

Travaux Dirigés - Feuille n° 3 - Diffusion et conduction de chaleur

Exercice 1: Théorie cinétique des gaz

Le but de cet exercice est de redémontrer que la vitesse quadratique moyenne d'un gaz parfait monoatomique vaut :

$$\frac{1}{2}mv^{*2} = \frac{3}{2}k_B T. \quad (1)$$

Pour cela on va calculer la pression cinétique d'un gaz parfait monoatomique avec les parois. On appelle $n_{\vec{v}}$ le nombre d'atomes par unité de volume ayant une vitesse \vec{v} , et $n = \frac{N}{V}$ le nombre total d'atomes par unité de volume. On suppose que les chocs entre les atomes de gaz, de masse m , et les parois du récipient qui le contient sont élastiques (c'est-à-dire sans frottement).

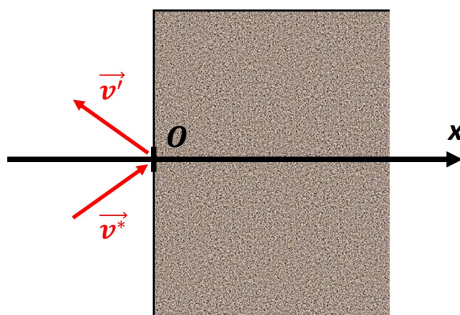


FIGURE 1 – Modélisation du choc d'une particule de gaz parfait avec les parois.

1. Déterminer la quantité de mouvement cédée à la paroi par un atome de vitesse \vec{v} .
2. Déterminer la quantité de mouvement cédée à un élément dS de la paroi pendant dt par toutes les atomes de vitesse \vec{v} qui viennent collisionner la paroi.
3. Déterminer la quantité de mouvement cédée à un élément dS de la paroi pendant dt par l'ensemble des atomes qui viennent collisionner la paroi. Pour cela, on pourra utiliser l'isotropie de la distribution des vitesses : $\sum_{\text{tous les } v_x} n_{\vec{v}} v_x^2 = n \langle v_x^2 \rangle = \frac{1}{3} n v^{*2}$.
4. Déterminer la pression cinétique.
5. En déduire

Réponse : 1. $d\vec{p} = 2mv_x \hat{x}$. 2. Ces particules se trouvent dans un cylindre de volume $v_x dt dS$. Ainsi $d\vec{p} = n v_x v_x^2 dt dS \hat{x}$. 3. $d\vec{p} = \sum_{v_x < 0} 2m n_{\vec{v}} v_x^2 dt dS \hat{x} = \sum_{\text{tous les } v_x} m n_{\vec{v}} v_x^2 dt dS \hat{x} = \frac{1}{2} m n v^{*2} dt dS \hat{x}$. 4. $P = \frac{d\vec{p}}{dt dS} = \frac{1}{2} m n v^{*2}$. 5. Ainsi $P = nk_B T = nk_B T = \frac{1}{2} m n v^{*2}$, d'où $\frac{1}{2} m v^{*2} = \frac{3}{2} k_B T$.

Exercice 2: Propagation de la chaleur dans le sol

Faire l'application du cours 5 du chapitre 6.

Exercice 3: Propagation de la chaleur dans une barre

Faire l'application du cours 6 du chapitre 6.