

PHYSIQUE STATISTIQUE ET THERMODYNAMIQUE I & II

TRISTAN BAUMBERGER

On ne rentre pas en détail dans le formalisme des ensembles statistiques. On laissera également de côté les statistiques quantiques.

On donnera quelques éléments de théorie cinétique des gaz (libre parcours moyen) qui serviront à aborder des phénomènes de transport (viscosité, conductivité thermique, auto-diffusion de particules).

On montrera l'utilité des potentiels thermodynamique (énergies libres) dans le cas de systèmes autres que piston-gaz (électrostriction à V ou Q imposé, adhésion à F ou X imposé).

Ouvrage de référence : F. REIF « Fundamentals of Statistical and Thermal Physics ».

PARTIE I

1. Introduction à la méthode statistique

- Très grands nombres (N_A), échelle log
- Marche aléatoire à 1D, loi binomiale, limite gaussienne $N \rightarrow \infty$
- micro-états accessibles, vs macro-état le plus probable
- Application : conformation d'une chaîne polymère idéale

2. Approche cinétique de la thermodynamique

- Modèle simplifié du gaz parfait à l'équilibre
- Pression cinétique
- Energie thermique, température
- Interactions avec l'extérieur : Travail (degrés de liberté macro) ; Chaleur (degrés de liberté micro).
- Application : élévation de température lors d'une compression quasi-statique. Condition cinétique d'irréversibilité.

3. Approche statistique de la thermodynamique

- Densité d'états d'un GP monoatomique dans la limite classique : $\Omega(E) \sim V^N E^{3N}$
- Equilibre entre deux sous-systèmes d'un gaz isolé
- Etat le plus probable dans la limite $N \rightarrow \infty$
- Entropie, température
- Les deux principes : conservation, évolution

4. Système en contact avec un thermostat

- Facteur de Boltzmann
- L'équipartition de l'énergie et ses limites
- Application : capacité calorifique des gaz et des solides

PARTIE II

5. Potentiels thermodynamiques généralisés

- « Le problème fondamentale de la thermodynamique » (Callen)
Variables intensives vs extensives, contraintes, variables internes...
- Energie(s) libre(s)
- Etude de la stabilité d'un système à 1 degré de liberté : adhésion ou électrostriction, rôle du mode de chargement. Exemples de transformations lentes mais irréversibles. Hystérésis.
- Lien avec les distribution statistiques
- La chaîne polymère idéale en grandes déformations, modèle de Langevin.

6. Théorie cinétique du transport

- Libre parcours moyen dans un gaz
- Applications : Conductivité thermique, Auto-diffusion, viscosité
- Equilibre d'une suspension dans le champ de gravité. Nécessité d'un frottement visqueux. Un exemple simple de relation d'Einstein.
- Saut activé au dessus d'une barrière d'énergie. Loi d'Arrhénius.
- Application : Viscosité des liquides...