

## TABLE DES MATIÈRES

|  |           |
|--|-----------|
| Avant-propos . . . . .   | 5         |
| <b>Chapitre premier. PROPRIÉTÉS DES PRINCIPALES PARTICULES<br/>ÉLÉMENTAIRES . . . . .</b>  | <b>7</b>  |
| § 1.1. L'électron et ses propriétés . . . . .  | 7         |
| § 1.2. Variation de la masse avec la vitesse . . . . .   | 12        |
| § 1.3. Le vide de Dirac. Antimatière . . . . .   | 15        |
| <b>Chapitre 2. MOUVEMENT DE PARTICULES CHARGÉES DANS DES<br/>CHAMPS ÉLECTRIQUE ET MAGNÉTIQUE . . . . .</b>                               | <b>21</b> |
| § 2.1. Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique<br>uniforme et invariable . . . . .                                    | 21        |
| § 2.2. Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique<br>cylindrique et invariable . . . . .                                 | 24        |
| § 2.3. Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique<br>sphérique et invariable . . . . .                                   | 32        |
| § 2.4. Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique<br>variable . . . . .  | 42        |
| § 2.5. Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique<br>statique et uniforme . . . . .                                      | 50        |
| § 2.6. Mouvement de particules chargées dans l'ensemble de deux champs<br>électrique et magnétique statiques et croisés . . . . .        | 54        |
| § 2.7. Mouvement des particules dipolaires dans l'ensemble de deux<br>champs électrique et magnétique statiques et inhomogènes . . . . . | 57        |
| <b>Chapitre 3. NOTIONS DE MÉCANIQUE QUANTIQUE . . . . .</b>  | <b>60</b> |
| § 3.1. Ondes de de Broglie . . . . .   | 60        |
| § 3.2. Relation d'incertitude de Heisenberg . . . . .  | 65        |
| § 3.3. Equation de Schrödinger . . . . .   | 70        |
| § 3.4. Méthode quasi classique de résolution de l'équation de<br>Schrödinger . . . . .   | 76        |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| § 1.5.  | Lois générales du mouvement à une dimension d'une microparticule quantique                                | 84  |
| § 1.6.  | Mouvement d'une microparticule quantique dans la région d'un échelon de potentiel                         | 96  |
| § 1.7.  | Barrières de potentiel  | 92  |
| § 1.8.  | Mouvement d'une microparticule quantique dans un puits de potentiel rectangulaire                         | 97  |
| § 1.9.  | Etude quasi classique du mouvement d'une microparticule dans un puits de potentiel                        | 105 |
| § 1.10. | Résolution de l'équation de Schrödinger pour des états stationnaires d'un oscillateur harmonique linéaire | 109 |
| § 1.11. | Rotateur quantique rigide   | 116 |
| § 1.12. | Résolution de l'équation de Schrödinger pour un atome hydrogénéoïde                                       | 123 |
| § 1.13. | Théorie de l'électron de Pauli et Dirac   | 134 |
| § 1.14. | Principe de superposition d'états   | 145 |
| § 1.15. | Théorie des perturbations   | 155 |

#### Chapitre 4. NOTIONS DE THÉORIE QUANTIQUE DE L'ÉMISSION D'ONDES ÉLECTROMAGNÉTIQUES . . . . . 163

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| § 4.1. | Densité de types d'oscillations dans les cavités électromagnétiques. Formule de Planck  | 163 |
| § 4.2. | Onde électromagnétique plane considérée comme un oscillateur harmonique virtuel. Théorie quantique (photonique) de la lumière | 169 |
| § 4.3. | Coefficients d'Einstein d'émission spontanée et d'émission stimulée de la lumière   | 172 |
| § 4.4. | Etablissement par Einstein de la formule de Planck  | 177 |
| § 4.5. | Diffusion de la lumière par les électrons libres  | 179 |

#### Chapitre 5. SYSTÈMES DE PARTICULES EN MÉCANIQUE CLASSIQUE ET EN MÉCANIQUE QUANTIQUE . . . . . 186

|        |   |     |
|--------|---|-----|
| § 5.1. | Distribution de Maxwell   | 186 |
| § 5.2. | Principe d'indiscernabilité des particules identiques. Principe d'exclusion de Pauli              | 191 |
| § 5.3. | Distribution de Fermi. Distribution de Bose   | 197 |
| § 5.4. | Interactions d'échange. Nature de la liaison homopolaire  | 201 |
| § 5.5. | Résolution de l'équation de Schrödinger pour un système de deux puits de potentiel rectangulaires | 208 |

