

Sommaire pertinent

Partie I — Fondements de la thermodynamique statistique

1. Introduction générale

- Objectifs de la thermodynamique statistique
- Description microscopique et macroscopique
- Variables d'état
- Systèmes thermodynamiques
- États d'équilibre

2. Rappels de thermodynamique classique

- Premier principe
- Deuxième principe
- Entropie
- Potentiels thermodynamiques
- Transformations thermodynamiques

3. Probabilités et outils statistiques

- Variables aléatoires
- Distributions de probabilité
- Valeurs moyennes et fluctuations
- Théorème central limite
- Espaces des phases

Partie II — Thermodynamique statistique à l'équilibre

4. Postulats fondamentaux

- Hypothèse ergodique
- Équiprobabilité des microétats
- Entropie statistique
- Relation de Boltzmann

5. Ensemble microcanonique

- Systèmes isolés
- Densité d'états
- Température statistique
- Gaz parfait classique

6. Ensemble canonique

- Distribution de Gibbs

$$P_i = e^{-\beta E_i} / Z \quad Z = \sum_i e^{-\beta E_i}$$

- Fonction de partition
- Énergie libre
- Capacités thermiques
- Oscillateur harmonique

7. Ensemble grand canonique

- Échange de particules
- Potentiel chimique
- Fonction de grande partition
- Applications aux gaz réels

8. Statistiques quantiques

- Particules identiques
- Statistique de Maxwell-Boltzmann
- Statistique de Bose-Einstein

$$\bar{n}_i = \frac{1}{e^{\beta(E_i - \mu)} + 1} \quad \bar{n}_i = e^{\beta(E_i - \mu)}$$

- Statistique de Fermi-Dirac

$$\bar{n}_i = \frac{1}{e^{\beta(E_i - \mu)} + 1} \quad \bar{n}_i = e^{\beta(E_i - \mu)}$$

- Gaz de photons
- Condensation de Bose-Einstein
- Gaz d'électrons

9. Transitions de phase

- Changements d'état
- Modèle d'Ising
- Paramètre d'ordre
- Théorie du champ moyen
- Exposants critiques

Partie III — Thermodynamique hors équilibre

10. Introduction aux phénomènes hors équilibre

- États stationnaires
- Production d'entropie
- Processus irréversibles

11. Théorie des transports

- Diffusion
- Conductivité thermique
- Viscosité
- Équations de transport

12. Relations d'Onsager

- Flux et forces thermodynamiques
- Relations de réciprocité
- Couplages thermodynamiques

13. Équation de Boltzmann

- Cinétique des gaz
- Collisions
- Théorème H
- Retour à l'équilibre

14. Processus stochastiques

- Mouvement brownien
- Équation de Langevin
- Équation de Fokker-Planck
- Fluctuations

Partie IV — Applications physiques

15. Gaz réels et plasmas

- Équation de Van der Waals
- Interactions moléculaires
- Plasmas classiques

16. Physique du solide

- Phonons
- Chaleur spécifique des solides
- Modèles d'Einstein et Debye

17. Rayonnement thermique

- Corps noir
- Loi de Planck

$$u(\nu) = \frac{8\pi h\nu^3}{c^3} \frac{1}{e^{h\nu/kT} - 1} \quad u(\nu) = \frac{8\pi h\nu^3}{c^3} \frac{1}{e^{h\nu/kT} - 1}$$

- Applications astrophysiques

Partie V — Exercices et problèmes résolus

18. Exercices corrigés

- Ensembles statistiques
- Gaz parfaits
- Statistiques quantiques
- Transitions de phase
- Diffusion et transport

19. Problèmes approfondis

- Problèmes de concours
- Applications physiques
- Méthodes de résolution détaillée