

Description d'un système thermodynamique



Compétences et capacités scientifiques mises en œuvre dans ce TD

- ✓ Définir le système, savoir si un système est ouvert, fermé ou isolé
- ✓ Utiliser l'équation des gaz parfaits
- ✓ Déduire une température d'une condition d'équilibre thermique
- ✓ Analyser un diagramme de phase $P(T)$ et $P(v)$
- ✓ Déterminer la composition d'un mélange diphasé en un point d'un diagramme $P(v)$

Données : Constante des gaz parfaits $R = 8,314 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$

Exercice n° 1 : Pression d'un pneu (★)

En hiver, pour une température extérieure de $T_1 = -10^\circ\text{C}$, un automobiliste règle la pression de ses pneus à $P_1 = 2,0 \text{ bar}$, pression préconisée par le constructeur. L'air est assimilé à un gaz parfait et le volume du pneu reste constant.

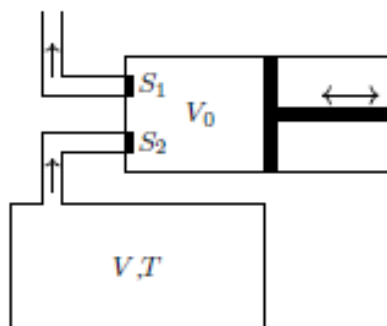
- 1) L'automobiliste ayant roulé sur l'autoroute, la température de l'air dans le pneu atteint la valeur $T_2 = 50^\circ\text{C}$. Exprimer puis calculer la pression P_2 de l'air à cette température.
- 2) Le conducteur vérifie la pression des pneus et, la trouvant excessive, la ramène à $P_1 = 2,0 \text{ bar}$, sans que l'air n'ait eu le temps de se refroidir. Quelle sera la pression P_1' des pneus quand l'équilibre thermique sera établi ?
- 3) Les pneus sont gonflés à la pression P_1 , à la température T_1 . Si la pression maximale admissible dans le pneu est $P_{\text{max}} = 6 \text{ bar}$, à quelle température T_{max} risque-t-il d'exploser ?

Exercice n° 2 : Pompe à vide (★★)

Pour faire le vide dans une enceinte, contenant de l'air et de volume $V = 10,0 \text{ L}$, on utilise une pompe à vide. Elle est composée d'un cylindre à l'intérieur duquel se déplace, sans frottement, un piston. Le volume maximum d'air admissible dans le corps de pompe est $V_0 = 50,0 \text{ cm}^3$, lorsque le piston est tiré complètement vers la droite. Lorsqu'il est poussé complètement à gauche, le piston peut atteindre le fond du cylindre. Deux soupapes, S_1 et S_2 permettent l'admission de l'air venant de l'enceinte et son refoulement vers l'atmosphère extérieure dont la pression est P_0 . Un moteur électrique déplace le piston qui fait un aller et un retour quand le moteur a fait un tour.

On assimilera l'air à un gaz parfait dont la température T reste constante lors du fonctionnement de la pompe.

Au départ, la pression dans l'enceinte est $P_0 = 1 \text{ bar}$.



- 1) On étudie le premier aller-retour du piston. Au départ, la pression dans l'enceinte est P_0 , le piston est poussé vers la gauche. Puis, S_2 étant ouverte et S_1 fermée, il est tiré complètement vers la droite. Lors du retour du piston, S_1 est ouverte et S_2 fermée, l'air contenu dans le cylindre est refoulé vers l'extérieur. Déterminer la pression P_1 à la fin de cette opération.
- 2) En reprenant le raisonnement précédent, déterminer la pression P_2 , dans l'enceinte, après le deuxième aller-retour.
- 3) En déduire la pression P_N à l'intérieur de l'enceinte au bout de N aller-retours.
- 4) La fréquence de rotation du moteur est de 300 tours/min. Déterminer le temps T pour obtenir une pression de 0,001 bar.

Exercice n° 3 : Etude d'un ballon d'eau chaude (★★)

On souhaite stocker une masse m d'eau dans un ballon d'eau chaude modélisé par une cuve fermée, indéformable et de volume $V_0 = 200$ L. Pour simplifier, on suppose qu'il ne contient que de l'eau. Suite à un échauffement accidentel, l'eau maintenue à $T_0 = 333$ K passe à la température $T = 773$ K. On fournit ci-dessous le diagramme des isothermes d'Andrews de l'eau (P, v).

- 1) Lorsqu'il est rempli, le ballon contient une masse $m_1 = 50$ kg d'eau.
 - a) Calculer le volume massique de l'eau contenue dans le ballon. Sous quel(s) état(s) se trouve l'eau contenue dans le ballon à T_0 puis à T ? Justifier.
 - b) En déduire la composition du mélange liquide-gaz dans le ballon à T_0 .
 - c) Déterminer graphiquement la pression P_1 dans le ballon après l'échauffement accidentel.
- 2) Le ballon est maintenant presque vide et contient seulement une masse $m_2 = 400$ g d'eau. Reprendre les questions précédentes et déterminer graphiquement la pression P_2 à l'issue de l'échauffement.
- 3) Lorsqu'on stocke un fluide, est-il préférable que le volumique massique v soit supérieur ou inférieur au volume massique critique v_c pour éviter une explosion ?

