

T8.11. Autodiffusion du krypton: expression microscopique de D.

Soit une enceinte emplie d'un gaz inerte monoatomique: le krypton Kr de masse molaire atomique $M = 83,8$ g/mol. Les molécules de Kr diffusent à travers elles-mêmes avec une vitesse moyenne v , leur densité moléculaire N_v étant supposée non uniforme. La température étant uniforme, v est constante.

On choisit une direction matérialisée par un axe $x'Ox$.

1. D'après l'isotropie de l'espace, quel facteur α correspond à un mouvement dans le sens des x positifs ?
2. On raisonne sur une section droite unité S perpendiculaire à Ox . Le libre parcours moyen étant noté \bar{l} , déterminer le nombre résultant d'atomes traversant S par unité de temps dans le sens positif.
3. D'après la loi de Fick, établir l'expression du coefficient d'autodiffusion D de Kr en fonction de \bar{l} et v .

4. En admettant les résultats de la théorie cinétique des gaz pour un gaz parfait monoatomique :

$$\bar{l} = \frac{1}{\sqrt{2}N_v\sigma} \quad (\sigma \text{ section efficace}) \quad \text{et} \quad v = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}} = \sqrt{\frac{8k_B T}{\pi m}} \quad \text{calculer } \bar{l}, v \text{ puis } D \text{ dans les conditions}$$

$$T = 293 \text{ K}, P = 1 \text{ atm.}$$

Données : rayon de van der Waals de Kr: $r = 0,20$ nm, $k_B = 1,38 \cdot 10^{-23}$ S.I, $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ mol⁻¹,
1 atm = $1,013 \cdot 10^5$ Pa.

Comparer à la valeur expérimentale à 20°C, 1 atm: $D = 0,09 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$.

Quelle est la forme de la loi $D = f(T, P)$?

On réalise un échauffement isochore de $T_i = 293$ K, $P_i = 1$ atm à $T_f = 323$ K. Calculer $\frac{D_1}{D_2}$.