



Издательский Дом
ИНТЕЛЛЕКТ

В.П. КРАЙНОВ, Б.М. СМИРНОВ

КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ АТОМНЫХ ЧАСТИЦ

ФИЗТЕХОВСКИЙ УЧЕБНИК

В.П. КРАЙНОВ, Б.М. СМИРНОВ

КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ АТОМНЫХ ЧАСТИЦ



ДОЛГОПРУДНЫЙ

В.П. Крайнов, Б.М. Смирнов

Квантовая теория излучения атомных частиц: Учебное пособие / В.П. Крайнов, Б.М. Смирнов – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2015. – 296 с.

ISBN 978-5-91559-204-8

Учебное пособие посвящено аналитическим и приближенным методам описания основных разделов квантовой теории излучения. Большое внимание уделяется физической и качественной интерпретации теории.

Рассмотрены однофотонные переходы атомных частиц, сечение и интенсивность вынужденного и спонтанного фотоизлучения, параметры радиационных переходов и схема уровней некоторых низколежащих возбужденных состояний атомов. Приведены расчеты силы осциллятора и различных правил сумм. Обсуждается оптическая накачка атомов и охлаждение атомов в лазерном поле. Даны правила отбора и вероятности излучательных электронных переходов, однофотонных переходов между колебательными и вращательными состояниями молекул. Рассмотрена поляризация спонтанного излучения атомных частиц и распространение излучения в газе, а также различные механизмы уширения спектральных линий: радиационное, доплеровское, ударное и квазистатическое уширение. Анализируется рассеяние фотонов на атомных частицах, фотоионизация и фоторекомбинация атомных частиц, фотодиссоциация молекул, тормозное излучение с участием электронов, рассеяние и поглощение света металлическими микрочастицами, излучение металлических кластеров, молекулярного газа, фотосферы Солнца и атмосферы Земли. Обсуждаются основные законы статистической физики излучения.

Для студентов старших курсов, аспирантов, преподавателей физических и инженерно-физических факультетов, специализирующихся в области излучательных процессов в атомной физике.

ISBN 978-5-91559-204-8

© 2015, В.П. Крайнов, Б.М. Смирнов
© 2015, ООО «Издательский Дом
«Интеллект», оригинал-макет,
оформление

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	7
Лекция 1	
ОДНОФОТОННЫЕ ПЕРЕХОДЫ АТОМНЫХ ЧАСТИЦ	10
Лекция 2	
СТРУКТУРА АТОМОВ	24
Лекция 3	
СИЛА ОСЦИЛЛЯТОРА И ВОЗБУЖДЕНИЕ АТОМОВ	36
Лекция 4	
ПРАВИЛА ОТБОРА ДЛЯ ОДНОФОТОННЫХ ПЕРЕХОДОВ В АТОМАХ	52
Лекция 5	
ПРАВИЛА ОТБОРА ДЛЯ ОДНОФОТОННЫХ ПЕРЕХОДОВ МЕЖДУ КОЛЕБАТЕЛЬНЫМИ СОСТОЯНИЯМИ МОЛЕКУЛ	65

Лекция 6

ПРАВИЛА ОТБОРА ДЛЯ ОДНОФОТОННЫХ ПЕРЕХОДОВ МЕЖДУ ВРАЩАТЕЛЬНЫМИ СОСТОЯНИЯМИ МОЛЕКУЛ 75

Лекция 7

ПОЛЯРИЗАЦИЯ СПОНТАННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ АТОМНЫХ ЧАСТИЦ 81

Лекция 8

ФОТОПОГЛОЩЕНИЕ И ИНДУЦИРОВАННОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ 90

Лекция 9

УШИРЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЛИНИЙ 96

Лекция 10

ДОПЛЕРОВСКОЕ УШИРЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЛИНИЙ 102

Лекция 11

УДАРНОЕ УШИРЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЛИНИЙ 109

Лекция 12

КВАЗИСТАТИЧЕСКОЕ УШИРЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЛИНИЙ 120

Лекция 13

РАССЕЯНИЕ ФОТОНОВ НА АТОМНЫХ ЧАСТИЦАХ 130

Лекция 14

ФОТОИОНИЗАЦИЯ АТОМНЫХ ЧАСТИЦ 148



Лекция 15

ФОТОИОНИЗАЦИЯ ПРОСТЫХ АТОМНЫХ СИСТЕМ И ФОТОДИССОЦИАЦИЯ МОЛЕКУЛ	155
---	------------

Лекция 16

ФОТОВОЗБУЖДЕНИЕ И ФОТОИОНИЗАЦИЯ РИДБЕРГОВСКИХ СОСТОЯНИЙ	179
--	------------

Лекция 17

ФОТОРЕКОМБИНАЦИЯ ЭЛЕКТРОНОВ И ИОНОВ	189
--	------------

Лекция 18

ТОРМОЗНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ С УЧАСТИЕМ ЭЛЕКТРОНОВ	196
--	------------

Лекция 19

РАССЕЯНИЕ И ПОГЛОЩЕНИЕ СВЕТА НАНО- И МИКРОЧАСТИЦАМИ	211
--	------------

Лекция 20

РАССЕЯНИЕ И ПОГЛОЩЕНИЕ СВЕТА МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ МИКРОЧАСТИЦАМИ	222
---	------------

Лекция 21

ИЗЛУЧЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КЛАСТЕРОВ	240
--	------------

Лекция 22

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА ИЗЛУЧЕНИЯ	254
--	------------

Лекция 23

ИЗЛУЧЕНИЕ ФОТОСФЕРЫ СОЛНЦА И АТМОСФЕРЫ ЗЕМЛИ	266
---	------------



Лекция 24

ПОГЛОЩЕНИЕ В МОЛЕКУЛЯРНОМ ГАЗЕ. ПОГЛОЩЕНИЕ МОЛЕКУЛАМИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ	275
Заключение	284
Приложение	285
Предметный указатель	287
Рекомендуемая литература	288