

ExercicesRappel de cours : expression de la quantité de chaleur :Lors d'une variation de la température sans changement d'état physique

$$Q = m c \Delta\theta$$

Q: quantité de chaleur en joule ; m kg ; $\Delta\theta$ degréc: capacité thermique massique (ou chaleur massique) $\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$ mc: capacité thermique J K^{-1} pour élever de 1° la température de 1 kg de cuivre il faut fournir 385 Jpour élever de 1° la température de 1 kg d'eau il faut fournir 4180 JLors d'un changement d'état physique à température constante

$$Q = m.L$$

L : chaleur latente de changement d'état physique à température constante J kg^{-1} à 0° , la fusion de 1 kg d'eau nécessite 335 kJà 100° la condensation de 1 kg de vapeur d'eau libère 2 262 kJ

Exercice 1 : Four électrique

Cent tonnes de ferrailles sont chauffées dans un four électrique afin d'obtenir du fer liquide à 1535°C . La température initiale est 20°C . La durée de l'opération dure 5 heures et le rendement du four est de70%. $C_{\text{fer}} = 450 \text{ J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$. $L_{\text{fusion fer}} = 270 \text{ kJ kg}$

Quelle est l'énergie électrique nécessaire. En déduire la puissance du four.

Corrigé ex 1:

calculons la quantité de chaleur nécessaire pour :

-porter le solide de 20 à 1535°C : $Q_1 = m.c.\Delta\theta = 10^5 * 450 * 1515 = 6,8 \cdot 10^{10} \text{ J}$ -réaliser fusion du fer à 1535°C : $Q_2 = m.L = 10^5 * 2,7 \cdot 10^5 = 2,7 \cdot 10^{10} \text{ J}$ Au total : $Q = 9,5 \cdot 10^{10} \text{ J}$ soit, en tenant compte du rendement, l'énergie électrique nécessaire est : $E = Q/r = 9,5 \cdot 10^{10} / 0,7 = 1,36 \cdot 10^{11} \text{ J}$ $P(W) = E(J) / \Delta t(s)$ soit : $P = 1,36 \cdot 10^{11} / (5 * 3600) = 7,5 \cdot 10^6 \text{ W}$

Exercice 2 : Fusion de la glace :

Une masse de 100g de glace prise à -10°C est chauffée dans un récipient. Le dispositif de chauffage à un rendement de 80% et sa puissance est $P = 2 \text{ kW}$. On coupe le chauffage lorsque toute la glace est fondue, l'eau de fusion étant à 0°C . Quelle est la durée du chauffage ?On donne : $C_{\text{glace}} = 2100 \text{ J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$; $L_{\text{fusion glace}} = 330 \text{ kJ kg}^{-1}$.

Corrigé ex2:

Quantité de chaleur nécessaire pour :

-porter le solide de -10 à 0°C : $Q_1 = m.c.\Delta\theta = 0,1 * 2100 * 10 = 2,1 \cdot 10^3 \text{ J}$ -réaliser la fusion de la glace à 0°C : $Q_2 = m.L = 0,1 * 3,3 \cdot 10^5 = 3,3 \cdot 10^4 \text{ J}$ Quantité de chaleur totale : $Q = 3,51 \cdot 10^4 \text{ J}$

en tenant compte du rendement , l'énergie fournie par le dispositif est :

 $E = 3,51 \cdot 10^4 / 0,8 = 4,39 \cdot 10^4 \text{ J} = P.\Delta t$ $\Delta t = 4,39 \cdot 10^4 / 2000 = 22 \text{ s}$

Exercice3 : Chaleur de réaction

Dans un calorimètre (capacité calorifique : $K = 200 \text{ JK}^{-1}$), on mélange 0,1 L de solution de soude à 2 mol.L^{-1} et 0,1L de solution d'acide chlorhydrique à 2 mol.L^{-1} . L'augmentation de température est de $43 \text{ }^\circ\text{C}$ lors de la réaction.

On donne : $c_{\text{eau}} = 4180 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$. $M_{\text{NaOH}} = 40$; $M_{\text{HCl}} = 36,5 \text{ g mol}^{-1}$.

