

УДК 539.196+535.14+539.184+530.18

ББК 22.36:24.5

Б40

Рецензенты: д-р физ.-мат. наук *С. Я. Уманский* (ИХФ им. Н. Н. Семёнова РАН);
д-р физ.-мат. наук, проф. *В. М. Шабаев* (С.-Петерб. гос. ун-т)

Безуглов Н. Н., Голубков Г. В., Ключарев А. Н.

Б40 Проявления «динамического хаоса» в реакциях с участием ридберговских состояний. 2-е изд., стер. — СПб.: Изд-во СПбГУ, 2018. — 112 с.
ISBN 978-5-288-05805-9

Первое издание вышло в 2017 году при финансовой поддержке РФФИ. В книге широко используются материалы исследований, проводимых авторами в течение последних 10–15 лет в рамках новых научных направлений атомной физики и радиационной химии при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований. Наряду с классическими методами теории столкновений рассматриваются сравнительно новые подходы, основанные на концепции развития динамического хаоса в одиночных столкновениях частиц с участием высоковозбужденных атомных/молекулярных состояний. Описаны квазиклассические модели образования и распада системы столкновительного квазимолекулярного комплекса и продемонстрирована адекватность использования комбинации детерминированного и стохастического подходов к описанию динамики развития ионизационных процессов в физике атомных столкновений. Проанализирован ряд реакций, протекающих в нижней ионосфере земли, с целью выявления их влияния на устойчивость функционирования современных спутниковых навигационных систем.

Книга рассчитана на специалистов, работающих в научных областях физики и химии низкотемпературной плазмы и холодных ридберговских сред, радиационной химии, физики атмосферы и астрофизики. Она также может использоваться в качестве учебного пособия для студентов и аспирантов соответствующих вузов.

УДК 539.196+535.14+539.184+530.18

ББК 22.36:24.5

ISBN 978-5-288-05805-9

© Санкт-Петербургский государственный университет, 2017

© Н. Н. Безуглов, Г. В. Голубков,
А. Н. Ключарев, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
Введение	6
1. Высоковозбужденный (ридберговский) атом с одним валентным электроном.....	10
1.1. Модель ридберговского атома водорода в квазиклассическом приближении квантовой теории	10
1.1.1. Процессы ионизации при атом-атомных столкновениях с участием ридберговских атомов.....	12
1.1.2. Модель дипольного резонансного механизма ионизации.....	17
1.2. Времена жизни (радиационные ширины) высоковозбужденных атомов	20
1.2.1. Радиационные времена жизни $\tau(n\ell)$ атома водорода	21
1.2.2. Одноканальное приближение для времен жизни ридберговских (водородоподобных) атомов	22
1.2.3. Аномалия радиационной кинетики в атоме натрия	24
2. Ридберговский атом в приближении динамического хаоса.....	31
2.1. Нелинейные динамические резонансы в атоме водорода во внешнем микроволновом поле	32
2.1. Нелинейные динамические резонансы в атоме водорода.....	32
2.2. Диффузионная ионизация ридберговского атома в микроволновом электромагнитном поле	39
2.3. Кинетика диффузионной ионизации в условиях двойного резонанса Штарка.....	45
2.4. Эволюция орбитального момента ридберговского электрона в микроволновом электрическом поле.....	47
2.4. Эволюция орбитального момента РЭ в микроволновом электрическом поле.....	47
3. Специфика ионизационных процессов в холодном ридберговском газе.....	50
3.1. Основные ионизационные процессы в холодных средах.....	53
3.2. Бинарная модель пеннинговского процесса	54
3.3. Результаты расчета скоростей пеннинговской автоионизации Γ_N	56
3.4. Сравнение со скоростью фотоионизации тепловым излучением.....	59
4. Ридберговские состояния атомов и молекул в ионосфере Земли.....	62
4.1. Квантовые свойства среды распространения сигналов глобальных навигационных спутниковых систем	62
4.2. Химическая структура нижней ионосферы.....	67
4.2.1. Ударные механизмы возбуждения ридберговских состояний атомов и молекул в ионосфере Земли	68
4.2.2. Процессы I -перемешивания	69
4.2.3. Неравновесная двухтемпературная рекомбинационная плазма	72
4.2.4. Фотоионизационная плазма.....	74
4.2.5. Поверхности потенциальной энергии системы A^+X_2	75
Заключение	82
Литература.....	87

Содержание

Приложения

1. Атомная система единиц	98
2. Эволюция орбитального момента атома водорода во внешнем стационарном электрическом поле	100
3. Квазиклассическое представление радиальных интегралов	104
4. Интегральное представление ряда (3.2)	106
5. Влияние геомагнитных и солнечных возмущений на задержки спутниковых сигналов.....	107
6. Динамический хаос в вопросах радиохимической физики верхней атмосферы	110