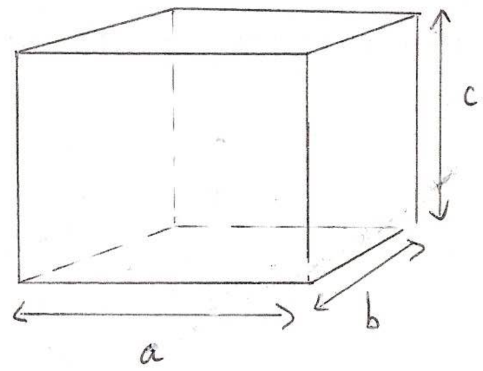
# Exos d'application

Exercice (1)

1)




J'écris ce corrigé dans mon bureau, qui est une pièce que l'on peut assimiler à un parallélépipède de longueur $a = 4\,m$, de largeur $b = 3\,m$ et de hauteur $c = 2,5\,m$.

On supposera que les meubles occupent un volume négligeable [hypothèse que l'on peut affiner ensuite].

Le volume d'air $V$ dans la pièce est

$$V = abc = 4 \times 3 \times 2,5 = 30\ m^3$$

Le thermomètre indique 20 °C et on (1) peut supposer que la pression est égale à la pression atmosphérique moyenne au niveau de la mer ($P = 1,013$ bar).

⇒ Dans ces conditions la masse volumique de l'air est

$$\rho_{air} = 1,2\ g.L^{-1} = 1,2\ kg.m^{-3}$$

Ainsi la masse d'air dans la pièce vaut : $M_{air} = \rho_{air} V = \underline{36\ kg}$ //

On calcule ensuite la densité particulaire comme dans le cours :

$$n^*_{air} = \frac{\rho_{air}}{M_{air}} N_A = \frac{1,2}{29 \times 10^{-3}} \times 6,02 \times 10^{23}$$

$$= 2,5 \times 10^{25}\ m^{-3}$$

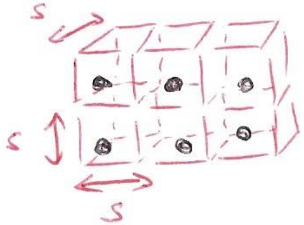
Le nombre de molécules dans l'air de la pièce vaut

$$N_{air} = n^*_{air} V = \underline{7,5 \times 10^{26}\ \text{particules}}$$ //

Pour estimer la distance typique $s$ entre 2 particules on peut d'abord estimer le volume moyen $V^*$ occupé par 1 ...

$$V^* = \frac{V}{N_{air}} = \frac{1}{n^*} = 4{,}0 \times 10^{-26}\ m^3$$

En assimilant ce volume à un petit cube de côté $s$ on en déduit

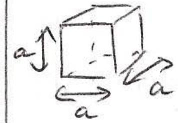


$$s = (V^*)^{1/3} = 3{,}4\ \text{nm}$$

(Bien sûr en réalité les particules se déplacent !)

Rq : la distance moyenne est beaucoup plus petite que le libre parcours moyen dans 1 gaz.

2) C'est le même type de calcul.



Glaçon cubique $V = a^3 = (3 \times 10^{-2})^3 = 2{,}7 \times 10^{-5}\ m^3$

$$n^*_{H_2O} = \frac{\rho_{glace}}{M_{H_2O}} \mathcal{N}_A = \frac{0{,}92 \times 10^3\ kg \cdot m^{-3}}{18 \times 10^{-3}} \times 6{,}02 \times 10^{23}$$

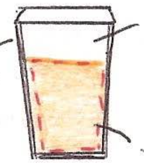
$$= 3{,}1 \times 10^{28}\ m^{-3}.$$

Nombre de molécules d'eau :

$$N_{H_2O} = n^*_{H_2O} V = 8{,}3 \times 10^{23}\ \text{molécules}$$

Exercice 2

1)




Système $\Sigma$ = { Thé assimilé à de l'eau liquide }.

→ Corps pur monophasé (eau liquide).

→ Frontière : parois latérales de la thermos et surface libre de l'eau.

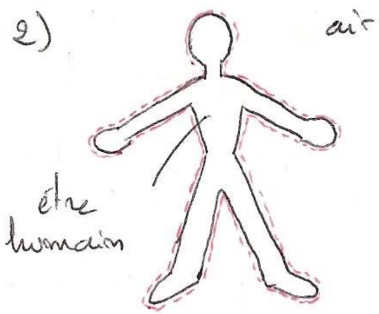
-> système ouvert (une partie de l'eau peut s'évaporer).

-> le système peut échanger du transfert thermique avec l'air dans la thermos.

Remarque : on aurait pu considérer comme système $\Sigma' = \{$ eau liquide + vapeur d'eau + air $\}$

c'est un système fermé et isolé, et un mélange multiphasé.

