

## Exercices sur la calorimétrie et le premier principe (chap 5)

Pour tous les exercices, on considérera:

Constante des gaz parfaits :  $R = 8,31 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .

Chaleur latente (ou variation d'enthalpie massique) de vaporisation de l'eau  $L_v = 2,26.10^6 \text{ J.kg}^{-1}$ .

Chaleur latente de fusion de la glace:  $L_g = 335 \text{ kJ.kg}^{-1}$

Chaleur massique (ou capacité thermique massique) de la vapeur d'eau:  $C_v = 1870 \text{ J.kg}^{-1}.\text{°C}^{-1}$ .

Chaleur massique (ou capacité thermique massique) de la glace:  $C_g = 2100 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .

Chaleur massique (ou capacité thermique massique) de l'eau:  $C_e = 4186 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .

Chaleur massique (ou capacité thermique massique) du fer :  $C_{\text{fer}} = 460 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .

### Exercice 1: gonflage d'un pneumatique (BTS AE 1997)

Un pneumatique est gonflé à 270 kPa au début d'un voyage. Après trois heures de route à grande vitesse, la pression est de 300 kPa. On suppose que le volume interne du pneumatique garde la valeur constante de  $57 \text{ dm}^3$  et que l'air est un gaz parfait de chaleur molaire constante  $C_v = 20,88 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .

1- Sachant que la température initiale de l'air est de  $27 \text{ °C}$ , **calculer** la température de l'air dans le pneumatique à la fin du parcours.

2- **Quelle est** la variation de l'énergie interne de l'air contenu dans le pneumatique entre les deux mesures de pression ?

### Exercice 2 : transformation d'un gaz parfait (BTS Esthétique et cosmétique 2003 )

Un récipient de volume variable contient une mole d'un gaz parfait à la température de  $20 \text{ °C}$  et sous la pression de  $2 \times 10^5 \text{ Pa}$  (état 1).

1. **Calculer** le volume du gaz.

2. On laisse le gaz se détendre à température constante sous une pression extérieure constante de  $10^5 \text{ Pa}$  (état 2).

2.1. **Calculer** le volume du gaz à la fin de la détente.

2.2. **Donner** l'expression de la variation de l'énergie interne (en appliquant le premier principe de la thermodynamique) lors de la détente (de l'état initial 1 à l'état 2, après la détente) ; on indiquera ce que représentent les termes utilisés dans cette expression. **Que peut-on dire** de cette variation ?

*On rappelle que l'énergie interne d'une mole de gaz parfait ne dépend que de sa température.*

2.3. **Calculer** le travail et la chaleur échangés entre le gaz et le milieu extérieur pendant la détente, en précisant le sens de ces échanges.

*L'expression du travail échangé entre un gaz et le milieu extérieur au cours d'un changement de volume (de  $V_1$  à  $V_2$ ) sous pression extérieure constante est:  $W = -p_e (V_2 - V_1)$ .*

### Exercice 3: vase métallique

Quelle quantité de chaleur faut-il fournir à un vase métallique pesant 190 g pour élever sa température de  $21 \text{ °C}$  à  $41 \text{ °C}$  ? Dans l'intervalle considéré, la chaleur massique du métal est  $380 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .

### Exercice 4: chaleur massique de l'aluminium

Un bloc d'aluminium de 1000 g à  $80 \text{ °C}$  est plongé dans 1 L d'eau à  $20 \text{ °C}$ . La température finale est de  $30,4 \text{ °C}$ . **Quelle est** la chaleur massique de l'aluminium ?

### Exercice 5: capacité thermique d'un calorimètre

Un calorimètre contient 1000 g d'eau à  $15 \text{ °C}$ . On y verse 1000 g d'eau à  $65,5 \text{ °C}$ . La température du mélange étant à l'équilibre de  $40 \text{ °C}$ , calculer la capacité thermique du calorimètre.

**Exercice 6: capacités thermiques**

Le vase calorimétrique d'un calorimètre est en aluminium, sa masse est  $m = 50$  g.

a) **Calculer** la capacité thermique (en  $J.K^{-1}$ ) de ce vase sachant que la capacité thermique massique de l'aluminium vaut  $920 J.kg^{-1}.K^{-1}$ .

b) Le calorimètre contient une masse d'eau de 100 g; le thermomètre et les accessoires du calorimètre ont une capacité thermique de  $15 J.K^{-1}$ , **calculer** la capacité thermique totale  $C$  (en  $J.K^{-1}$ ) du calorimètre.

c) La température initiale du calorimètre contenant les 100 g d'eau est  $t_1 = 17,2$  °C. On introduit dans le calorimètre une certaine quantité d'eau à la température  $t_2 = 100$  °C, la température d'équilibre s'établit à  $t_e = 38,5$  °C.

**Calculer** la capacité thermique  $C'$  (en  $J.K^{-1}$ ) de l'eau introduite.

**En déduire** la valeur de la masse d'eau.

**Exercice 7: fonte de glace**

Sur un bloc de glace à 0 °C, on place un morceau de fer pesant 250 g et chauffé à 80 °C. **Quelle est** la masse de glace qui fond ?

**Exercice 8: chaleur latente de fusion de la glace**

Dans cet exercice, on cherche à déterminer la valeur de la chaleur latente de fusion de la glace. On la considérera donc inconnue.

Un calorimètre, de capacité thermique  $C = 120 J.K^{-1}$ , contient 250 g d'eau et 40 g de glace en équilibre thermique.

**1- Quelle est** sa température?

On chauffe lentement l'ensemble avec une résistance électrique. La température de l'eau du calorimètre atteint 28,8 °C lorsque la quantité de chaleur dissipée par la résistance est égale à 51530 J.

**2- En déduire** la valeur de la chaleur latente de fusion de la glace.

**Exercice 9: moulage d'un alliage**

On utilise un alliage léger pour fabriquer une poignée de porte de masse  $m = 125$ g.

L'alliage est introduit dans le moule à une température  $\theta_1 = 720$ °C. La pièce est démoulée à une température  $\theta_2 = 380$ °C. Un dispositif annexe de chauffage du moule évite un refroidissement trop rapide de l'alliage et permet l'invariance des conditions de fabrication.

**1- Calculer** l'énergie thermique que l'alliage cède au moule quand il passe de 720°C à 380°C.

On suppose que cet alliage se comporte comme un alliage eutectique (*eutectique: se dit d'un mélange de corps solides dont la fusion se fait à une température constante, comme celle des corps purs*) de température de solidification égale à  $\theta_s = 580$ °C et que l'énergie cédée par l'alliage ( $W_a$ ) est reçue par le moule ( $W_{th}$ ).

Données:

capacité thermique massique de l'alliage solide:  $C_s = 750 J.kg^{-1}.K^{-1}$ ;

capacité thermique massique de l'alliage liquide:  $C_l = 780 J.kg^{-1}.K^{-1}$ ;

chaleur latente de fusion de l'alliage:  $L = 105 kJ.kg^{-1}$ .

**2-** Le moule reçoit de l'énergie de l'alliage et du dispositif annexe de chauffage. Il en cède au milieu extérieur essentiellement par rayonnement et par convection. Le flux thermique correspondant a pour valeur moyenne  $\Phi_i = 1,3$  kW. Le cycle de moulage a une durée de 140 s.

**2.1 Calculer** l'énergie thermique perdue par le moule pendant un cycle de moulage.

**2.2 Quelle puissance thermique** faut-il prévoir pour le dispositif annexe de chauffage (cartouches chauffantes).