

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие ко второму изданию	9
Из предисловия к первому изданию	10
Некоторые обозначения	12
Введение	17
§ 1. Соотношения неопределенности в релятивистской области	17
Глава I. Фотон	21
§ 2. Квантование свободного электромагнитного поля	21
§ 3. Фотоны	26
§ 4. Калибровочная инвариантность	29
§ 5. Электромагнитное поле в квантовой теории	31
§ 6. Момент и четность фотона	33
§ 7. Сферические волны фотонов	37
§ 8. Поляризация фотона	42
§ 9. Система двух фотонов	48
Глава II. Бозоны	52
§ 10. Волновое уравнение для частиц со спином 0	52
§ 11. Частицы и античастицы	57
§ 12. Истинно нейтральные частицы	61
§ 13. Преобразования C, P, T	64
§ 14. Волновое уравнение для частицы со спином 1	72
§ 15. Волновое уравнение для частиц с высшими целыми спинами	76
§ 16. Спиральные состояния частицы	78
Глава III. Фермионы	85
§ 17. Четырехмерные спиноры	85
§ 18. Связь спиноров с 4-векторами	88
§ 19. Инверсия спиноров	92
§ 20. Уравнение Дирака в спинорном представлении	97
§ 21. Симметричная форма уравнения Дирака	100
§ 22. Алгебра матриц Дирака	105
§ 23. Плоские волны	108
§ 24. Сферические волны	112
§ 25. Связь спина со статистикой	116
§ 26. Зарядовое сопряжение и обращение спиноров по времени	119
§ 27. Внутренняя симметрия частиц и античастиц	124
§ 28. Билинейные формы	127
§ 29. Поляризационная матрица плотности	131
§ 30. Нейтрино	137
§ 31. Волновое уравнение для частицы со спином $3/2$	141
Глава IV. Частица во внешнем поле	144
§ 32. Уравнение Дирака для электрона во внешнем поле	144
§ 33. Разложение по степеням $1/c$	149

§ 34.	Тонкая структура уровней атома водорода	153
§ 35.	Движение в центрально-симметричном поле	155
§ 36.	Движение в кулоновом поле	160
§ 37.	Рассеяние в центрально-симметричном поле	167
§ 38.	Рассеяние в ультрарелятивистском случае	169
§ 39.	Система волновых функций непрерывного спектра для рассеяния в кулоновом поле	171
§ 40.	Электрон в поле плоской электромагнитной волны	175
§ 41.	Движение спина во внешнем поле	178
§ 42.	Рассеяние нейтронов в электрическом поле	185
Глава V. Излучение		187
§ 43.	Оператор электромагнитного взаимодействия	187
§ 44.	Испускание и поглощение	190
§ 45.	Дипольное излучение	192
§ 46.	Электрическое мультипольное излучение	195
§ 47.	Магнитное мультипольное излучение	200
§ 48.	Угловое распределение и поляризация излучения	202
§ 49.	Излучение атомов. Электрический тип	210
§ 50.	Излучение атомов. Магнитный тип	215
§ 51.	Излучение атомов. Эффекты Зеемана и Штарка	218
§ 52.	Излучение атомов. Атом водорода	222
§ 53.	Излучение двухатомных молекул. Электронные спектры	227
§ 54.	Излучение двухатомных молекул. Колебательный и вращательный спектры	234
§ 55.	Излучение ядер	236
§ 56.	Фотоэффект. Нерелятивистский случай	239
§ 57.	Фотоэффект. Релятивистский случай	243
§ 58.	Фоторасщепление дейтрона	247
Глава VI. Рассеяние света		252
§ 59.	Тензор рассеяния	252
§ 60.	Рассеяние свободно ориентируемыми системами	263
§ 61.	Рассеяние на молекулах	269
§ 62.	Естественная ширина спектральных линий	273
§ 63.	Резонансная флуоресценция	278
Глава VII. Матрица рассеяния		281
§ 64.	Амплитуда рассеяния	281
§ 65.	Реакции с поляризованными частицами	286
§ 66.	Кинематические инварианты	290
§ 67.	Физические области	293
§ 68.	Разложение по парциальным амплитудам	298
§ 69.	Симметрия спиральных амплитуд рассеяния	302
§ 70.	Инвариантные амплитуды	308
§ 71.	Условие унитарности	313
Глава VIII. Инвариантная теория возмущений		318
§ 72.	Хронологическое произведение	318
§ 73.	Диаграммы Фейнмана для рассеяния электронов	322
§ 74.	Диаграммы Фейнмана для рассеяния фотона	329
§ 75.	Электронный пропагатор	332
§ 76.	Фотонный пропагатор	337
§ 77.	Общие правила диаграммной техники	341
§ 78.	Перекрестная инвариантность	350
§ 79.	Виртуальные частицы	351