2)



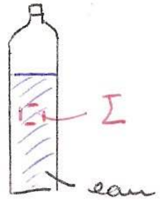

système $\Sigma = \{$être humain$\}$

-> mélange multiphasé (solide, liquide, gaz)

-> ouvert (échange de la matière avec le milieu ext.).

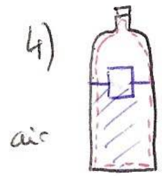
-> échange avec l'ext du transfert thermique et éventuellement du travail mécanique

3)




système ouvert, pur, monophasé. échange du transfert thermique avec le milieu ext (reste de l'eau dans la bouteille)

4)




syst. fermé, mélange, multiphasé. échange du transfert thermique avec le milieu ext.

---

Retour sur le système 1).

Echelle macro : taille du système

$$L = 10 \text{ cm}.$$

Echelle micro : libre parcours moyen dans l'eau $\ell \simeq 1\text{nm}$.

Echelle méso : $\ell \ll d \ll L$.

Par exemple $d = 1\mu\text{m}$.

Le volume $d^3$ contient

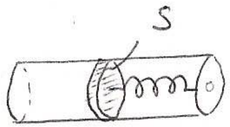
$$N_d = n^*_{H_2O,liq.} d^3 = 3,3 \times 10^{28} \times 10^{-18} = 3,3 \times 10^{10} \text{ particules}$$

les fluctuations relatives de $N_d$ sont

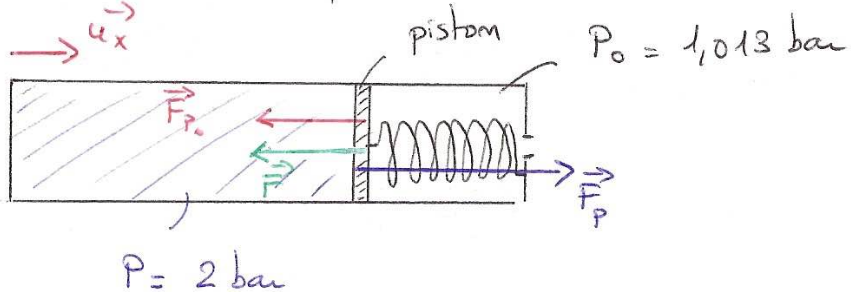
$$\frac{\Delta N_d}{N_d} \sim \frac{1}{\sqrt{N_d}} = 6 \times 10^{-6}$$

---

Exercice (3)




1) Schéma simplifié




À l'équilibre, les forces qui s'exercent sur le piston sont :

- $\vec{F_P}$ la force de pression exercée par l'air du pneu à la pression P.
- $\vec{F_{P_0}}$ la force de pression exercée par l'atmosphère.
- $\vec{F}$ la force de rappel du ressort comprimé.

À l'équilibre le piston est immobile

donc $\vec{F} + \vec{F_{P_0}} + \vec{F_P} = \vec{0}$ //

2) $\vec{F_P} = PS\,\vec{u_x}$ ; $\vec{F_{P_0}} = -P_0 S\,\vec{u_x}$

$\vec{F} = k(l - l_0)\,\vec{u_x}$

[si le ressort est comprimé alors $l - l_0 < 0$ et la force est bien dans le sens de $-\vec{u_x}$ ].

Finalement : $PS - P_0 S + k(l - l_0) = 0$

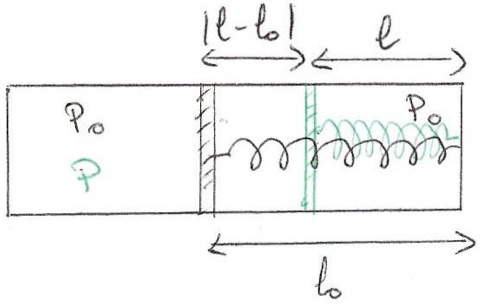
$$\Rightarrow P - P_0 = -\frac{k}{S}(l - l_0)$$

or $P > P_0$ et le ressort est comprimé $(l < l_0)$

donc on a bien :

$$P - P_0 = \frac{k}{S}|l - l_0|$$ //

3) Si la reglette est sortie de 10 cm, c'est que le piston s'est déplacé de 10 cm. Le ressort s'est donc aussi comprimé de 10 cm : $|l - l_0| = 10\,cm$




$$S = \pi\left(\frac{d}{2}\right)^2 = \pi\left(0{,}5 \times 10^{-2}\right)^2 = 7{,}9 \times 10^{-5}\,m^2$$

$$k = \frac{(P - P_0)\,S}{|l - l_0|} = \frac{(2 - 1{,}013) \times 10^5 \times 7{,}9 \times 10^{-5}}{0{,}1}$$

$$= \underline{78\ N.m^{-1}}$$