

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, la pression absolue p étant donnée par $p = p_{\text{rel}} + p_{\text{atm}}$ avec $p_{\text{atm}} \simeq 1,0$ bar.

J'ai réglé la pression des pneus de ma voiture un jour froid cet hiver, par une température extérieure de -5°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°C ?

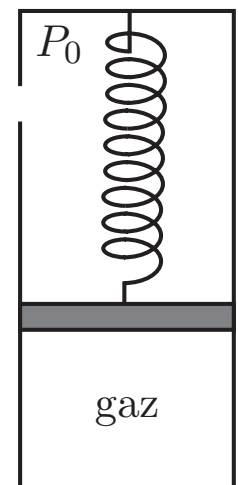
Et la pression relative qu'indiquerait un manomètre ?

Commentaire ?

II Compression 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 cm^2 . De plus, le ressort de raideur $k = 6,0 \times 10^3\text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$ est comprimé de $b = 1,0\text{ cm}$. La hauteur du gaz dans le cylindre est alors $h = 10\text{ cm}$. La température est de $T_0 = 20^\circ\text{C}$ partout.

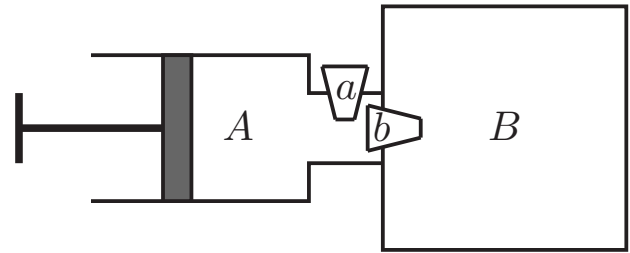
- 1 - Sachant que la pression atmosphérique ambiante P_0 est de 0,95 bar, déterminer la pression au sein du gaz.
- 2 - On place l'ensemble dans une enceinte où $T = 300^\circ\text{C}$. Calculer la pression atteinte au bout d'un temps long, ainsi que le volume final en fonction du volume initial.



III Pompe à vélo

[●○○]

On utilise une pompe dont le corps A a un volume maximal $V_P = 200 \text{ mL}$ pour gonfler d'air une chambre à air B supposée de volume constant $V_0 = 5 \text{ L}$. 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 $T = 298 \text{ K}$ et sa pression $P_0 = 1,0 \text{ bar}$ dans tous les compartiments et à l'extérieur.

- 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 $P_f = 5 \text{ bar}$.

IV Atmosphère de la Lune

[●●●]

Résolution de problème

Pourquoi la Lune n'a-t-elle plus d'atmosphère ?

Données : rayon de la Lune : $R_L = 1730 \text{ km}$, masse de la Lune : $M_L = 7.10^{22} \text{ kg}$, température maximale : $T_L = 123 \text{ °C}$, constante universelle de gravitation : $G = 6,7 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$.

Indications :

- Ceci mobilise à la fois le cours de mécanique et de thermodynamique, en particulier la partie sur le modèle cinétique du gaz parfait.
- En particulier, on donne l'énergie potentielle dont dérive la force de gravitation exercée sur une molécule par la Lune : $E_p(r) = -\frac{GM_L}{r}$ avec r la distance au centre de la Lune.
- Tracer cette énergie potentielle en fonction de r , et se demander quelle énergie cinétique il faut pour qu'une molécule située à la surface quitte à tout jamais la Lune.