

P. KIRÉEV

LA PHYSIQUE  
DES  
SEMICONDUCTEURS





## TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos . . . . .	5
<b>Chapitre premier. INTRODUCTION. LA THÉORIE ÉLECTRONIQUE DE LA CONDUCTION . . . . .</b>	
§ 1. La théorie électronique de la conduction et la loi d'Ohm . . . .	7
§ 2. La fonction de distribution des libres temps moyens et des libres parcours moyens . . . . .	12
§ 3. La fonction de distribution des états énergétiques des électrons. Valeurs moyennes des grandeurs physiques . . . . .	17
§ 4. Les semiconducteurs. Classification des corps solides d'après leur conductivité électrique . . . . .	28
§ 5. Modèle élémentaire de la conduction des semiconducteurs. Conduction par trous . . . . .	32
§ 6. Conduction intrinsèque et conduction extrinsèque . . . . .	37
<b>Chapitre II. FONDEMENTS DE LA THÉORIE DES BANDES DES SEMICONDUCTEURS . . . . .</b>	
§ 7. L'équation de Schrödinger d'un solide cristallin . . . . .	40
§ 8. L'approximation de Born-Oppenheimer . . . . .	42
§ 9. L'approximation de Hartree-Fock . . . . .	48
§ 10. Le champ périodique du réseau cristallin. L'opérateur translation . . . . .	53
§ 11. La notion de la quasi-impulsion . . . . .	58
§ 12. La masse effective de l'électron . . . . .	63
§ 13. Relation entre la vitesse et la quasi-impulsion . . . . .	68
§ 14. L'opérateur accélération . . . . .	73
§ 15. Les zones de Brillouin . . . . .	80
§ 16. Normalisation dans un volume limité et caractère discret de la quasi-impulsion . . . . .	85
§ 17. Théorie de l'électron quasi libre . . . . .	90
§ 18. Théorie de l'électron quasi lié . . . . .	106
§ 19. Le procédé de la masse effective. Modification du spectre énergétique d'un cristal sollicité par des champs extérieurs . . . . .	121
§ 20. Les états localisés . . . . .	127
§ 21. Théorie élémentaire des états dus aux impuretés . . . . .	133
§ 22. Les phénomènes de surface . . . . .	141
§ 23. Quantification de l'énergie d'un électron soumis à l'action d'un champ magnétique. Les niveaux de Landau . . . . .	144
§ 24. Le principe de Pauli. Notions de métal, de semiconducteur et de diélectrique . . . . .	150
§ 25. Les propriétés principales des trous . . . . .	157
§ 26. Méthodes de calcul et structure de bandes de certains semiconducteurs . . . . .	163
§ 27. Les quasi-particules . . . . .	180



<b>Chapitre III. LA STATISTIQUE DES ÉLECTRONS ET DES TROUS DANS LES SEMICONDUCTEURS</b> . . . . .	186
§ 28. La densité d'états . . . . .	186
§ 29. Calcul de la concentration des électrons et des trous . . . . .	196
§ 30. L'équation de neutralité d'un semiconducteur . . . . .	205
§ 31. Le semiconducteur intrinsèque . . . . .	208
§ 32. Les semiconducteurs extrinsèques ne comportant qu'un seul type d'impureté . . . . .	213
§ 33. Les semiconducteurs renfermant simultanément des don- neurs et des accepteurs . . . . .	224
§ 34. Le semiconducteur dégénéré . . . . .	229
§ 35. Influence d'un champ magnétique sur la densité d'états . . . . .	234
 <b>Chapitre IV. LES EFFETS DE TRANSPORT DANS LES SEMICON- DUCTEURS</b> . . . . .	243
§ 36. L'équation de Boltzmann . . . . .	243
§ 37. Le temps de relaxation . . . . .	250
§ 38. Densité du courant électrique et densité du flux d'énergie . . . . .	259
§ 39. Les coefficients cinétiques . . . . .	263
§ 40. La conductivité électrique des semiconducteurs . . . . .	271
§ 41. Les effets galvanomagnétiques . . . . .	280
§ 42. L'effet Hall dans un semiconducteur extrinsèque . . . . .	290
§ 43. L'effet Hall dans un semiconducteur contenant des porteurs de charge de différents types . . . . .	298
§ 44. Relation entre la constante de Hall et l'intensité du champ magnétique . . . . .	304
§ 45. L'effet de magnétorésistance . . . . .	313
§ 46. La conductibilité thermique des semiconducteurs . . . . .	323
§ 47. Les effets thermoélectriques . . . . .	330
§ 48. Les effets thermomagnétiques . . . . .	347
§ 49. Analyse générale des effets de transport . . . . .	352
§ 50. Les effets de transport dans un semiconducteur dans le cas de la masse effective tensorielle . . . . .	363
§ 51. L'élastorésistance. Sensibilité aux tensions mécaniques . . . . .	367
§ 52. Mécanisme de l'effet d'élastorésistance. Les coefficients de piézorésistance . . . . .	374
 <b>Chapitre V. THÉORIE DE LA DIFFUSION DES PORTEURS DE CHARGE</b> . . . . .	384
§ 53. La section efficace de diffusion . . . . .	384
§ 54. Relation entre le temps de relaxation et la section efficace de diffusion . . . . .	393
§ 55. La notion de la théorie des transitions quantiques . . . . .	398
§ 56. La diffusion par les ions d'impuretés . . . . .	406
§ 57. La diffusion des porteurs de charge par des atomes d'impureté neutres . . . . .	414
§ 58. Les vibrations thermiques du réseau. Notion des coordonnées normales. Les phonons . . . . .	418
§ 59. Les vibrations acoustiques et optiques du réseau . . . . .	426
§ 60. La capacité thermique du réseau et la statistique des phonons . . . . .	439
§ 61. La diffusion par les vibrations thermiques du réseau. La méthode du potentiel de déformation . . . . .	450