Глава IX. Взаимодействие электронов	357
§ 80. Рассеяние электрона во внешнем поле	357
§ 81. Рассеяние электронов и позитронов на электроном	361
§ 82. Ионизационные потери быстрых частиц	371
§ 83. Уравнение Брейта	378
§ 84. Позитроний	384
§ 85. Взаимодействие атомов на далеких расстояниях	389
Глава X. Взаимодействие электронов с фотонами	396
§ 86. Рассеяние фотона электроном	396
§ 87. Рассеяние фотона электроном. Поляризационные эффекты	401
§ 88. Двухфотонная аннигиляция электронной пары	411
§ 89. Аннигиляция позитрония	414
§ 90. Магнитотормозное излучение	419
§ 91. Образование пар фотоном в магнитном поле	429
§ 92. Тормозное излучение электрона на ядре. Нерелятивистский случай	431
§ 93. Тормозное излучение электрона на ядре. Релятивистский случай	443
§ 94. Образование пар фотоном в поле ядра	454
§ 95. Точная теория рождения пар в ультрарелятивистском случае	457
§ 96. Точная теория тормозного излучения в ультрарелятивистском случае	463
§ 97. Тормозное излучение электрона на электроном в ультрарелятивистском случае	470
§ 98. Излучение мягких фотонов при столкновениях	475
§ 99. Метод эквивалентных фотонов	482
§ 100. Образование пар при столкновениях частиц	489
§ 101. Излучение фотона электроном в поле интенсивной электромагнитной волны	494
Глава XI. Точные пропагаторы и вершинные части	501
§ 102. Операторы полей в гейзенберговском представлении	501
§ 103. Точный фотонный пропагатор	504
§ 104. Собственно-энергетическая функция фотона	511
§ 105. Точный электронный пропагатор	515
§ 106. Вершинный оператор	518
§ 107. Уравнения Дайсона	523
§ 108. Тождество Уорда	525
§ 109. Электронный пропагатор во внешнем поле	529
§ 110. Физические условия перенормировки	535
§ 111. Аналитические свойства фотонного пропагатора	542
§ 112. Регуляризация интегралов Фейнмана	549
Глава XII. Радиационные поправки	550
§ 113. Вычисление поляризационного оператора	550
§ 114. Радиационные поправки к закону Кулона	553
§ 115. Вычисление мнимой части поляризационного оператора по интегралу Фейнмана	557
§ 116. Электромагнитные формфакторы электрона	561
§ 117. Вычисление формфакторов электрона	565
§ 118. Аномальный магнитный момент электрона	570
§ 119. Вычисление массового оператора	573
§ 120. Испускание мягких фотонов с ненулевой массой	578
§ 121. Рассеяние электрона во внешнем поле во втором борновском приближении	583
§ 122. Радиационные поправки к рассеянию электрона во внешнем поле	589

§ 123. Радиационное смещение атомных уровней	593
§ 124. Радиационное смещение уровней мезоатомов	600
§ 125. Релятивистское уравнение для связанных состояний	602
§ 126. Двойное дисперсионное соотношение	609
§ 127. Рассеяние фотона на фотоне	616
§ 128. Когерентное рассеяние фотона в поле ядра	624
§ 129. Радиационные поправки к уравнениям электромагнитного поля	626
§ 130. Расщепление фотона в магнитном поле	636
§ 131. Вычисление интегралов по четырехмерным областям	644
Глава XIII. Асимптотические формулы квантовой электродинамики	649
§ 132. Асимптотическое поведение фотонного пропагатора при больших импульсах	649
§ 133. Связь между «затравочным» и истинным зарядами	653
§ 134. Асимптотическое поведение амплитуд рассеяния при высоких энергиях	656
§ 135. Выделение дважды логарифмических членов в вершинном операторе	662
§ 136. Дважды логарифмическая асимптотика вершинного оператора	668
§ 137. Дважды логарифмическая асимптотика амплитуды рассеяния электрона на мюоне	670
Глава XIV. Электродинамика адронов	677
§ 138. Электромагнитные формфакторы адронов	677
§ 139. Рассеяние электронов адронами	683
§ 140. Низкоэнергетическая теорема для тормозного излучения	686
§ 141. Низкоэнергетическая теорема для рассеяния фотона на адроне	689
§ 142. Мультипольные моменты адронов	692
§ 143. Неупругое рассеяние электронов адронами	698
§ 144. Превращение электрон-позитронной пары в адроны	701
Предметный указатель	703