

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS A LA DEUXIEME ÉDITION	5
EXTRAIT DE L'AVANT-PROPOS A LA PREMIÈRE ÉDITION	7
PRINCIPALES NOTATIONS	9
INTRODUCTION	12
§ 1. Relations d'incertitude dans le domaine relativiste	12
CHAPITRE PREMIER. PHOTONS	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 cinétique et parité du photon	30
§ 7. Ondes sphériques associées au photon	34
§ 8. Polarisation du photon	40
§ 9. Système de deux photons	47
CHAPITRE II. BOSONS	51
§ 10. Equation d'onde pour des particules de spin 0	51
§ 11. Particules et antiparticules	56
§ 12. Particules neutres vraies	61
§ 13. Transformations C, P, T	64
§ 14. Equation d'onde pour une particule de spin 1	72
§ 15. Equation d'onde pour des particules de spins entiers supérieurs	77
§ 16. Etats d'hélicité d'une particule	79
CHAPITRE III. FERMIONS	86
§ 17. Spineurs quadridimensionnels	86
§ 18. Relations entre les spineurs et les quadrivecteurs	89
§ 19. Inversion des spineurs	94
§ 20. Equation de Dirac en représentation spinorielle	99
§ 21. Forme symétrique de l'équation de Dirac	102
§ 22. Algèbre des matrices de Dirac	108
§ 23. Ondes planes	112
§ 24. Ondes sphériques	116
§ 25. Lien entre spin et statistique	120
§ 26. Conjugaison de charge et inversion des spineurs par rapport au temps	124
§ 27. Symétrie intrinsèque des particules et des antiparticules	130

§ 28. Formes bilinéaires	133
§ 29. Matrice de densité de polarisation	138
§ 30. Fermions à deux composantes	144
§ 31. Equation d'onde pour une particule de spin $3/2$	148
CHAPITRE IV. PARTICULE DANS UN CHAMP EXTERIEUR	152
§ 32. Equation de Dirac pour l'électron dans un champ extérieur	152
§ 33. Développement en puissances de $1/c$	157
§ 34. Structure fine des niveaux de l'atome d'hydrogène	161
§ 35. Mouvement dans un champ à symétrie sphérique	163
§ 36. Mouvement dans un champ coulombien	168
§ 37. Diffusion dans un champ à symétrie sphérique	176
§ 38. Diffusion dans le cas ultrarelativiste	178
§ 39. Système de fonctions d'onde du spectre continu pour la diffusion dans un champ coulombien	181
§ 40. Electron dans le champ d'une onde électromagnétique plane	185
§ 41. Mouvement du spin dans un champ extérieur	189
§ 42. Diffusion des neutrons dans un champ électrique	196
CHAPITRE V. RAYONNEMENT	198
§ 43. Opérateur d'interaction électromagnétique	198
§ 44. Emission et absorption	201
§ 45. Rayonnement dipolaire	204
§ 46. Rayonnement électrique multipolaire	207
§ 47. Rayonnement magnétique multipolaire	212
§ 48. Distribution angulaire et polarisation du rayonnement	214
§ 49. Rayonnement des atomes. Type électrique	224
§ 50. Rayonnement des atomes. Type magnétique	230
§ 51. Rayonnement des atomes. Effets Zeeman et Stark	233
§ 52. Rayonnement des atomes. Atome d'hydrogène	237
§ 53. Rayonnement des molécules diatomiques. Spectres électroniques	243
§ 54. Rayonnement des molécules diatomiques. Spectres de rotation et de vibration	250
§ 55. Rayonnement des noyaux	252
§ 56. Effet photo-électrique. Cas non relativiste	256
§ 57. Effet photo-électrique. Cas relativiste	261
§ 58. Photodésintégration du deutéron	264
CHAPITRE VI. DIFFUSION DE LA LUMIERE	270
§ 59. Tenseur de diffusion	270
§ 60. Diffusion par des systèmes librement orientables	282
§ 61. Diffusion par les molécules	289
§ 62. Largeur naturelle des raies spectrales	294
§ 63. Fluorescence résonnante	298
CHAPITRE VII. MATRICE DE DIFFUSION	302
§ 64. Amplitude de diffusion	302
§ 65. Réactions avec la participation des particules polarisées	308
§ 66. Invariants cinématiques	312
§ 67. Domaines physiques	315
§ 68. Développement en amplitudes partielles	322
§ 69. Symétrie des amplitudes d'hélicité de diffusion	326
§ 70. Amplitudes invariantes	333
§ 71. Condition d'unitarité	338

