Partie VIII : Thermodynamique
Chapitre 1

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

I Pression des pneus ★ | [● ○ ○]

1 - La transformation est la suivante :

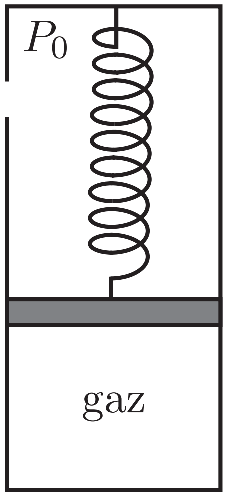
$$\text{État initial}\left|\begin{array}{l} p_1 = 3{,}2\,\text{bar} \\ V_1 \\ T_1 = -5\,^\circ\text{C} = 268\,\text{K} \\ n_1 \end{array}\right. \longrightarrow \quad \text{État final}\left|\begin{array}{l} p_2 = \ ? \\ V_1 \\ T_2 = 30\,^\circ\text{C} = 303\,\text{K} \\ n_1 \end{array}\right.$$

On a bien $n_2 = n_1$ car le pneu n'a pas de fuites.

Écrivons la relation des gaz parfaits dans l'état 1 : $p_1V_1 = n_1RT_1$.
Et dans l'état 2 : $p_2V_1 = n_1RT_2$.
On fait le rapport des deux : $\dfrac{p_1V_1}{p_2V_1} = \dfrac{n_1RT_1}{n_1RT_2}$, d'où $\boxed{p_2 = p_1 \times \dfrac{T_2}{T_1} = 3{,}6\,\text{bar}.}$

Un manomètre indique la pression relative, donc $p_2' = 2{,}6\,\text{bar}$. C'est significativement différent de la préconisation constructeur. Il faut de toute façon vérifier ses pneus régulièrement !

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 $4{,}0\,\text{kg}$ 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 $b = 1{,}0\,\text{cm}$. La hauteur du gaz dans le cylindre est alors $h = 10\,\text{cm}$. La température est de $T_0 = 20\,^\circ\text{C}$ partout. $R = 8{,}31\,\text{J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$.

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 [● ○ ○]

1 - Soupape (a) : laisse passer l'air de l'extérieur vers A.

Soupape (b) : laisse passer l'air de A vers B.

2 - Exprimons la quantité de matière n_p contenue dans le corps A de la pompe : il s'agit d'un volume V_p à p_0 et T_0, d'où

$$n_p = \frac{p_0V_p}{RT_0} = 8{,}8 \times 10^{-3}\,\text{mol}.$$

Écrivons maintenant la transformation subie par le système {gaz dans la chambre à air} :

$$\text{État initial}\left|\begin{array}{l} p_0 \\ V_0 \\ T_0 \\ n_0 \end{array}\right. \longrightarrow \quad \text{État final}\left|\begin{array}{l} p_1 = \ ? \\ V_0 \\ T_0 \\ n_0 + n_p \end{array}\right.$$

On a donc $p_1 = \dfrac{(n_0+n_p)RT_0}{V_0} = \underbrace{\dfrac{n_0RT_0}{V_0}}_{=p_0} + \dfrac{n_pRT_0}{V_0}$.

On remplace n_p par son expression trouvée ci-dessus, et on obtient :

$$\boxed{p_1 = p_0 + \frac{p_0V_p}{V_0} = 1{,}04\,\text{bar}.}$$

3 - La transformation entre le tout début et le coup k :

$$\text{État initial}\left|\begin{array}{l} p_k \\ V_0 \\ T_0 \\ n_0 \end{array}\right. \longrightarrow \quad \text{État final}\left|\begin{array}{l} p_{k+1} \\ V_0 \\ T_0 \\ n_0 + k \times n_p \end{array}\right.$$

C'est donc similaire à précédemment : $p_k = \dfrac{(n_0+kn_p)RT_0}{V_0} = \underbrace{\dfrac{n_0RT_0}{V_0}}_{=p_0} + \dfrac{kn_pRT_0}{V_0} = p_0 + k\,\dfrac{p_0V_p}{V_0}$.

On a donc :

$$\boxed{p_k = k \times \frac{p_0V_p}{V_0} + p_0.}$$

On souhaite avoir $p_f = 5\,\text{bar}$, soit donc $p_f = k \times \dfrac{p_0V_p}{V_0} + p_0$, d'où

$$\boxed{k = \frac{(p_f - p_0)V_0}{p_0V_p} = 100 \text{ coups de pompe.}}$$

IV Atmosphère de la Lune [•••]

Résolution de problème

Il faut comparer $E_c = \dfrac{3}{2}k_BT$ à $|E_p| = \dfrac{GM_LM}{N_AR_L}$ avec M la masse molaire.
Problème : on trouve $E_c < E_p$ donc la molécule ne s'échappe pas.
Ce n'est donc pas la bonne explication !