#### Chapitre 6. PRINCIPES DE LA SPECTROSCOPIE ATOMIQUE ET MOLÉCULAIRE . . . . . 214

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| § 6.1. | Lois relatives aux spectres optiques des atomes  | 214 |
| § 6.2. | Spectre atomique de l'hélium. Modèle vectoriel de l'atome                                  | 221 |
| § 6.3. | Modèle vectoriel des atomes comportant deux ou un plus grand nombre d'électrons de valence | 226 |
| § 6.4. | Spectres atomiques des gaz inertes   | 231 |
| § 6.5. | Spectres des rayons X des atomes. Absorption du rayonnement X                              | 236 |
| § 6.6. | Système périodique des éléments de Mendéléev   | 244 |
| § 6.7. | Influence d'un champ magnétique sur les spectres atomiques                                 | 253 |

|   |   |            |
|---|---|------------|
| § 6.8.  | Influence d'un champ électrique sur les spectres atomiques  | 266        |
| § 6.9.  | Structure hyperfine des spectres atomiques . . . . .  | 269        |
| § 6.10.   | Spectres moléculaires. Diffusion Raman de la lumière . . . . .  | 277        |
| <b>Chapitre 7. INTRODUCTION À LA PHYSIQUE DE L'ÉTAT SOLIDE</b>                    |   | <b>287</b> |
| § 7.1.  | Structure des cristaux . . . . .  | 287        |
| § 7.2.  | Types de liaisons dans les cristaux . . . . .   | 299        |
| § 7.3.  | Imperfections de la structure cristalline . . . . .   | 303        |
| § 7.4.  | Vibrations du réseau cristallin . . . . .   | 307        |
| § 7.5.  | Propriétés thermiques des solides . . . . .   | 312        |
| § 7.6.  | Propriétés diélectriques des solides . . . . .  | 320        |
| § 7.7.  | Propriétés magnétiques des solides . . . . .  | 327        |
| <b>Chapitre 8. INTRODUCTION À LA THÉORIE ÉLECTRONIQUE DU SOLIDE</b>               |   | <b>344</b> |
| § 8.1.  | Bandes d'énergie dans un cristal . . . . .  | 344        |
| § 8.2.  | Mouvement des électrons dans un cristal . . . . .   | 352        |
| § 8.3.  | Métaux, diélectriques, semi-conducteurs . . . . .   | 355        |
| § 8.4.  | Etats électroniques particuliers dans les cristaux . . . . .  | 359        |
| § 8.5.  | Statistique des électrons dans les solides . . . . .  | 365        |
| <b>Chapitre 9. PHÉNOMÈNES CINÉTIQUES, OPTIQUES ET DE CONTACT DANS LES SOLIDES</b> |   | <b>375</b> |
| § 9.1.  | Equation cinétique de Boltzmann. Diffusion des porteurs de charges dans un cristal . . . . .  | 375        |
| § 9.2.  | Conductibilité électrique de solides . . . . .  | 383        |
| § 9.3.  | Supraconductivité . . . . .   | 386        |
| § 9.4.  | Semi-conducteurs dans des champs électriques forts . . . . .  | 397        |
| § 9.5.  | Phénomènes thermoélectriques, galvanomagnétiques et thermo-magnétiques dans les solides . . . . .   | 406        |
| § 9.6.  | Phénomènes de contact dans les solides . . . . .  | 419        |
| § 9.7.  | Phénomènes à la surface des semi-conducteurs et dans les couches minces . . . . .   | 439        |
| § 9.8.  | Processus électroniques dans les semi-conducteurs amorphes . .  | 450        |
| § 9.9.  | Processus optiques et photoélectriques dans les semi-conducteurs  | 455        |
| <b>Chapitre 10. PRINCIPES PHYSIQUES DE L'ÉLECTRONIQUE DES ÉMISSIONS</b>           |   | <b>475</b> |
| § 10.1.   | Différentes espèces d'émissions électronique et ionique . . . . .   | 475        |
| § 10.2.   | Emission de champ par les métaux et les semi-conducteurs . .  | 481        |
| § 10.3.   | Emission électronique explosive . . . . .   | 495        |
| § 10.4.   | Emission d'électrons chauds par des couches diélectriques minces sur support métallique, par des structures métal-diélectrique-métal et semi-conducteur-métal . . . . . | 499        |
| § 10.5.   | Emission d'électrons chauds par des semi-conducteurs homogènes et par des jonctions <i>p-n</i> . . . . .  | 506        |
| § 10.6.   | Emission d'électrons chauds par des films métalliques dispersés   | 514        |
| § 10.7.   | Emission photoélectronique . . . . .  | 519        |

|   |        |  |     |
|---|--------|--|-----|
| § | 10.8.  | Emission électronique secondaire . . . . .                   | 549 |
| § | 10.9.  | Emission thermoélectronique . . . . .                        | 571 |
| § | 10.10. | Ionisation superficielle et émission thermoionique . . . . . | 582 |
| § | 10.11. | Interaction des ions avec un solide . . . . .                | 592 |

|   |       |   |            |
|---|-------|---|------------|
| <b>Chapitre 11. PHÉNOMÈNES ÉLECTRIQUES DANS LES GAZ . . .</b> |       |   | <b>609</b> |
| §   | 11.1. | Apparition et disparition de particules chargées dans un gaz . . . . .                              | 609        |
| §   | 11.2. | Diverses formes de décharges électriques dans les gaz. Décharges non autonome et autonome . . . . . | 621        |
| §   | 11.3. | Décharge luminescente. Décharge en régime d'arc . . . . .   | 639        |
| §   | 11.4. | Plasma à décharge gazeuse . . . . .   | 633        |
| §   | 11.5. | Décharges par étincelle, en couronne et à haute fréquence . . . . .                                 | 664        |
|   |       | Bibliographie . . . . .   | 674        |
|   |       | Index alphabétique des matières . . . . .   | 677        |