Thermodynamique

Chapitre 2 : Théorie cinétique des Gaz Parfaits

Théorie cinétique : déterminer le comportement macroscopique des gaz en fonction de leurs caractéristiques microscopiques (classiques).

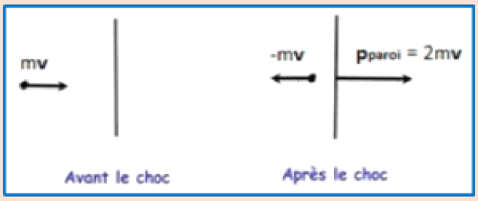
1. Hypothèses :

- Particules toutes identiques, assimilables à des points matériels
- Gaz au repos
- Isotropie des vitesses : équivalence de toutes les directions pour les vitesses d'agitation
- Équilibre thermodynamique global :
  - Propriétés de stationnarité et d'homogénéité
  - En particulier, la densité particulaire n* est uniforme, c'est-à-dire, indépendante du point M
- Modèle microscopique du gaz parfait : les particules n'interagissent pas à distance

2. Variation de la quantité de mouvement de la paroi pour un choc :

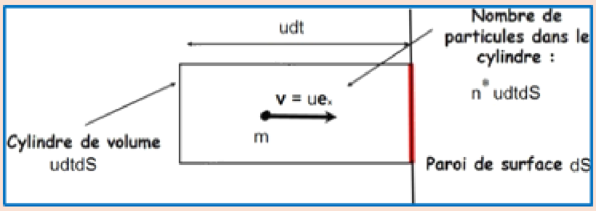
La pression cinétique P représente les chocs des particules contre la paroi.

On pose : $v = u_{e_x}$



La quantité de mouvement conservée est : $mv = -mv + p_{paroi}$ (avec $p_{paroi} = 2mv$).

- Comptabilisation du nombre dN de chocs :



Ici, seul 1/6 des particules du cylindre se dirigent vers la surface dS.

Alors :

$$dN = \frac{1}{6} \times (nb\ de\ particules\ dans\ le\ cylindre)$$

En généralisant :

$$dN = \frac{1}{6} \times n^* \times udtdS$$

3. Formules :

- Quantité de mouvement totale reçue par dS pendant dt :

$$d_{paroi} = dN \times p_{paroi} = \frac{1}{3} \times n^* m \times u^2 dt dS \times \overrightarrow{e_x}$$

- PFD : force élémentaire subie par dS

$$dF = \frac{dp_{paroi}}{dt} = \frac{1}{3} \times n^* m \times u^2 dS \times \overrightarrow{e_x}$$

- Par identification : voici la force pressante

$dF = PdS\overrightarrow{e_x}$ Alors : $P = \frac{1}{3} \times n^* m \times u^2$

En généralisant, on garde : $P = \frac{1}{3} \times n^* \times m \times v_q^2$

- Densité volumique de particules :

$$n^* = \frac{N}{V} = \frac{nN_A}{V}$$

- Equation des GP :

$$P = \frac{nRT}{V} = \frac{n^*}{N_A} \times RT = n^* \times k_B \times T$$

Avec $k_B = \frac{R}{N_A}$

- Vitesse quadratique :

$$v_q = \sqrt{\frac{3k_B T}{m}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

- Energie cinétique :

	Monoatomique	Diatomique
Macroscopique	$\frac{5}{2} nRT = \frac{5}{2} Nk_B T$	$\frac{7}{2} nRT = \frac{7}{2} Nk_B T$
Microscopique	$\frac{3}{2} nRT = \frac{3}{2} Nk_B T$	$\frac{5}{2} nRT = \frac{5}{2} Nk_B T$

L'énergie interne correspond à l'énergie microscopique.

- Capacité thermique massique :

$$c_V = \frac{C_{V,m}}{M}$$

Avec :

	Monoatomique	Diatomique
Capacité thermique molaire	$C_{V,m} = \frac{3}{2} R$	$C_{V,m} = \frac{5}{2} R$