

## TD – Décrire l'état d'un système thermodynamique

**Remarque :** exercice avec  $\star$  : exercice particulièrement important, à maîtriser en priorité (de même que les exemples de questions de cours des "ce qu'il faut savoir faire") [●○○] : difficulté des exercices

### I Pression des pneus ★ | [●○○]

La pression préconisée sur les roues avant d'une voiture est de 2,2 bar (attention, cela dépend du modèle). Cette indication concerne en réalité ce qu'on appelle la pression relative  $p_{rel}$ , la pression absolue  $p$  étant donnée par  $p = p_{rel} + p_{atm}$  avec  $p_{atm} \simeq 1,0$  bar.

J'ai réglé la pression des pneus de ma voiture un jour froid cet hiver, par une température extérieure de  $-5^\circ\text{C}$ .



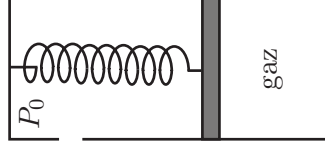
**1 -** En supposant que le volume des pneus varie de façon négligeable et qu'il n'y a aucune fuite d'air possible, que vaudra la pression (absolue) des pneus un jour chaud cet été, par une température extérieure de  $30^\circ\text{C}$ ?

Et la pression relative qu'indiquerait un manomètre ?  
Commentaire ?

### II Équilibre d'un gaz [●○○]

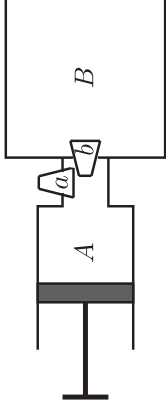
Considérons le système représenté sur la figure suivante à l'équilibre thermodynamique. Le piston est libre de se déplacer sans frottement. La masse du piston  $m_p$  est de  $4,0$  kg et sa section  $S$  de  $35\text{ cm}^2$ . De plus, le ressort de raideur  $k = 6,0 \times 10^3 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$  est comprimé de  $b = 1,0$  cm.

**1 -** Sachant que la pression atmosphérique ambiante  $P_0$  est de  $0,95$  bar, déterminer la pression au sein du gaz.



### III Pompe à vélo [●○○]

On utilise une pompe dont le corps A a un volume maximal  $V_P = 200$  mL pour gonfler d'air une chambre à air B supposée de volume constant  $V_0 = 5$  L. Les soupapes (a) et (b) ne laissent passer l'air que dans un sens.



Lors de chaque coup de pompe, le piston effectue un aller-retour complet faisant varier A d'un volume nul à un volume  $V_P$ . On suppose les évolutions isothermes. Au début de l'opération, la température de l'air est  $T_0 = 298$  K et sa pression  $P_0 = 1,0$  bar dans tous les compartiments et à l'extérieur.  $R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

- 1 -** Préciser le sens dans lequel les soupapes laissent passer l'air.
- 2 -** Calculer la pression de l'air  $P_1$  à l'intérieur de B au bout du premier aller-retour.
- 3 -** Établir la relation entre  $P_k$ ,  $P_0$ ,  $V_P$ ,  $V_0$ , et  $k$ . ( $P_k$  désigne la pression dans la chambre à air après  $k$  coups de pompe). Calculer le nombre de coups de pompe nécessaires à gonfler jusqu'à  $P_f = 5$  bar.

### IV Enceinte double [●○○]

On considère un conteneur fermé de volume total  $2V_0$  séparé en deux compartiments par un piston. Chaque compartiment contient une quantité de matière  $n$  d'un même gaz parfait. Le piston est étanche (pas d'échange de matière) et peut se déplacer sans frottement dans l'enceinte. On note  $S$  la surface du piston et  $\sigma$  sa masse surfacique : la masse du piston est donc égale à  $\sigma S$ . Pour simplifier, on pourra introduire la hauteur de l'enceinte sous la forme  $V_0 = S h_0$ .

Initialement, le conteneur est horizontal et le piston se trouve en  $x = 0$ , et on note  $T_0$  et  $P_0 = 1$  bar la température et pression initiales dans le conteneur.

- 1 -** Exprimer la quantité de matière  $n$  contenue dans chaque compartiment en fonction notamment de  $P_0$ ,  $h_0$  et  $T_0$ .
- 2 -** On élève la température du compartiment (1) jusqu'à atteindre une valeur  $T = 2T_0$  tout en maintenant la température du compartiment (2) à  $T_0$ . Déterminer l'abscisse  $x$  du piston une fois le nouvel état d'équilibre atteint (en fonction de  $h_0$ ).
- 3 -** On coupe le système de chauffage pour laisser les deux compartiments retrouver l'équilibre thermique à température  $T_0$  puis on retourne le conteneur pour le placer à la verticale. Déterminer la position  $z$  du piston.

