

## THERMODYNAMIQUE - TRAVAUX DIRIGES N° 2

### Application du 1<sup>er</sup> et du 2<sup>ème</sup> principes de la thermodynamique

$R = 8,314 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$ ,  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$ , capacité thermique massique de l'eau liquide  $c_{\text{eau}} = 4,18 \text{ J.g}^{-1}.\text{K}^{-1}$ .

#### Exercice n° 1 : Influence du "chemin suivi"

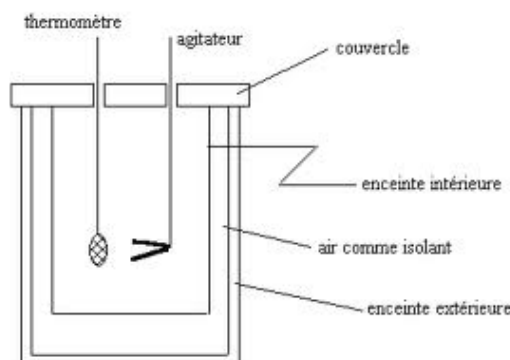
Un gaz parfait est enfermé dans 1 cylindre vertical de section  $S = 1 \text{ m}^2$  à l'intérieur duquel peut coulisser sans frottement un piston de masse négligeable. La température initiale du gaz est  $T_1 = T_{\text{ext}} = 293 \text{ K}$ , la pression initiale du gaz est  $P_1 = P_{\text{atm}} = 1 \text{ bar}$  et le volume initial du gaz est  $V_1 = 5 \text{ L}$ . Les parois du cylindre sont diathermanes.

On amène le gaz à 1 nouvel état d'équilibre ( $P_2 = 10 \text{ bars}$ ,  $T_2$ ,  $V_2$ ). On propose pour cela 2 façons de faire.

- 1) Chemin 1 : En appuyant très lentement sur le piston, on augmente la pression jusqu'à  $P_2$ . Calculer  $T_2$ ,  $V_2$ ,  $W$ ,  $\Delta U$  et  $Q$ .
- 2) Chemin 2 : On passe brutalement de  $P_1$  à  $P_2$  en plaçant sur le piston à l'équilibre initial 1 masse adéquate. Calculer la masse utilisée. Calculer  $T_2$ ,  $V_2$ ,  $W$ ,  $\Delta U$  et  $Q$ .
- 3) Pour chaque chemin, effectuer un bilan entropique. Commenter.

#### Exercice n° 2 : Calorimétrie

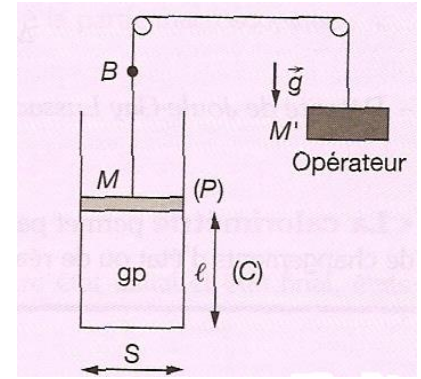
La calorimétrie a pour objet la mesure des transferts thermiques. Le calorimètre est un **système isolé thermiquement**. Les transferts thermiques internes se font sous pression constante et mettent en jeu les différentes parties du calorimètre : constituants étudiés, accessoires, paroi... Un calorimètre et ses accessoires (agitateur, thermomètre...) possède une capacité calorifique  $C$ .



- 1) Le calorimètre contenant une masse d'eau  $M = 95 \text{ g}$  d'eau à la température  $T_1 = 20,0^\circ\text{C}$ , on lui ajoute une masse  $m = 71 \text{ g}$  d'eau à la température  $T_2 = 50,0^\circ\text{C}$ . Après quelques instants, la température d'équilibre observée est  $T_f = 31,3^\circ\text{C}$ . En déduire la valeur de la capacité thermique  $C$  du calorimètre. En déduire la masse en eau  $\mu$  équivalente au calorimètre.
- 2) Le même calorimètre contient maintenant  $M' = 100 \text{ g}$  d'eau à  $T_1 = 15^\circ\text{C}$ . On y plonge un échantillon métallique de masse  $m' = 25 \text{ g}$  qui sort d'une étuve à  $T_2 = 95^\circ\text{C}$ . La température d'équilibre est  $T_f' = 16,7^\circ\text{C}$ . Déterminer la capacité thermique massique moyenne  $c$  de l'échantillon métallique dans ce domaine de température.

### Exercice n° 3 : Compression adiabatique d'un gaz parfait

On place une certaine masse de gaz parfait dans un cylindre (C) d'axe vertical, de section droite constante  $S = 16 \text{ cm}^2$ , comme représenté sur la figure ci-après. Un piston (P) de masse  $M = 48 \text{ kg}$ , mobile, isole ce gaz dans une colonne cylindrique de longueur  $L$ . L'ensemble est isolé thermiquement. La masse  $M$  est reliée à une autre masse  $M'$  de valeur variable à l'aide d'une corde passant par 2 poulies. Ce système mécanique est sans frottements. Pour le gaz parfait étudié, on a le rapport  $\gamma = 7/5$ .



À l'état initial, on donne  $l = l_1 = 1 \text{ m}$ ,  $T_1 = 300 \text{ K}$ . On prend pour valeur de la pression atmosphérique  $P_{\text{atm}} = 1 \text{ bar}$ .

- 1) À l'état initial  $M' = M$ , que vaut la pression  $P_1$  du gaz ?
- 2) On coupe le fil. Après quelques oscillations négligeables du piston, un nouvel état d'équilibre 2 s'établit :  $(P_2, V_2, T_2)$ .
  - a) Quelle est la pression  $P_2$  ?
  - b) En exprimant le travail des forces de pression de 2 manières, établir la relation donnant  $V_2$  en fonction de  $V_1, P_1, P_2$  et de  $\gamma$ .
  - c) Calculer les valeurs de  $V_2$  et  $T_2$ .
  - d) Calculer l'entropie créée. Commenter.

### Exercice n° 4 : Transformations couplées

On considère un cylindre fermé horizontal séparé en deux compartiments A et B de volumes respectifs  $V_A$  et  $V_B$  par un piston calorifugé coulissant librement sans frottement. Les parois du cylindre sont supposées rigides et parfaitement calorifugées. A et B contiennent initialement la même quantité de gaz parfait à la pression  $P_0 = 1 \text{ bar}$ , à la température  $T_0 = 300 \text{ K}$  et occupant un volume  $V_0 = 1,0 \text{ L}$ . On donne pour le gaz parfait  $\gamma = C_p/C_v = 7/5$ .

Le compartiment A est chauffé à l'aide d'une résistance chauffante  $R = 10 \Omega$  parcourue par un courant d'intensité  $I = 1 \text{ A}$ , pendant une durée  $\Delta t$  au bout de laquelle le volume de gaz A atteint la valeur  $V_{\text{Af}} = 1,1 \text{ L}$ .

La transformation couplée subie par le gaz B est supposée réversible.

- 1) Calculer la pression finale dans chacun des compartiments.
- 2) Déterminer la température finale dans chacun des compartiments.
- 3) Calculer le travail reçu par le gaz du compartiment B.
- 4) Déterminer la durée  $\Delta t$ .
- 5) Calculer les variations d'entropie  $\Delta S_A$  et  $\Delta S_B$  des gaz dans les compartiments A et B au cours de cette transformation.