

Série n° 3 de la thermodynamique

Exercice 1 :

- 1) pour un gaz parfait, montrer que C_V ne dépend que de la température.
- 2) pour un gaz parfait, montrer que C_P ne dépend que de la température
- 3) exprimer C_V en fonction de $(\partial U/\partial V)_T$ et $(\partial V/\partial T)_U$ pour un fluide monophasé.
- 4) exprimer C_P en fonction de $(\partial H/\partial P)_T$ et $(\partial P/\partial T)_H$ pour un fluide monophasé.

Exercice 2 : chaleur reçue par un solide.

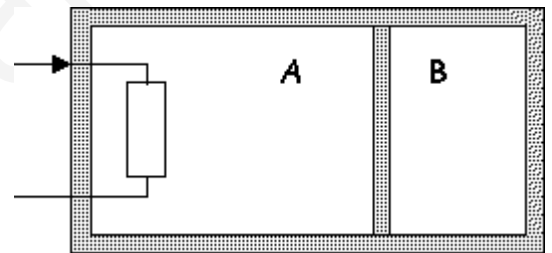
Un corps solide, de masse 5Kg, en mouvement de translation, a sa vitesse qui passe de 9m.s^{-1} à 1m.s^{-1} et son altitude qui diminue de 2m. Sachant qu'il cède un travail de 50J au milieu extérieur, en raisons des forces de frottement, et que sa température constante ainsi que son volume, calculer en joules puis en calories, la chaleur que ce corps fournit au milieu extérieur. On prend $g = 10\text{m.s}^{-2}$

Exercice 3 : Transformations réversibles couplées d'un gaz parfait.

On considère un cylindre calorifugé séparé en deux par un piston aussi calorifugé qui peut coulisser sans frottements sur les parois.

A l'instant initial, chaque compartiment contient 1 mole d'un gaz parfait à la température $T_0 = 298\text{ K}$ et à la pression $P_0 = 1\text{ bar}$.

On chauffe réversiblement le gaz contenu dans le compartiment A à l'aide d'une résistance électrique jusqu'à ce que la pression finale dans le compartiment A soit égale à $P_a = 2P_0$.



- 1) Déterminer dans l'état final : P_b , T_b , T_a .
 - 2) Déterminer l'énergie fournie par la résistance électrique.
- On donne: $\gamma = 1,4$; $R = 8,31\text{ J/K.mol}$

Exercice4 : Compression adiabatique irréversible.

Un cylindre de section s est fermé par un piston de masse négligeable et couissant sans frottement. Il contient un gaz parfait caractérisé par les trois variables d'état P , h , T .

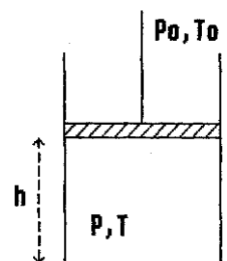
L'extérieur est l'atmosphère à la température T_0 et à la pression P_0 .

Au départ le piston est en équilibre, et les paramètres initiaux du gaz parfait sont $T = T_0$ et $h = h_0$.

Un opérateur applique brusquement au piston une force dirigée vers le bas telle que la pression totale exercée sur le piston soit P_1 et soit constante lors de la transformation.

La transformation est rapide et ne permet pas d'échanges de chaleur entre gaz parfait et milieu extérieur.

Exprimer la hauteur, notée h_f dans l'état final où l'équilibre mécanique est réalisé.



On donne : Gaz parfait diatomique : $\gamma = 5/3$.

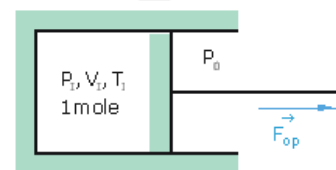
E_xercice5 : TRANSFORMATIONS ISOTHERME / MONOTHERME

La mole de gaz parfait considérée dans cet exercice est caractérisée par son

coefficient $\gamma = \frac{C_{P,m}}{C_{V,m}}$, rapport des chaleurs massiques à pression et à volume constant, supposé indépendant de la température. La constante du gaz parfait est notée R. Pour chacune des évolutions du gaz, l'état initial sera l'état d'équilibre, caractérisé par les paramètres d'état (P_1, V_1, T_1) . On lui fait subir différents types de transformation.

1) Evolution isotherme

Cette mole de gaz parfait est placée dans un récipient à parois fixes sauf une qui est en très bon contact thermique avec le milieu extérieur dont la température est $T_0 = T_1$, laquelle reste constante quoi qu'il arrive (thermostat) (Figure E1). Un opérateur déplace très lentement le piston jusqu'à amener la pression du gaz à la valeur P_0 .

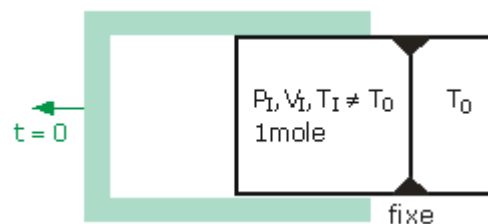


- Déterminer, en fonction des paramètres d'état initiaux et de P_0 , la température finale T_F et le volume final V_F .
- Déterminer le travail reçu par le gaz au cours de cette opération.
- Calculer la quantité de chaleur reçue par le gaz dans cette transformation.

2) Evolution monotherme

Cette mole de gaz parfait est avant la transformation dans un récipient à parois calorifugées. A un instant donné, $t = 0$, on enlève le calorifugeage des parois qui sont d'autre part toutes maintenues fixes. Le système est alors en très bon contact thermique avec un thermostat dont la température T_0 reste constante quoi qu'il arrive (Figure E2). L'état final considéré correspond à l'équilibre obtenu à terme.

- Déterminer en fonction des paramètres d'état initiaux et de T_0 la température finale T_F ainsi que la pression finale P_F .
- Déterminer le travail reçu par le gaz au cours de cette opération.
- Calculer la quantité de chaleur reçue par le gaz dans cette transformation.



Exercice 6 : oscillations d'un piston dans un cylindre.

Un piston de masse M_0 peut coulisser sans frottement dans un cylindre de section S placé dans l'air à la pression P_0 .

Les parois du récipient et le piston sont athermanes. Le cylindre contient de l'air assimilable à un gaz parfait, à la température T_0 ; à l'équilibre le piston se trouve à une distance h du fond du récipient.

- Calculer à l'équilibre la pression P_1 à l'intérieur du récipient.
- On pose sur le piston une masse $m \ll M$. Déterminer le mouvement du piston. Le piston s'arrêtera-t-il ? on introduira le rapport γ .

