

L. LANDAU ET E. LIFCHITZ

THÉORIE
QUANTIQUE
RELATIVISTE

PREMIÈRE PARTIE

TABLE DES MATIÈRES

413

Avant-propos	5
Quelques notations	7
Introduction	11
§ 1. Relations d'incertitude dans le domaine relativiste	11
 CHAPITRE PREMIER. PHOTON	 17
§ 2. Quantification du champ électromagnétique libre	17
§ 3. Photons	23
§ 4. Invariance de jauge	26
§ 5. Le champ électromagnétique en théorie quantique	28
§ 6. Moment et parité du photon	30
§ 7. Ondes sphériques des photons	33
§ 8. Polarisation du photon	39
§ 9. Système de deux photons	45
 CHAPITRE II. BOSONS	 49
§ 10. Equation d'onde pour les particules de spin 0	49
§ 11. Particules et antiparticules	54
§ 12. Particules réellement neutres	58
§ 13. Transformations C, P, T	61
§ 14. Equation d'onde pour une particule de spin 1	68
§ 15. Equation d'onde pour les particules douées de spins entiers supérieurs	72
§ 16. Etats d'hélicité des particules	74
 CHAPITRE III. FERMIONS	 81
§ 17. Spineurs quadridimensionnels	81
§ 18. Lien des spineurs avec les quadrivecteurs	84
§ 19. Inversion des spineurs	88
§ 20. Equation de Dirac en représentation spinorielle	93
§ 21. Forme symétrique de l'équation de Dirac	96
§ 22. Algèbre des matrices de Dirac	102
§ 23. Ondes planes	105
§ 24. Ondes sphériques	109
§ 25. Lien du spin avec la statistique	113
§ 26. Conjugaison de charge et inversion des spineurs par rapport au temps	117
§ 27. Symétrie intrinsèque des particules et antiparticules	122
§ 28. Formes bilinéaires	124
§ 29. Matrice densité polarisatoire	130
§ 30. Le neutrino	135
§ 31. Equation d'onde pour une particule de spin 3/2	139
 CHAPITRE IV. PARTICULE DANS UN CHAMP EXTÉRIEUR	 143
§ 32. Equation de Dirac pour l'électron dans un champ extérieur	143
§ 33. Développement en puissances de $1/c$	148
§ 34. Structure fine des niveaux de l'atome d'hydrogène	152
§ 35. Mouvement dans un champ central symétrique	154

§ 36. Mouvement dans un champ coulombien	159
§ 37. Diffusion dans un champ central	166
§ 38. Diffusion dans le cas ultrarelativiste	168
§ 39. Système de fonctions d'ondes du spectre continu pour la diffusion dans un champ coulombien	170
§ 40. L'électron dans le champ d'une onde électromagnétique plane	174
§ 41. Mouvement du spin dans un champ extérieur	178
§ 42. Diffusion de neutrons dans un champ électrique	184
CHAPITRE V. RAYONNEMENT	187
§ 43. Opérateur d'interaction électromagnétique	187
§ 44. Emission et absorption	190
§ 45. Rayonnement dipolaire	192
§ 46. Rayonnement électrique multipolaire	195
§ 47. Moment magnétique multipolaire	200
§ 48. Distribution angulaire et polarisation du rayonnement	202
§ 49. Rayonnement des atomes. Type électrique	211
§ 50. Rayonnement des atomes. Type magnétique	216
§ 51. Rayonnement des atomes. Effets Zeeman et Stark	219
§ 52. Rayonnement des atomes. Atome d'hydrogène	222
§ 53. Rayonnement des molécules diatomiques. Spectres électroniques	227
§ 54. Rayonnement des molécules diatomiques. Spectres vibratoire et rotatoire	234
§ 55. Rayonnement des noyaux	236
§ 56. Effet photo. Cas non relativiste	239
§ 57. Effet photo. Cas relativiste	244
§ 58. Photodésintégration du deutéron	248
§ 59. Rayonnement de freinage magnétique	252
CHAPITRE VI. DIFFUSION DE LA LUMIÈRE	264
§ 60. Tenseur de diffusion	264
§ 61. Diffusion par des systèmes librement orientables	272
§ 62. Diffusion par des molécules	279
§ 63. Largeur naturelle des raies spectrales	283
§ 64. Fluorescence de résonance	288
CHAPITRE VII. MATRICE DE DIFFUSION	294
§ 65. Amplitude de diffusion	294
§ 66. Réactions avec des particules polarisées	300
§ 67. Invariants cinématiques	304
§ 68. Domaines physiques	306
§ 69. Développement en amplitudes partielles	312
§ 70. Symétrie des amplitudes de diffusion d'hélicité	316
§ 71. Amplitudes invariantes	323
§ 72. Condition d'unitarité	327
CHAPITRE VIII. THÉORIE INVARIANTE DES PERTURBATIONS	332
§ 73. Produit chronologique	332
§ 74. Diagrammes de Feynman pour la diffusion des électrons	336
§ 75. Diagrammes de Feynman pour la diffusion d'un photon	343
§ 76. Propagateur électronique	346
§ 77. Propagateur photonique	351

§ 78. Règles générales de la technique des diagrammes	355
§ 79. Invariance de croisement	363
§ 80. Particules virtuelles	364
CHAPITRE IX. INTERACTION D'ÉLECTRONS	370
§ 81. Diffusion d'un électron dans un champ extérieur	370
§ 82. Diffusion d'électrons et de positrons par un électron	374
§ 83. Pertes d'ionisation de particules rapides	384
§ 84. Equation de Breit	391
§ 85. Positronium	398
§ 86. Interaction des atomes aux grandes distances	402
CHAPITRE X. INTERACTION DES ÉLECTRONS AVEC DES PHOTONS	410
§ 87. Diffusion d'un photon par un électron	410
§ 88. Diffusion d'un photon par un électron. Effets polarisatoires	415
§ 89. Annihilation biphotonique d'une paire électronique	425
§ 90. Annihilation du positronium	428
§ 91. Rayonnement de freinage d'un électron par un noyau. Cas non relativiste	433
§ 92. Rayonnement de freinage de l'électron par un noyau. Cas relativiste	442
§ 93. Formation de paires par un photon dans le champ du noyau	452
§ 94. Théorie exacte de la création de paires et du rayonnement de freinage dans le cas ultrarelativiste	456
§ 95. Rayonnement de freinage d'un électron diffusé par un électron dans le cas ultrarelativiste	469
§ 96. Rayonnement de photons mous lors des collisions	475
§ 97. Méthode des photons équivalents	482
§ 98. Formation de paires lors des collisions de particules	488
§ 99. Rayonnement d'un photon par un électron dans le champ d'une onde électromagnétique intense	494
APPENDICE	502
§ a. Opérateur de rotations finies	502
§ b. Éléments de matrice pour la toupie	507
INDEX	510