

Bernard Diu, Claudine Guthmann
Danielle Lederer, Bernard Roulet

ÉLÉMENTS DE
PHYSIQUE STATISTIQUE

Table

Avant-propos	XI
CHAPITRE I	
Notions et outils de base de la mécanique statistique	1
I. <i>Introduction : le macroscopique et le microscopique</i>	3
II. <i>Probabilités, information et entropie statistique</i>	8
III. <i>États d'un système de taille macroscopique</i>	12
IV. <i>Principe ergodique et ensembles statistiques</i>	26
Compléments du chapitre I	34
A. <i>Ordres de grandeur</i>	35
B. <i>Distribution statistique d'une fonction de variables aléatoires</i>	53
C. <i>La distribution binomiale dans la limite des grands nombres</i>	62
D. <i>Marche au hasard et mouvement brownien</i>	72
E. <i>Densité d'états d'un gaz parfait</i>	82
F. <i>États électroniques dans les solides cristallins</i>	85
G. <i>Information et entropie</i>	98
H. <i>L'opérateur-densité</i>	114
Exercices I	130
CHAPITRE II	
Système isolé à l'équilibre - Distribution microcanonique	143
I. <i>La distribution microcanonique</i>	145
II. <i>Propriétés et comportement d'un système isolé</i>	153
III. <i>Équilibre entre sous-systèmes d'un système isolé</i>	158
Compléments du chapitre II	172
A. <i>Couplage entre systèmes de taille macroscopique</i>	173
B. <i>Le cristal paramagnétique parfait. Températures négatives</i>	180
C. <i>Le gaz parfait classique : entropie de mélange et paradoxe de Gibbs</i>	190
D. <i>Transformations thermodynamiques et variations d'entropie</i>	201
E. <i>Mouvement macroscopique d'un système totalement isolé en équilibre statistique</i>	221
F. <i>Distribution et entropie microcanoniques en mécanique classique</i>	236
Exercices II	242

CHAPITRE III

Système en équilibre avec un thermostat. Description canonique 253

- I. *Situation et distribution canoniques* 255
- II. *Fonction de partition et énergie libre* 267
- III. *Le formalisme canonique à la limite thermodynamique* 280
- IV. *Description canonique des systèmes de particules indépendantes* 286

Compléments du chapitre III 308

- A. *Paramagnétisme et diamagnétisme des systèmes de particules indépendantes* 309
- B. *Les gaz parfaits polyatomiques* 329
- C. *La théorie cinétique des gaz* 350
- D. *Ensemble T-p* 365
- E. *Chaleur spécifique des solides* 378
- F. *Les solutions diluées* 399
- G. *L'équation de van der Waals et la transition gaz-liquide* 415
- H. *Systèmes de particules chargées* 434
- J. *Le ferromagnétisme* 444
- K. *Transition ordre-désordre dans les alliages binaires* 478
- L. *Chaleur et travail. Le « second principe » de la thermodynamique* 497
- Exercices III 506

CHAPITRE IV

Évolution vers l'équilibre et irréversibilité 535

- I. *L'équation maîtresse* 537
- II. *Principales implications de l'équation maîtresse* 545

Compléments du chapitre IV 561

- A. *Notions succinctes de théorie ergodique* 562
- B. *Perturbations aléatoires d'un système « isolé » : discussion physique et ordres de grandeur* 572
- C. *Propriétés de l'équation maîtresse* 582
- D. *« Postulat d'évolution » et équation de Schrödinger* 590
- E. *Évolution d'un gaz classique dilué : l'équation de Boltzmann* 603
- F. *Équations générales d'évolution d'un fluide classique* 621
- Exercices IV 630

CHAPITRE V

Système en équilibre avec un réservoir de particules. Description grand-canonique 645

- I. *Situation et distribution grand-canoniques* 647

II. Grande fonction de partition et grand potentiel	654	
III. Le formalisme grand-canonique à la limite thermodynamique	663	
IV. Description grand-canonique d'un système de particules indépendantes identiques et indiscernables	667	
Compléments du chapitre V	675	
A. Adsorption	676	
B. Équilibre d'un système macroscopique dans un champ de forces extérieur	688	
C. Les gaz réels et le développement du viriel	704	
D. Le postulat fondamental sous sa forme « généralisée »	717	
E. Utilisation du formalisme des opérateurs-densités	729	
F. Fluctuations dans un système à l'équilibre statistique	745	
Exercices V	757	
CHAPITRE VI		
Gaz parfaits quantiques	771	
I. Gaz de fermions indépendants	774	
II. Gaz de bosons indépendants	794	
III. Gaz de photons. Thermodynamique du rayonnement	818	
Compléments du chapitre VI	833	
A. Propriétés électroniques des métaux et des semi-conducteurs	834	
B. Les naines blanches	860	
C. Potentiel chimique et chaleur spécifique d'un gaz de bosons libres au voisinage de la température de Bose	874	
D. L'hélium à basse température	878	
E. Émission et absorption de rayonnement par un atome. Coefficients d'Einstein	906	
F. Absorption et émission de rayonnement par un corps macroscopique. Loi de Kirchhoff	911	
G. Le rayonnement cosmique à trois kelvins	919	
Exercices VI	925	
Appendices	945	
Appendice I	Notions élémentaires sur les probabilités	947
Appendice II	Description quantique d'un système physique	965
Appendice III	Description classique d'un système physique	981
Appendice IV	La méthode des multiplicateurs de Lagrange	990
Index		993