

# TARTALOMJEGYZÉK

<i>Előszó a magyar kiadáshoz</i> .....	7
<i>A szovjet kiadás előszavából</i> .....	9
<i>Néhány jelölés</i> .....	11
<i>Bevezetés</i> .....	15
1. §. A határozatlansági relációk relativisztikus tartományban .....	15
<b>I. FEJEZET. A FOTON</b> .....	20
2. §. A szabad elektromágneses tér kvantálása .....	20
3. §. Fotonok .....	26
4. §. Mértékinvariancia .....	28
5. §. Az elektromágneses tér a kvantumelméletben .....	31
6. §. A foton impulzuszmomentuma és paritása .....	32
7. §. A fotonok gömbhullámjai .....	35
8. §. A foton polarizációja .....	41
9. §. A kétfotonos rendszer .....	48
<b>II. FEJEZET. BOZONOK</b> .....	52
10. §. A nulla spinű részecskék hullámegyenlete .....	52
11. §. Részecskék és antirészecskék .....	57
12. §. Valódi semleges részecskék .....	61
13. §. C, P, T transzformációk .....	64
14. §. Az 1 spinű részecske hullámegyenlete .....	70
15. §. Az 1-nél nagyobb egész spinű részecskék hullámegyenlete .....	74
16. §. A részecske helicitásállapotai .....	76
<b>III. FEJEZET. FERMIONOK</b> .....	83
17. §. Négydimenziós spinorok .....	83
18. §. A spinorok és a négyesvektorok kapcsolata .....	86
19. §. Spinorok tükrözése .....	90

20. §. A Dirac-egyenlet spinorrepresentációban	96
21. §. A Dirac-egyenlet szimmetrikus alakja	98
22. §. A Dirac-mátrixok algebrája	105
23. §. Síkhullámok	109
24. §. Gömbhullámok	114
25. §. A spin és a statisztika kapcsolata	118
26. §. Töltéskonjugáció és a spinorok időtükrözése	121
27. §. A részecskék és antirészecskék belső szimmetriája	127
28. §. Bilineáris kifejezések	129
29. §. A polarizációs sűrűségmátrix	135
30. §. A neutrino	142
31. §. A 3/2 spinű részecskék hullámegyenlete	146
<b>IV. FEJEZET. RÉSZECSCKE MOZGÁSA KÜLSŐ TÉRBEN</b>	<b>149</b>
32. §. Az elektron Dirac-egyenlete külső térben	149
33. §. Sorfejtés $1/c$ hatványai szerint	154
34. §. A hidrogénatom finomszerkezete	158
35. §. Mozgás centrális erőterben	161
36. §. Mozgás Coulomb-térben	166
37. §. Szórás centrális erőterben	174
38. §. Szórás ultrarelativisztikus határesetben	176
39. §. A folytonos spektrumbeli hullámfüggvények rendszere Coulomb-térbeli szórás során	179
40. §. Az elektron állapotai elektromágneses síkhullám térben	184
41. §. Spin mozgása külső térben	188
42. §. Neutronok szóródása elektromos térben	195
<b>V. FEJEZET. SUGÁRZÁS</b>	<b>197</b>
43. §. Az elektromágneses kölcsönhatás operátora	197
44. §. Emisszió és abszorpció	200
45. §. A dipólussugárzás	203
46. §. Az elektromos multipólus-sugárzás	205
47. §. A mágneses multipólus-sugárzás	210
48. §. A sugárzás szögeloszlása és polarizációja	213
49. §. Atomok sugárzása. Az elektromos típus	222
50. §. Atomok sugárzása. A mágneses típus	227
51. §. Atomok sugárzása. A Zeeman- és a Stark-effektus	230
52. §. Atomok sugárzása. A hidrogénatom	234
53. §. Kétatomos molekulák sugárzása. Elektronszínképek	238
54. §. Kétatomos molekulák sugárzása. A rezgési és a rotációs szinkép	246
55. §. A magsugárzás	247
56. §. Fotoeffektus. A nemrelativisztikus eset	250
57. §. Fotoeffektus. A relativisztikus eset	255
58. §. A deuteron fotodezintegrációja	260
59. §. Fékezési sugárzás mágneses térben	264

