

Description microscopique et macroscopique d'un système à l'équilibre

1. Équations d'état None available

2. Stérilisation des cerises None available

3. Liens entre paramètres microscopiques et température

1. On a

$$\frac{E_{c,macro}}{E_{c,micro}} = \frac{m_{tot} v^2/2}{\sum m_{\mu} v_{\mu}^2/2} = \frac{m_{tot} v^2/2}{(\sum m_{\mu}) u^2/2} = \frac{v^2}{u^2} = 0,039$$

2. Pour une molécule, on a une énergie cinétique moyenne de $3k_B T/2$, soit pour une mole une énergie cinétique moyenne de $3RT/2$. On a donc $T_{rupture}$ qui vérifie

$$\frac{3RT_{rupture}}{2} = E_{liaison} \quad \text{soit} \quad T_{rupture} = \frac{2E_{liaison}}{3R} = 2,4 \cdot 10^4 \text{ K}$$

3. Il suffit de retourner la formule $\frac{1}{2} m u^2 = \frac{3}{2} k_B T$ pour trouver (en supposant que c'est de l'air pour la masse molaire, ce que ce n'est certainement pas...)

$$T = \frac{m u^2}{3k_B} = \frac{M u^2}{3R} = 1,2 \cdot 10^{-9} \text{ K}$$

4. Soupape pour autocuiseur Lorsque la soupape se soulève, la force de pression $P_{int}S$ en provenance de l'intérieur doit tout juste compenser le poids mg de la soupape auquel se rajoute la pression $P_{ext}S$ de l'air (seule la surface S intervient car la partie de la soupape qui « dépasse » de l'ouverture est aussi poussée vers le haut par l'air sur toute la partie débordante, ce qui compense la poussée vers le bas sur ces mêmes parties). Ainsi,

$$P_{int}S = P_{ext}S + mg \quad \text{soit} \quad m = \frac{P_{int} - P_{ext}}{g} \pi \left(\frac{d}{2} \right)^2 = 14 \text{ g}$$

5. Réacteur de laboratoire bouché La force nette de pression s'exerçant sur le réacteur vaut $(P_{int} - P_{ext})S$ où la pression extérieure est restée à $P_0 = 99,4 \text{ kPa}$. Elle ne doit pas dépasser la force de rupture, ce qui impose que

$$P_{int,rupture} = P_0 + \frac{F_{rupture}}{S} = 249 \text{ kPa}$$

Comme le volume et le nombre de mole de gaz enfermé sont constant, l'augmentation de pression est directement liée à l'augmentation de température. En faisant le rapport des deux loi de gaz parfait au départ et lors de la rupture (ne pas oublier de convertir la température en kelvin pour l'AN...), on obtient

$$\frac{P_{int,rupture}}{P_0} = \frac{T_{rupture}}{T_0} \quad \text{soit} \quad T_{rupture} = T_0 \frac{P_{int,rupture}}{P_0} = 745 \text{ K} = 472^\circ \text{C}$$

6. Dissociation du dibrome* None available

7. Où est la faute?* None available

8. QCM théorie cinétique des gaz None available**9. Oui ou non?** None available

10. Pompage cryogénique : obtention de basses pressions* Regardons combien de molécules d'eau sont susceptibles de heurter la surface $S = 1 \text{ cm}^2$ pendant un intervalle de temps dt . Comme dans le cours, toutes celles présentes dans un volume $S \times u dt$ et qui vont dans la bonne direction (soit $n^* S u dt/6$) le peuvent et vont donc rester coincées sur la paroi. Le nombre total de particules dans la boîte décroît donc au cours du temps selon la formule

$$\frac{dN_{\text{tot}}}{dt} = -\frac{n^* S u dt/6}{dt} = -\frac{N_{\text{tot}} S u}{6V}$$

