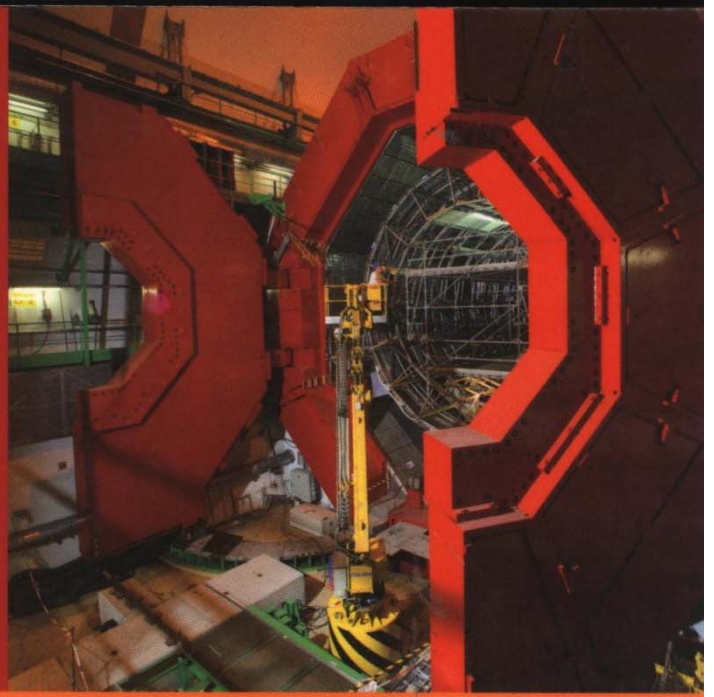


LICENCE 3 & MASTER
SCIENCES DE LA MATIÈRE
ÉCOLES D'INGÉNIEURS



Exercices et problèmes de physique statistique

par Hubert Krivine et Jacques Treiner

- **Rappels de cours**
- **110 exercices et problèmes corrigés**
- **Appendice mathématique**

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	17
2 Distribution des vitesses	25
2.1 Par un raisonnement général	25
2.2 Dans l'ensemble microcanonique	26
2.3 Dans l'ensemble canonique	26
3 Surprises microcanoniques	27
3.1 Températures négatives	27
3.2 Chaleurs spécifiques négatives	28
3.3 Calculs dans l'ensemble microcanonique	30
4 L'oscillateur harmonique	33
4.1 Calculs classiques	33
4.2 Calculs quantiques	33

5	Petits problèmes, jolis résultats	37
5.1	Expérience de Kappler	37
5.2	Balance ultra-sensible	37
5.3	Cristal d'Hydrogène	38
5.4	Un exemple pédagogique	39
5.5	Poussée d'Archimède	40
5.6	Désordre	41
5.7	Fibre élastique	42
6	Gaz	45
6.1	Gaz de sphères dures	45
6.2	Gaz parfait complexe	46
6.3	Séparation isotopique	46
6.4	Sublimation	48
6.5	Adsorption	52
7	Effet de serre	55
8	Modèle d'Ising	61
8.1	Présentation	61
8.2	Une dimension	65
8.3	Deux dimensions	68
8.4	Un modèle bi-couche	71
8.5	Approximation du champ moyen	72
8.6	Exemples d'application	75
9	Mouvement brownien et ADN	81
9.1	Marche aléatoire	82
9.2	Micromécanique de l'ADN	83
9.3	Le modèle d'Ehrenfest	94
9.4	Équation de Langevin	96
10	Percolation	99
10.1	Modèle de Bethe	101
10.2	Percolation en champ moyen	102
10.3	Exemple de renormalisation	103
11	Matrices aléatoires	107

12 Fluides quantiques	109
12.1 Gaz de Fermi à température nulle	111
12.2 Gaz de Fermi à température finie	113
12.3 Magnétisme de Pauli	115
12.4 Condensation de Bose-Einstein	115
12.5 Gaz de Bose à deux dimensions	121
12.6 Un peu de lumière sur le rayonnement fossile	122
12.7 Analyse de données expérimentales	123
13 Le nez dans les étoiles	133
13.1 Quelques données numériques utiles	135
13.2 Origine de l'énergie solaire	135
13.3 Nucléosynthèse stellaire : pic de Gamow	137
13.4 Naines blanches	141
13.5 Étoiles à neutrons	144
14 Appendice Mathématique	147
14.1 Fonctions d'Euler $\Gamma(x)$ et $B(p, q)$	147
14.2 Méthode du col (vision très sommaire)	148
14.3 Formule de Stirling	148
14.4 Volume et surface de l'hypersphère	149
14.5 Transformation de Laplace	150
14.6 Méthode des multiplicateurs de Lagrange	151
14.7 Calcul des variations. Équations d'Euler	152
14.8 Rappels succincts de mécanique analytique	154
14.9 Théorème du point fixe	157
14.10 Intégrales de Fermi	159
Solutions	163
1 Mise en jambes	165
2 Distribution des vitesses	179
3 Surprises microcanoniques	187
4 L'oscillateur harmonique	195

5	Petits problèmes, jolis résultats	203
6	Gaz	223
7	Effet de serre	241
8	Modèle d'Ising	243
9	Mouvement brownien et ADN	281
10	Percolation	299
11	Matrices aléatoires	305
12	Fluides quantiques	309
13	Le nez dans les étoiles	343
14	Appendice	351
	Références	355
	Index	357