

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 $p = p_{\text{rel}} + p_{\text{atm}}$ 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 ?

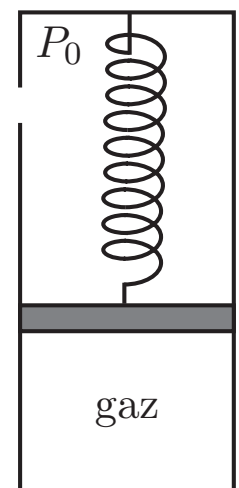
Et la pression relative qu'indiquerait un manomètre ?

Commentaire ?

II 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 cm^2 . De plus, le ressort de raideur $k = 6,0 \times 10^3\text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$ est comprimé de $b = 1,0\text{ cm}$.

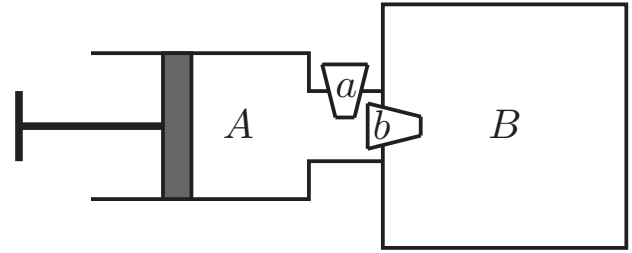
1 - Sachant que la pression atmosphérique ambiante P_0 est de 0,95 bar, déterminer la pression au sein du gaz.



III Pompe à vélo

[●○○]

On utilise une pompe dont le corps A a un volume maximal $V_P = 200 \text{ mL}$ 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 $T_0 = 298 \text{ K}$ et sa pression $P_0 = 1,0 \text{ bar}$ 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 $P_f = 5 \text{ bar}$.

IV Atmosphère d'un astéroïde

[●●●]

Résolution de problème

Certains astéroïdes présentent une activité de dégazage (libération de gaz à leur surface). Toutefois ils ne peuvent pas retenir ces gaz et posséder une atmosphère. Expliquez pourquoi.

Données : on prend un astéroïde assez gros, Ryugu, qui a été visité par la sonde japonaise Hayabusa 2 en 2018. Rayon : $r_a \simeq 1 \text{ km}$, masse : $m_a \simeq 5 \times 10^{11} \text{ kg}$, température de surface : de l'ordre de quelques dizaines de kelvins, constante universelle de gravitation : $G = 6,7 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$, constante des gaz parfaits $R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$, masse molaire du gaz d'environ 30 g/mol .

Indications :

- Ceci mobilise à la fois le cours de mécanique et de thermodynamique, en particulier la partie sur le modèle cinétique du gaz parfait.
- On donne l'énergie potentielle dont dérive la force de gravitation exercée sur une molécule par l'astéroïde : $E_p(r) = -\frac{Gm_a m}{r}$ avec r la distance au centre de l'astéroïde et m la masse de la molécule.

Introduire la vitesse de libération.