiale égale à 8°C **mais sans que l'eau ne rentre en ébullition** car alors la surface du boulet serait moins lisse et il irait moins loin, une fois éjecté du canon. On fera l'approximation que la température de l'eau est constamment uniforme dans la cuve. Quelle hauteur minimale d'eau (en l'absence du boulet) doit présenter la cuve pour répondre à ce problème sachant qu'elle correspond à un cylindre de 80 cm de rayon ? Commenter.