Le nombre de particule décroît donc de manière exponentielle en $e^{-t/\tau}$ avec une constante de temps τ qui vaut

$$\tau = \frac{6V}{S u} = 0,39 \text{ s}$$

puisque $V = 4\pi r^3/3 = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ et $u = \sqrt{3RT/M} = 6,4 \cdot 10^2 \text{ m.s}^{-1}$ avec $M = 18 \text{ g/mol}$. Comme de plus la pression est proportionnelle à n^* (puisque $P = n^* m u^2/3$ et que m et u sont constants) qui elle-même est proportionnelle à N_{tot} (puisque $n^* = N_{\text{tot}}/V$ et que $V = C^{\text{te}}$). Ainsi, pour diviser la pression par 10^4 , il suffit que $e^{-t/\tau}$ vaille 10^{-4} et donc le temps nécessaire vaut donc

$$t_{\text{expérience}} = \tau \ln(10^4) = 3,6 \text{ s}$$

11. Vide intersidéral (ou pas)*

- Chaque particule balaie un volume $\pi d^2 \ell_m$ dans lequel il ne doit avoir croisé qu'une particule par définition du libre parcours moyen ℓ_m , soit $n^* \pi d^2 \ell_m = 1$. Comme de plus

$$n^* = \frac{N}{V} = \frac{n \mathcal{N}_A}{V} = \frac{P \mathcal{N}_A}{RT} = \frac{P}{kT}$$

on a les formules proposées.

- Pour le vide intersidéral, on a $n^* = 10 \text{ m}^{-3}$ et comme d'habitude d est de l'ordre de l'Angstrom, soit

$$\ell_m = 3,2 \cdot 10^{18} \text{ m} = 3,4 \cdot 10^2 \text{ a.l.}$$

Pour le temps τ entre deux chocs, il faut estimer la vitesse d'une particule, vraisemblablement de l'hydrogène atomique, soit $u = \sqrt{3RT/M} = 2,7 \cdot 10^2 \text{ m.s}^{-1}$. On a donc

$$\tau = \frac{\ell_m}{u} = 3,7 \cdot 10^8 \text{ ans}$$

autant dire qu'on ne croise pas souvent du monde quand même...

12. Bouteille de plongée sous pression* Pour atteindre la seconde pression, la température (en kelvin...) doit être multipliée par $28/20 = 1,4$, ce qui donne

$$T_{\text{ouverture}} = 410 \text{ K} = 137^\circ \text{C}$$

NB : l'info sur le caractère diatomique ne sert pas ici, seul l'aspect « gaz parfait » joue

13. Libre parcours moyen et probabilités** None available**14. Pression de radiation**** None available

15. Pression exercée par la pluie**

1. Contrairement au cas du gaz du cours, toutes les gouttes vont dans le même sens et ont une vitesse horizontale $v \sin \alpha$. Elles sont donc contenues dans un cylindre (penché) de volume (base fois hauteur) $S \times v \sin \alpha \delta t$. Ainsi,

$$\delta N = n^* S v \sin \alpha \delta t$$

2. Initialement, la vitesse des gouttes s'écrit (avec z vers le haut et x vers la vitre)

$$\vec{v}_i = v (\sin \alpha \vec{e}_x - \cos \alpha \vec{e}_z)$$

et après rebond sur la vitre, seule la composante horizontale a changé de sens, de sorte que

$$\vec{v}_f = v (-\sin \alpha \vec{e}_x - \cos \alpha \vec{e}_z)$$

On peut alors calculer la variation de quantité de mouvement pour les δN gouttes frappant la vitre dans l'intervalle considéré

$$\delta \vec{p} = \delta N (m v_f - m v_i) = -\delta N 2m v \sin \alpha \vec{e}_x$$

La force totale exercée sur la vitre est l'opposé de la variation de quantité de mouvement par unité de temps, soit

$$\vec{F} = -\frac{\delta p}{\delta t} = \frac{n^* S v \sin \alpha \delta t}{\delta t} 2m v \sin \alpha \vec{e}_x = 2 n^* S m (v \sin \alpha)^2 \vec{e}_x$$

On en déduit la pression qui est la force par unité de surface S (dont la valeur numérique ne sert donc pas...)

$$P = 2 n^* m (v \sin \alpha)^2 = 0,16 \text{ Pa}$$

Autant dire que cela ne devrait pas casser la vitre...

16. Séparation isotopique par diffusion gazeuse** None available**17. Effusion gazeuse**** None available