

## Exercice 1 : Transfert thermiques – Phases Condensées

### 1. La cafetière électrique :

Pour préparer un café, une cafetière doit porter la quantité d'eau correspondant à une tasse ( $V = 10\text{mL}$ ) à la température d'ébullition ( $T = 373\text{K}$ ) en 20 secondes. On donne la capacité thermique massique de l'eau  $c = 4,18 \cdot 10^3 \text{ J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$ .

- 1.1 Faire un bilan d'enthalpie sur l'eau contenue dans la tasse (ne pas oublier les fuites, on ne travaille pas dans un calorimètre). Pourquoi travaille-t-on plutôt avec l'enthalpie que l'énergie interne dans ce cas précis ?
- 1.2 Quelle puissance doit avoir la résistance de chauffe (on supposera que 50% de l'énergie électrique est transmise directement au liquide initialement à 293K, le reste chauffant la tasse, l'air, et autres...).

### 2. Refroidissement d'un métal :

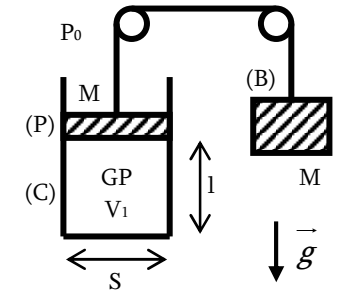
On cherche à refroidir un bloc de fer de masse  $m_{\text{fer}} = 100\text{g}$  initialement à  $T_{\text{fer}} = 373\text{K}$  ( $100^\circ\text{C}$ ) en le plongeant dans un volume  $V_{\text{eau}} = 200\text{g}$  d'eau froide à température ambiante  $T_0 = 293\text{K}$ . L'opération se fait dans un calorimètre de masse équivalente en eau  $\mu \approx 30\text{g}$ . On suppose que l'équilibre s'établit rapidement jusqu'à la température  $T_f$  et qu'il n'y a pas d'échanges de chaleur avec l'extérieur.

- 2.1 Faire un bilan d'énergie (bien choisir les variables) pour le système eau + calorimètre + barre de fer.
- 2.2 En déduire la relation 
$$T_f \approx \frac{(m_{\text{eau}} + \mu)c_{\text{eau}}T_0 + m_{\text{fer}}c_{\text{fer}}T_{\text{fer}}}{(m_{\text{eau}} + \mu)c_{\text{eau}} + m_{\text{fer}}c_{\text{fer}}}$$
- 2.3 On mesure une température finale 296,5K. Cette valeur est-elle plus proche de la température initiale de l'eau ou du fer ? Quel est l'élément qui absorbe le plus d'énergie pour une variation de température moindre ? Doit-on s'attendre à une valeur supérieure ou inférieure de  $c_{\text{fer}}$  par rapport à  $c_{\text{eau}}$  ?
- 2.4 Calculer la valeur de la capacité thermique massique  $c_{\text{fer}}$  du fer et commenter.
- 2.5 On refait la manipulation avec un bloc de 100g d'aluminium, et on mesure  $T_f = 300,0\text{K}$ . Calculer la capacité thermique massique  $c_{\text{alu}}$  de l'aluminium et comparer avec le fer.

## Exercice 2 : Transformations adiabatiques

### 1. Présentation du système

On place une certaine quantité d'un gaz parfait ( $\gamma = C_P/C_V = 7/5$ ) dans un cylindre C d'axe vertical, de section droite constante  $S = 100 \text{ cm}^2$ , comme représenté sur la figure suivante. Un piston P de masse  $M = 200\text{kg}$ , mobile sans frottement, isole ce gaz dans une colonne cylindrique de longueur  $l$ . C et P sont isolés thermiquement. Le piston est relié à un bloc B de même masse  $M$  à l'aide d'une corde passant par 2 poulies considérées sans frottements.



- 1.1. Dans l'état d'équilibre initial, que peut-on dire de la pression  $P_1$  du GP ?
- 1.2. Dans cet état initial, on donne  $l = l_1 = 1\text{m}$ ,  $T_1 = 300\text{K}$ . On prend pour valeur  $P_0 = 1$  bar. Quel est le volume du gaz contenu dans le cylindre ?

### 2. Evolution adiabatique réversible

En soulevant progressivement le bloc B, un opérateur réalise une compression adiabatique infiniment lente de ce gaz qui atteint un nouvel état d'équilibre ( $P_2, V_2, T_2$ )

- 2.1. Calculer les valeurs de  $P_2, V_2$ , et  $T_2$ . (bien préciser les hypothèses de calcul)
- 2.2. Calculer le travail effectué par le gaz pendant cette transformation (en fonction des pressions, des volumes et de  $\gamma$ ). Connait-on l'expression de  $P_{\text{gaz}}$  à tout instant ?
- 2.3. Calculer les variations d'énergie interne et d'enthalpie qui accompagnent cette compression (on exprimera  $\Delta H$  en fonction de  $\Delta U$  et de  $\gamma$ )

### 3. Evolution adiabatique NON réversible

On remet le gaz dans les conditions de l'équilibre 1 ( $P_1, V_1, T_1$ ) avec le piston et le bloc à l'équilibre. On brûle alors le fil, qui se rompt brusquement. Après quelques oscillations négligeables du piston, un nouvel état d'équilibre 3 s'établit : ( $P_3, V_3, T_3$ ).

- 3.1. Peut-on calculer directement cette fois les valeurs de  $P_3, V_3$ , et  $T_3$  comme au 2 ?
- 3.2. En exprimant le travail des forces de pression de deux manières, établir la relation donnant  $T_3$  en fonction de  $T_1, P_1, P_3$  et de  $\gamma$ .
- 3.3. Calculer les valeurs de  $P_3, V_3$ , et  $T_3$ .
- 3.4. Calculer les variations d'énergie interne et d'enthalpie lors de cette compression.
- 3.5. Comparer les valeurs des 2 cas et conclure.