

TECHNOSUP

Les FILIÈRES TECHNOLOGIQUES des ENSEIGNEMENTS SUPÉRIEURS

ÉLECTRONIQUE 1

Physique pour l'électronique

Corpuscules, ondes, états quantiques,
mécanique statistique, structures cristallines

Alain DEVILLE

Danielle DEVILLE

ellipses

Table des matières

Préliminaires aux chapitres 1 à 4	8
Ch.1 Corpuscules et mécanique newtonienne	11
1 Mouvement conservatif ou dissipatif d'un corpuscule	11
2 Vibrations d'un système de masses ponctuelles	15
3 Points de vue de Lagrange et de Hamilton	18
4 Limites de la mécanique newtonienne	25
Ch.2 Ondes en physique classique	31
1 Ondes élastiques longitudinales sur une barre rigide.	31
2 Ondes électromagnétiques: approximation scalaire	40
3 Dispersion et vitesse de groupe; vitesse d'énergie.	51
4 Limites de la description par ondes	64
Ch.3 Fonction d'onde. Etat quantique	68
1 Insuffisance du point de vue classique	68
2 Description par fonction d'onde (représentation position)	76
3 Premières idées sur le moment cinétique	89
4 Etat quantique. Notation de Dirac	91
Ch.4 Quelques systèmes quantiques importants	100
1 Etats liés, états non liés	100
2 Particule sans spin en potentiel 1D: quelques propriétés dans les états liés	101
3 Effet tunnel	103
4 Oscillateur harmonique 1D	105
5 Particule dans un puits 2D ou 3D (fond plat, hauteur infinie)	108
6 Particule avec énergie potentielle centrale. Moment cinétique	109
Mécanique statistique: présentation	116
1 Système à grand nombre d'objets microscopiques: quelle description?	116
Ch.5 Thermodynamique: postulats, potentiels thermodynamiques	119
1 L'énergie d'un système isolé se conserve	119
2 La démarche. L'énergie interne. Les postulats	121
3 Potentiel thermodynamique	131
4 Fonction caractéristique. Coefficients thermodynamiques	134
5 Généralisation: matériau magnétique	138
6 Entropie de mixage	140

Ch.6 Mécanique statistique classique: quelques résultats

- 1 Généralités
- 2 Espace des phases. Ensemble de Gibbs. Loi de Gibbs
- 3 Cas particulier important: statistique de Boltzmann
- 4 Théorème d'équipartition de l'énergie
- 5 Exemples d'utilisation de la loi de Gibbs
- 6 Entropie statistique
- 7 Les difficultés de la statistique classique

Ch.7 Mélange statistique

- 1 Distinction état pur/mélange
- 2 L'opérateur densité
- 3 Origine physique de l'existence des mélanges
- 4 Trace partielle
- 5 Entropie d'un mélange
- 6 Justification de l'expression donnant la valeur moyenne pour un mélange
- 7 Résumé

Ch.8 Mécanique statistique quantique: principes généraux

- 1 Postulats généraux
- 2 Lien avec la thermodynamique
- 3 Système de particules identiques, non couplées, à T
- 4 Résumé

Ch.9 Propriétés statistiques d'atomes ou d'électrons libres

- 1 Idées générales
- 2 Etude du G.P. monoatomique
- 3 Etude du gaz des e.c. du métal
- 4 Quelques précisions finales

Ch.10 Transport dans les systèmes proches de l'équilibre

- 1 Description élémentaire des phénomènes
- 2 Point de vue microscopique
- 3 Thermodynamique irréversible linéaire

Ch.11 Structures cristallines.

- 1 Classification des cristaux.
- 2 Symétries microscopique et macroscopique des cristaux.
- 3 Réseau réciproque.
- 4 Diffraction par les cristaux.

141	A1 Deux précisions de calcul linéaire.	277
141	1 Opérateurs vectoriels différentiels.	277
142	2 Tenseur, tenseur d'ordre deux.	282
144	A2 Fonctions de carré sommable	284
145	1 L'espace \mathcal{L}_2	286
147	2 Transformée de Fourier dans \mathcal{L}_2 .	288
149	3 Inégalités de Fourier.	290
150	A3 Précisions de physique quantique	292
156	1 Inégalités de Heisenberg	292
156	2 Précisions sur le moment cinétique	292
157	3 Fonctions électroniques radiales de l'atome d'hydrogène.	295
160	4 Fonctions propres de l'oscillateur harmonique 1D ($n \leq 4$).	296
164	A4 La loi de Gibbs	297
165	1 Système isolé et postulat d'équiprobabilité	297
167	2 Un argument pour la loi de Gibbs	298
168	A5 Examen d'équations aux dérivées partielles	300
169	1 Solution de l'équation de la diffusion en milieu 1D infini ou semi-infini	300
169	2 Propriétés des solutions de l'équation de Laplace	304
171		
175	Références	305
191	Index	308
192		
193		
195		
199		
211		
216		
217		
234		
242		
254		
255		
263		
266		
270		

La collection TECHNOSUP dirigée par Claude Chèze est une sélection d'ouvrages dans toutes les disciplines, pour les filières technologiques des enseignements supérieurs.

Niveau **A Approche** (éléments, résumés ou travaux dirigés) *Initiation, mise à niveau*

Niveau **B Bases** (cours avec exercices et problèmes résolus) *IUP - IUT - BTS*

Niveau **C Compléments** (approfondissement, spécialisation) *Écoles d'ingénieurs, Maîtrise*

L'ouvrage : niveau B (Licence)

L'ouvrage présente les méthodes de la physique avec lesquelles il est souhaitable de se familiariser pour aborder l'analyse des dispositifs électroniques qui sont au cœur de la révolution industrielle en cours.

Dans une première partie sont d'abord mis en œuvre les deux concepts fondamentaux de la physique classique (corpuscule et onde). Puis est présentée et illustrée par de nombreux exemples la notion d'état quantique, indispensable pour décrire les phénomènes rebelles à une description classique.

L'énoncé et l'utilisation des principes de la mécanique statistique forment le cœur de la deuxième partie, l'accent étant mis sur le point de vue quantique.

Une dernière partie est consacrée aux structures cristallines.

Pour faciliter la lecture, certains développements mathématiques ont été reportés dans cinq annexes.

L'ouvrage constitue une base solide sur laquelle s'appuient deux autres ouvrages des mêmes auteurs parus dans la même collection et traitant

- des principes, de la modélisation et de la fabrication des composants électroniques,
- des circuits et des applications.

Les auteurs :

Alain Deville, agrégé de physique, est Professeur émérite de l'Université de Provence où il a participé à la création et au développement de la filière électronique.

Danielle Deville, agrégée de physique appliquée a été professeur en classes préparatoires au lycée Jean Perrin à Marseille après avoir enseigné en BTS d'électrotechnique.

Illustration de couverture : Dessin de Léonard de Vinci.



ISBN 2-7298-2317-4