CHAPITRE VIII. THÉORIE INVARIANTE DES PERTURBATIONS	343
§ 72. Produit chronologique	343
§ 73. Diagrammes de Feynman pour la diffusion des électrons	347
§ 74. Diagrammes de Feynman pour la diffusion d'un photon	355
§ 75. Propagateur électronique	358
§ 76. Propagateur photonique	363
§ 77. Règles générales de la technique des diagrammes	368
§ 78. Invariance de croisement	377
§ 79. Particules virtuelles	379
CHAPITRE IX. INTERACTION ENTRE LES ÉLECTRONS	385
§ 80. Diffusion d'un électron dans un champ extérieur	385
§ 81. Diffusion d'électrons et de positrons par un électron	390
§ 82. Pertes par ionisation de particules rapides	400
§ 83. Equation de Breit	407
§ 84. Positronium	415
§ 85. Interaction des atomes à longues distances	420
CHAPITRE X. INTERACTION ENTRE LES ÉLECTRONS ET LES PHOTONS	427
§ 86. Diffusion d'un photon par un électron	427
§ 87. Diffusion d'un photon par un électron. Effets de polarisation	433
§ 88. Annihilation à deux photons d'une paire d'électrons	443
§ 89. Annihilation du positronium	447
§ 90. Rayonnement de freinage magnétique	453
§ 91. Formation de paires par un photon dans un champ magnétique	464
§ 92. Rayonnement de freinage d'un électron par un noyau. Cas non relativiste	467
§ 93. Rayonnement de freinage d'un électron par un noyau. Cas relativiste	480
§ 94. Formation de paires électron-positron par un photon dans le champ du noyau	491
§ 95. Théorie exacte de la création de paires dans le cas ultrarelativiste	495
§ 96. Théorie exacte du rayonnement de freinage dans le cas ultrarelativiste	502
§ 97. Rayonnement de freinage d'un électron diffusé par un électron dans le cas ultrarelativiste	510
§ 98. Rayonnement de photons mous lors des collisions	515
§ 99. Méthode des photons équivalents	523
§ 100. Formation de paires à la suite de collisions entre particules	530
§ 101. Rayonnement d'un photon par un électron dans le champ d'une onde électromagnétique intense	536
CHAPITRE XI. PROPAGATEURS EXACTS ET PARTIES DE SOMMET	543
§ 102. Opérateurs champs dans la représentation de Heisenberg	543
§ 103. Propagateur photonique exact	546
§ 104. Fonction d'énergie propre du photon	554
§ 105. Propagateur électronique exact	559
§ 106. Opérateur de sommet	563
§ 107. Equations de Dyson	568
§ 108. Identité de Ward	570
§ 109. Propagateur électronique dans un champ extérieur	574
§ 110. Conditions physiques de renormalisation	581

§ 111. Propriétés analytiques du propagateur photonique . . .	589
§ 112. Régularisation des intégrales de Feynman	592
CHAPITRE XII. CORRECTIONS RADIATIVES	598
§ 113. Calcul de l'opérateur de polarisation	598
§ 114. Corrections radiatives à la loi de Coulomb	602
§ 115. Calcul de la partie imaginaire de l'opérateur de polarisation d'après l'intégrale de Feynman	606
§ 116. Facteurs de forme électromagnétiques de l'électron	611
§ 117. Calcul des facteurs de forme de l'électron	615
§ 118. Moment magnétique anomal de l'électron	620
§ 119. Calcul de l'opérateur de masse	623
§ 120. Emission de photons mous de masse non nulle	630
§ 121. Diffusion de l'électron dans un champ extérieur à l'approximation du deuxième ordre de Born	635
§ 122. Corrections radiatives à la diffusion d'un électron dans un champ extérieur	641
§ 123. Déplacement radiatif des niveaux atomiques	646
§ 124. Déplacement radiatif des niveaux des atomes mésiques	654
§ 125. Equation relativiste pour les états liés	656
§ 126. Relation de dispersion double	664
§ 127. Diffusion d'un photon par un photon	672
§ 128. Diffusion cohérente d'un photon dans le champ du noyau	680
§ 129. Corrections radiatives aux équations du champ électromagnétique	683
§ 130. Désintégration d'un photon dans un champ magnétique	694
§ 131. Calcul des intégrales étendues aux domaines quadridimensionnels	702
CHAPITRE XIII. FORMULES ASYMPTOTIQUES DE L'ELECTRODYNAMIQUE QUANTIQUE	708
§ 132. Comportement asymptotique du propagateur de photons dans le cas des grandes impulsions	708
§ 133. Relation entre charges d'« amorçage » et charges vraies	713
§ 134. Comportement asymptotique des amplitudes de diffusion aux hautes énergies	716
§ 135. Séparation des termes bilogarithmiques dans l'opérateur de sommet	722
§ 136. Expressions asymptotiques bilogarithmiques de l'opérateur de sommet	729
§ 137. Expressions asymptotiques bilogarithmiques de l'amplitude de diffusion d'un électron par un muon	732
CHAPITRE XIV. ELECTRODYNAMIQUE DES HADRONS	739
§ 138. Facteurs de forme électromagnétiques des hadrons	739
§ 139. Diffusion d'électrons par des hadrons	745
§ 140. Théorème des basses énergies pour le rayonnement de freinage	749
§ 141. Théorèmes des basses énergies pour la diffusion d'un photon par un hadron	753
§ 142. Moments multipolaires des hadrons	756
§ 143. Diffusion inélastique d'électrons par des hadrons	762
§ 144. Transformation d'une paire électron-positron en hadrons	765
INDEX	768