

## TD 3 : Premier principe de la thermodynamique

### Exercice 1 : Mesures de capacités thermiques massiques

Un calorimètre est un outil de mesure de transfert de quantité d'énergie thermique. Il sert notamment à quantifier des transferts thermiques, des capacités calorifiques, des grandeurs chimiques, ... Ces transferts peuvent avoir lieu entre différents corps, durant des réactions chimiques ou lors de changements d'état. Le calorimètre constitue un système thermodynamique isolé. Il n'y a donc des échanges que entre les différentes parties de l'ensemble calorimétrique (objets de l'étude, parois du calorimètre, ...).

(a) En négligeant les pertes entre un calorimètre et l'extérieur pendant l'opération et en considérant que le dispositif est placé dans un environnement à la pression atmosphérique, montrer que les conditions opératoires conduisent à la conservation de l'enthalpie du système.

(b) Un calorimètre contient une masse  $m_0 = 400\text{ g}$  d'eau à la température  $T_0 = 12^\circ\text{C}$ . On introduit ensuite dans ce calorimètre une masse  $m_1 = 600\text{ g}$  d'eau à la température  $T_1 = 19^\circ\text{C}$ . À l'équilibre thermique la température a pour valeur  $T_f = 16^\circ\text{C}$ . On donne  $c = 4187\text{ J}/(\text{kg K})$  pour la capacité thermique massique de l'eau. Déterminer la capacité thermique  $C$  du calorimètre, et déduire sa valeur en eau  $\mu$ .

(c) À partir de l'équilibre précédent, on introduit ensuite dans le calorimètre une pièce solide de masse  $m_2 = 0,5\text{ kg}$  et de température  $T_2 = 110^\circ\text{C}$ . La température atteinte à l'équilibre thermique a pour valeur  $T'_f = 21^\circ\text{C}$ . Déterminer la capacité thermique massique  $C_s$  de ce solide.

### Exercice 2 : Pompe à vélo

Une pompe à vélo prend un volume  $v_A$  d'air à pression atmosphérique  $p_0$  et température constante  $T_0$  et le comprime pour qu'il rentre dans un pneu qui a un volume  $V_0$ . L'air dans le pneu est initialement à pression atmosphérique  $p_0$  et peut être modélisé par un gaz parfait.

Dans cet exercice on prendra  $V_0 = 50\text{ l}$  et  $v_A = 1,2\text{ l}$ .

(a) Déterminer l'expression de la masse  $m_A$  d'air qui rentre dans le pneu à chaque coup de pompe.

(b) Calculer numériquement la pression  $p_1$  dans le pneu après le premier coup de pompe.

(c) Donner la valeur du travail reçu par l'air enfermé initialement dans le pneu à l'issue du premier coup de pompe.

(d) Établir la relation entre  $p_k$ ,  $p_0$ ,  $v_A$ ,  $V_0$  et  $k$ , où  $p_k$  est la pression de l'air dans le pneu après  $k$  coups de pompe. Déterminer numériquement le nombre de coups de pompe pour que la pression atteigne la valeur  $p_f = 2,5 p_0$ .

### Exercice 3 : Loi de Laplace

Un gaz parfait subit une transformation adiabatique quasi-statique et sans frottement solide.

(a) Montrer que cette transformation est a priori réversible.

(b) Montrer que  $pV^\gamma = \text{const}$  (où  $p$  est la pression et  $V$  le volume) avec  $\gamma = C_p/C_v$ , où  $C_p$  et  $C_v$  sont les chaleurs massiques à pression constante et à volume constant, respectivement.

**Exercice 4 : Température d'équilibre de deux corps indéformables**

Un corps de masse  $m_1$ , chaleur massique  $c_1$  et température  $T_1$  est mis en contact avec un corps de masse  $m_2$ , chaleur massique  $c_2$  et température  $T_2$ . On suppose ici que les volumes des deux corps restent constants. Calculer la température finale  $T_F$  des deux corps (supposés globalement isolés) à l'équilibre thermique.