Calculer la masse des réactifs, l'énergie libérée lors de la réaction, l'énergie libérée par mole de réactif

Corrigé ex3:

Equation de la réaction :



masse des réactifs :

Qté de matière (mol) = volume(L) * concentration (mol L^{-1})

$n_1 = n_2 = c * V = 0,1 * 2 = 0,2 \text{ mol}$ soit $m_1 = M * n = 40 * 0,2 = 8 \text{ g}$ de soude et $m_2 = 0,2 * 36,5 = 7,3 \text{ g}$ d'acide

masse totale : $m = 15,3 \text{ g} = 0,0153 \text{ kg}$

quantité de chaleur libérée :

La réaction produisant de l'eau :

$Q = (m \cdot c_{\text{eau}} + \mu) \Delta\theta = (0,0153 * 4180 + 200) * 43 = 11350 \text{ J}$ pour 0,2 mol de chaque réactif

soit par mole : $11350 * 5 = 57 \text{ kJ mol}^{-1}$. réaction exothermique

Exercice4 : détermination d'une chaleur massique :

Dans un calorimètre de capacité calorifique $\mu = 200 \text{ J.K}^{-1}$, contenant 200g d'eau à 18°C , on plonge 100g de cuivre pris dans une étuve à 80°C . On donne la chaleur massique de l'eau : $c_{\text{eau}} = 4180 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$. La température d'équilibre est $20,2 \text{ }^\circ\text{C}$. Quelle est la chaleur massique du cuivre ?

Corrigé n°4 :

Quantités de chaleur :

-gagnée par le calorimètre et l'eau qu'il contient:

$$Q_1 = (200 + 0,2 * 4180) * 2,2 = 2235 \text{ J}$$

-cédée par le cuivre :

$$Q_2 = -0,1 * C_{\text{Cu}} * (80 - 20,2) = -5,98 C_{\text{Cu}}$$

Le système n'échange pas de chaleur avec l'extérieur : $Q_1 + Q_2 = 0$

$$2235 = 5,98 C_{\text{Cu}} \quad . C_{\text{Cuivre}} = 376 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$$

Exercice5 : échange de chaleur dans un calorimètre

1-Un calorimètre contient une masse $m_1 = 500 \text{ g}$ d'eau à température $t_1 = 19^\circ\text{C}$. On y introduit une masse $m_2 = 150 \text{ g}$ d'eau à la température $t_2 = 25,7^\circ\text{C}$. La température finale est $t_f = 20,5^\circ\text{C}$. Calculer la capacité thermique du calorimètre ? ($C_{\text{eau}} = 4180 \text{ JK}^{-1} \text{ kg}^{-1}$)

2-Dans le même calorimètre contenant maintenant 750g d'eau à 19°C , on immerge un bloc de cuivre de 550g porté à 92°C . La température finale est $23,5^\circ\text{C}$. Quelle est la capacité thermique massique du cuivre?

3-Quelle quantité de soda peut on refroidir de 30°C à 10°C avec un cube de glace de 25g qui sort du réfrigérateur à 0°C ?

On donne : $C_{\text{soda}} = 4180 \text{ JK}^{-1} \text{ kg}^{-1}$., chaleur latente de fusion de la glace: $L_f = 335 \text{ kJ.kg}^{-1}$

Corrigé ex 5

1-L'eau chaude apporte la quantité de chaleur Q au calorimètre et à l'eau qu'il contient :

$$Q = m_2 \cdot c_{\text{eau}} \cdot \Delta\theta = 0,15 * 4180 * (25,7 - 20,5) = 3260,4 \text{ J}$$

capacités thermique de :

l'eau froide : $0,5 * 4180 = 2090 \text{ JK}^{-1}$.

du calorimètre : μ

total : $\mu + 2090$

Quantité de chaleur gagnée par les corps « froids » :

$$Q' = (\mu + 2090) * (20,5 - 19) = 1,5 \mu + 3135$$

$$1,5 \mu + 3135 = 3260,4$$

$$\mu = 83,3 \text{ JK}^{-1}.$$

2-Le cuivre transfère la chaleur Q_1 au calorimètre et à l'eau qu'il contient :

$$Q_1 = (0,75 * 4180 + 2 * 83,3) * (23,5 - 19) = 14482 \text{ J}$$

chaleur cédée par le cuivre:

$$Q_2 = -0,55 * c_{\text{cu}} * (92 - 23,5) = -37,67 c_{\text{cu}}$$

$$Q_1 + Q_2 = 0 \rightarrow 37,67 c_{\text{cu}} = 14482$$

$$c_{\text{cu}} = 384,4 \text{ JK}^{-1} \text{ kg}^{-1}.$$

3-Le soda de masse m transfère de la chaleur à la glace qui fond à 0°C puis l'eau de fusion se réchauffe .
chaleur cédée par le soda : $Q_1 = m * 4180 * (30 - 10) = 83600 m$

chaleur nécessaire à :

$$\text{-la fonte de la glace : } Q_2 = 0,025 * 335000 = 8375 \text{ J}$$

$$\text{-pour échauffer 25 g d'eau de } 0 \text{ à } 10^\circ\text{C } Q_3 = 0,025 * 4180 * (10 - 0) = 1045 \text{ J}$$

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 \rightarrow 83600.m = 9420 \rightarrow m = 9420 / 83600 = 112,7 \text{ g}$$