Exemple 14.1 : Déperditions thermiques d'un local

On coupe le chauffage dans un local (60 m² et hauteur sous plafond 2,40 m) initialement à la température T_i = 294,0 K. La température extérieure étant « faible » T_e = 281,0 K, la température dans le local diminue à cause des déperditions thermiques. Après 8 heures, la température vaut T_f = 286,0 K.

A savoir : On considère l'air comme un mélange de gaz parfait diatomique et sa masse molaire moyenne vaut : $M_{air} = 20\%\ M_{O2} + 80\% M_{N2} = 29{,}0\ g.mol^{-1}$

1) Déterminer la valeur de la capacité thermique C_V de l'air contenu dans le local. (Données : R = 8,31 $J.K^{-1}.mol^{-1}$ et $\rho_{air} = 1{,}2\ kg.m^{-3}$ supposée constante).

L'air du local est un gaz parfait diatomique donc $C_V = \frac{5}{2}nR$

Il faut calculer le nombre de moles n d'air contenu dans le local : $P.V = n.R.T_i$ *donc* $n = \frac{P.V}{R.T_i}$

Attention aux unités : V *en* m^3 : $V = 60.2{,}40 = 144\ m^3$

P *en Pa :* $P = 1{,}0\ bar = 1{,}0.10^5\ Pa$

T *en K :* $T_i = 294\ K$

Donc $n = 5{,}9.10^3\ mol$ *donc* $C_V = 1{,}2.10^5\ J.K^{-1}$

2) Déterminer la variation d'énergie interne ΔU donc le transfert thermique Q (< 0) reçu par le local en 8 heures.

$\Delta U = C_V.(T_f - T_i) = -9{,}8.10^5\ J = Q$ *(car W =0, pas de changement de volume, transformation isochore)*

3) Quelle puissance de chauffe est nécessaire pour maintenir le local à la température T_i ?

Pour le chauffage de cette quantité d'air de 286 à 294 (donc maintien de la température à la température initiale) : $\Delta U = 9{,}8.10^5\ J = Q_{chauffage} = P_{chauffage}.\Delta t$ *donc* $P_{chauffage} = 34\ W$ *(« petit » radiateur)*

Exemple 14.2 : Pour le gaz parfait SF_6, on a $\gamma = 1{,}06$, M = 146 $g.mol^{-1}$ et R = 8,31 $J.K^{-1}.mol^{-1}$. En utilisant la relation de Mayer, déterminer l'expression des capacités thermiques C_V et C_P. En déduire la valeur de la capacité thermique massique c_V.

$$\begin{cases} C_P = C_V + nR \\ \gamma = \dfrac{C_P}{C_V} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} C_P = \gamma.C_V \\ \gamma.C_V = C_V + nR \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} C_P = \gamma.C_V \\ C_V = \dfrac{nR}{\gamma - 1} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} C_V = \dfrac{nR}{\gamma - 1} \\ C_P = \dfrac{nR\gamma}{\gamma - 1} \end{cases}$$

$$c_V = \frac{C_V}{m} = \frac{nR}{m(\gamma - 1)} = \frac{R}{M(\gamma - 1)}$$

Application numérique : attention, pour obtient c_V *en* $J.K^{-1}.kg^{-1}$ *il faut avoir M en* $kg.mol^{-1}$ *!*

$$c_V = \frac{8{,}31}{146.10^{-3}.(1{,}06 - \ )} = 948\ J.K^{-1}.kg^{-1}$$