

HUBERT KRIVINE JACQUES TREINER LA PHYSIQUE STATISTIQUE EN EXERCICES

PRÉFACE D'ÉDOUARD BRÉZIN, DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES ■

LICENCE 3 & MASTER DE PHYSIQUE



VUIBERT

Table des matières

Préface	1
Introduction	3
Notations	7
ÉNONCÉS	9
1 Mise en jambes	11
1.1 Les grands nombres	11
1.2 Le passage à la limite thermodynamique	14
1.3 Les différents ensembles	16
2 Distribution des vitesses	23
2.1 Par un raisonnement général	23
2.2 Dans l'ensemble microcanonique	24
2.3 Dans l'ensemble canonique	24
3 Surprises microcanoniques	25
3.1 Températures négatives	25
3.2 Chaleurs spécifiques négatives	26
3.3 Calculs dans l'ensemble microcanonique	27
4 L'oscillateur harmonique	31
4.1 Calculs classiques	31
4.2 Calculs quantiques	31

5	Petits problèmes, jolis résultats	35
5.1	Expérience de Kappler	35
5.2	Balance ultra-sensible	35
5.3	Cristal d'Hydrogène	36
5.4	Un exemple pédagogique	37
5.5	Poussée d'Archimède	38
5.6	Désordre	39
5.7	Fibre élastique	40
6	Gaz	43
6.1	Gaz de sphères dures	43
6.2	Gaz parfait complexe	44
6.3	Séparation isotopique	44
6.4	Sublimation	46
7	Modèle d'Ising	51
7.1	Présentation	51
7.2	Une dimension	55
7.3	Deux dimensions	58
7.4	Un modèle bi-couche	61
7.5	Approximation du champ moyen	62
7.6	Exemples d'application	65
8	Mouvement brownien et ADN	71
8.1	Marche aléatoire	72
8.2	Micromécanique de l'ADN	73
9	Percolation	85
9.1	Modèle de Bethe	87
9.2	Percolation en champ moyen	88
9.3	Exemple de renormalisation	89
10	Matrices aléatoires	93
11	Fluides quantiques	95
11.1	Gaz de Fermi à température nulle	96
11.2	Gaz de Fermi à température finie	99
11.3	Magnétisme de Pauli	101
11.4	Condensation de Bose-Einstein	101

11.5	Gaz de Bose à deux dimensions	106
11.6	Un peu de lumière sur le rayonnement fossile	107
11.7	Analyse de données expérimentales	109
12	Le nez dans les étoiles	119
12.1	Quelques données numériques utiles	120
12.2	Origine de l'énergie solaire	121
12.3	Nucléosynthèse stellaire : pic de Gamow	123
12.4	Naines blanches	126
12.5	Étoiles à neutrons	129
13	Appendice Mathématique	131
13.1	Fonctions d'Euler $\Gamma(x)$ et $B(p, q)$	131
13.2	Méthode du col (vision très sommaire)	132
13.3	Formule de Stirling	132
13.4	Volume et surface de l'hypersphère	133
13.5	Transformation de Laplace	134
13.6	Méthode des multiplicateurs de Lagrange	135
13.7	Calcul des variations. Équations d'Euler	136
13.8	Rappels succincts de mécanique analytique	138
13.9	Théorème du point fixe	141
13.10	Intégrales de Fermi	143
	SOLUTIONS	145
1	Mise en jambes	147
2	Distribution des vitesses	161
3	Surprises microcanoniques	169
4	L'oscillateur harmonique	177
5	Petits problèmes, jolis résultats	185
6	Gaz	205
7	Modèle d'Ising	219

8	Mouvement brownien et ADN	255
9	Percolation	267
10	Matrices aléatoires	273
11	Fluides quantiques	277
12	Le nez dans les étoiles	313
13	Appendice	321
	Références	324
	Index	325