## TARTALOMJEGYZÉK

761

VI. FEJEZET. FÉNYSZÓRÁS .....	277
60. §. A szórásenzor .....	277
61. §. Szórás szabad irányítású rendszereken .....	285
62. §. Szóródás molekulákon .....	292
63. §. A színeképvonalak természetes kiszélesedése .....	296
64. §. Rezonancia-fluoreszcencia .....	301
VII. FEJEZET. A SZÓRÁSMÁTRIX .....	307
65. §. A szórásamplitúdó .....	307
66. §. Polarizált részecskék reakciói .....	313
67. §. Kinematikai invariánsok .....	318
68. §. A fizikai tartományok .....	320
69. §. A parciális amplitúdók szerinti sorfejtés .....	327
70. §. A helicitásamplitúdók szimmetriatulajdonságai .....	331
71. §. Az invariáns amplitúdók .....	338
72. §. Az unitaritási feltétel .....	343
VIII. FEJEZET. KOVARIÁNS PERTURBÁCIÓSZÁMÍTÁS .....	349
73. §. Az időrendezett szorzat .....	349
74. §. Az elektron—elektron szórás Feynman-diagramjai .....	353
75. §. A foton-szórás Feynman-diagramjai .....	360
76. §. Az elektronpropagátor .....	363
77. §. A fotonpropagátor .....	368
78. §. A diagramtechnika általános szabályai .....	372
79. §. Keresztezési invariancia .....	380
80. §. Virtuális részecskék .....	381
IX. FEJEZET. ELEKTRONOK KÖLCSÖNHATÁSA .....	387
81. §. Elektronszóródás külső téren .....	387
82. §. Elektronok és pozitronok szóródása elektronon .....	392
82a §. Gyors részecskék ionizációs veszteségei .....	402
83. §. A Breit-egyenlet .....	410
84. §. A pozitronium .....	418
85. §. Nagy távolságban levő atomok kölcsönhatása .....	423
X. FEJEZET. ELEKTRONOK KÖLCSÖNHATÁSA FOTONOKKAL .....	431
86. §. Foton szóródása elektronon .....	431
87. §. Foton szóródása elektronon. Polarizációs effektusok .....	437
88. §. Elektron—pozitron pár szétsugárzása két fotonra .....	448
89. §. A pozitronium szétsugárzása .....	452
90. §. Elektron fékezési sugárzása atommag terében. A nemrelativisztikus eset .....	457
91. §. Elektron fékezési sugárzása atommag terében. A relativisztikus eset .....	467
92. §. Párkeltés atommag terében .....	478
93. §. A párkeltés és a fékezési sugárzás egzakt elmélete ultrarelativisztikus esetben .....	482
94. §. Elektron fékezési sugárzása elektronon ultrarelativisztikus esetben .....	491

95. §. Lágy fotonok kisugárzása ütközésekben .....	497
96. §. Az ekvivalens fotonok módszere .....	505
97. §. Párkeltés ütközéseknél .....	512
98. §. Elektron sugárzása nagy intenzitású elektromágneses hullám terében .....	518
<b>XI. FEJEZET. A PONTOS PROPAGÁTOROK ÉS CSÚCSOK (VERTEXEK) .....</b>	<b>526</b>
99. §. A téroperátorok Heisenberg-reprezentációban .....	526
100. §. A pontos fotonpropagátor .....	529
101. §. A foton sajátenergiás függvénye .....	537
102. §. A pontos elektronpropagátor .....	541
103. §. A vertexoperátor .....	546
104. §. A Dyson-egyenletek .....	550
105. §. A Ward-azonosság .....	553
106. §. Az elektron propagátora külső térben .....	557
107. §. A renormálás fizikai feltételei .....	563
108. §. A fotonpropagátor analitikus tulajdonságai .....	570
109. §. A Feynman-integrálok regularizálása .....	574
<b>XII. FEJEZET. SUGÁRZÁSI KORREKCIÓK .....</b>	<b>579</b>
110. §. A polarizációs operátor kiszámítása .....	579
111. §. A Coulomb-törvény sugárzási korrekciói .....	583
112. §. A polarizációs operátor képzetes részének kiszámítása Feynman-integrálokkal ..	587
113. §. Az elektron elektromágneses alakfaktorai .....	592
114. §. Az elektron alakfaktorának kiszámítása .....	597
115. §. Az elektron anomális mágneses momentuma .....	602
116. §. A tömegoperátor kiszámítása .....	605
117. §. Nemzérus tömegű lágy fotonok emissziója .....	612
118. §. Elektronszórás külső térben a második Born-közelítésben .....	617
119. §. A külső térben való elektronszórás sugárzási korrekciói .....	625
120. §. Atomi szintek sugárzási eltolódása .....	629
121. §. Mezoatomok energiaszintjeinek sugárzási eltolódása .....	637
122. §. Kötött állapotokra vonatkozó relativisztikus egyenlet .....	639
123. §. Kettős diszperziós reláció .....	647
124. §. Foton—foton szórás .....	655
125. §. Foton koherens szóródása a mag terében .....	666
126. §. Sugárzási korrekciók az elektromágneses tér egyenleteihez .....	668
127. §. Négydimenziós tartományokra vett integrálok kiszámítása .....	678
<b>XIII. FEJEZET. A KVANTUMELEKTRODINAMIKA ASZIMPTOTIKUS KÉPLETEI ..</b>	<b>684</b>
128. §. A fotonpropagátor aszimptotikus viselkedése nagy impulzusokra .....	684
129. §. A kétszeresen logaritmikus tagok kiemelése a vertexoperátorban .....	692
130. §. A vertexoperátor kétszeresen logaritmikus aszimptotikája .....	699
131. §. Az elektron—müon szórás amplitúdójának kétszeresen logaritmikus aszimptotiká- ja .....	702

## TARTALOMJEGYZÉK

763

XIV. FEJEZET. A HADRONOK ELEKTRODINAMIKÁJA .....	711
132. §. A hadronok elektromágneses alakfaktorai .....	711
133. §. Elektronok szóródása hadronokon .....	717
134. §. Alacsonyenergiás tétel a fékezési sugárzásra .....	720
135. §. Alacsonyenergiás tétel foton—hadron ütközés esetére .....	725
136. §. A hadronok multipólusmomentumai .....	728
137. §. A hadronok elektromágneses alakfaktorainak izotóp tulajdonságai .....	734
<i>Tárgymutató</i> .....	736
<i>Névmutató</i> .....	756
<i>Tartalomjegyzék</i> .....	759