

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	6
СПИСОК ОБОЗНАЧЕНИЙ И ЕДИНИЦ	8
Глава I. РАДИАЦИОННЫЕ И СТОЛКНОВИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АТОМОВ И ИОНОВ	9
§ 1.1. Введение	9
§ 1.2. Общие положения. Основные допущения	10
§ 1.3. Волновые функции	11
1.3.1. Общие замечания (11). 1.3.2. Волновые функции оптического электрона (12). 1.3.3. Волновые функции внешнего электрона (14). 1.3.4. Другие методы расчета (15).	
§ 1.4. Эффективное поле атомного остатка	17
1.4.1. Экранированное кулоново поле. Потенциал Слетера (17). 1.4.2. Поляризационный потенциал (18).	
§ 1.5. Дипольная поляризуемость	19
§ 1.6. Излучательные характеристики	20
1.6.1. Сила осциллятора и вероятность перехода (20). 1.6.2. Сечение фотоионизации (23). 1.6.3. Сечение фоторекомбинации (24). 1.6.4. Формулы Крамерса и фактор Гаунта (25). 1.6.5. Асимптотические формулы (26). 1.6.6. Учет поляризации атомного остатка (26).	
§ 1.7. Столкновительные характеристики. Метод Борна	27
1.7.1. Возбуждение атомов электронами. Переходы без изменения спина (27). 1.7.2. Ионизация электронами (28). 1.7.3. Переходы через виртуальные уровни (29).	
§ 1.8. Учет обмена. Приближение Очкура	30
§ 1.9. Метод парциальных волн	31
1.9.1. Возбуждение ионов. Кулон-борновское приближение (31). 1.9.2. Учет обмена. Метод ортогонализированных функций (32). 1.9.3. Общие формулы первого порядка теории возмущений для сечений возбуждения (33). 1.9.4. Схема LS -связи (34). 1.9.5. Сечение ионизации электронами (36).	
§ 1.10. Нормировка сечений	37
1.10.1. Нормировка методом K -матрицы (37). 1.10.2. Нормировка в представлении параметра удара (38).	
§ 1.11. Возбуждение атомов электронами в высоковозбужденные состояния	38
1.11.1. Приближение Борна. Переходы из основного состояния атома водорода (39). 1.11.2. Переходы между высоковозбужденными уровнями (39). 1.11.3. Квазиклассическое приближение (40).	
Глава II. РЕЗОНАНСНЫЕ ПРОЦЕССЫ.	43
§ 2.1. Введение	43
§ 2.2. Автоионизация.	44
2.2.1. Асимптотические формулы (45).	

§ 2.3.	Диэлектронная рекомбинация	46
2.3.1.	Упрощенная модель (46).	
§ 2.4.	Резонансное возбуждение	48
Глава III. НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ КИНЕТИКИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ПРОЦЕССОВ В ПЛАЗМЕ		51
§ 3.1.	Распределение частиц плазмы по скоростям. Максвелловское распределение	51
§ 3.2.	Скорости возбуждения и ионизации.	52
§ 3.3.	Скорость фоторекомбинации и коэффициент фотопоглощения. . .	53
§ 3.4.	Аналитические аппроксимации.	55
3.4.1.	Возбуждение электронами (55).	
3.4.2.	Ионизация электронами (57).	
3.4.3.	Фоторекомбинация (59).	
3.4.4.	Диэлектронная рекомбинация (60).	
§ 3.5.	Переходы между близкими уровнями	61
3.5.1.	Возбуждение электронами (61).	
3.5.2.	Возбуждение ионами (66).	
3.5.3.	Столкновения атомов с атомами (67).	
§ 3.6.	Квазиклассические и полужемпирические формулы	68
3.6.1.	Дипольная и квадрупольная поляризуемость (68).	
3.6.2.	Характеристики радиационных переходов (69).	
3.6.3.	Вероятности запрещенных переходов и вероятности автоионизации (70).	
3.6.4.	Возбуждение электронами. Переходы без изменения спина, $\Delta S = 0$ (73).	
3.6.5.	Ионизация электронами атомов и ионов (73).	
3.6.6.	Диэлектронная рекомбинация (76).	
§ 3.7.	Расчет населенностей уровней и ионизационного равновесия	76
3.7.1.	Введение (76).	
3.7.2.	Предельные случаи (77).	
3.7.3.	Уравнения баланса (79).	
Глава IV. ТЕОРИЯ ВОЗМУЩЕНИЙ ПО ПАРАМЕТРУ $1/Z$		81
§ 4.1.	Введение	81
4.1.1.	Некоторые особенности метода MZ (81).	
§ 4.2.	Матрица энергии.	83
4.2.1.	Исходные формулы (83).	
4.2.2.	Введение экранировки (84).	
4.2.3.	Экстраполяция по n (86).	
4.2.4.	Радиационные и высшие релятивистские поправки (87).	
§ 4.3.	Расчет энергий и вероятностей (сечений) переходов.	88
§ 4.4.	Матричный элемент энергии взаимодействия	92
4.4.1.	Введение и основные определения (92).	
4.4.2.	Система из двух электронов (94).	
4.4.3.	Многоэлектронные системы (95).	
4.4.4.	Эквивалентные электроны (99).	
4.4.5.	Однородное представление полного матричного элемента (100).	
§ 4.5.	Нерелятивистская часть энергии	102
4.5.1.	Энергия первого порядка (102).	
§ 4.6.	Численные расчеты	104
Глава V. ПРОГРАММА "АТОМ"		122
§ 5.1.	Назначение, общая структура, обозначения и единицы	122
§ 5.2.	Информационные файлы	123
5.2.1.	Библиотека уровней (файл A.LIB) (123).	
5.2.2.	Файл исходной информации A.TRN (126).	
§ 5.3.	Энергии, температуры	129
§ 5.4.	Исходные допущения и волновые функции	130
5.4.1.	Волновые функции атома (130).	
5.4.2.	Потенциалы (132).	
§ 5.5.	Радиационные характеристики	132
§ 5.6.	Столкновительные характеристики	133
5.6.1.	Борновские сечения возбуждения (133).	
5.6.2.	Метод парциальных волн (134).	
5.6.3.	Сечения ионизации (135).	
5.6.4.		

	Скорости возбуждения и ионизации. Аппроксимационные формулы (136).	
§ 5.7.	Диэлектронная рекомбинация	137
	5.7.1. Рекомбинация в заданное спиновое состояние (139).	
§ 5.8.	Автоионизация.	139
§ 5.9.	Возбуждение тяжелыми частицами	141
§ 5.10.	Последовательность работы.	141
§ 5.11.	Начальная часть задачи (расчет атомных волновых функций), заключительные сводки и накопление банка данных	142
	5.11.1. Печать заголовка и ввод файла A.TRN (143). 5.11.2. Расчет характеристик атомного остатка (подпрограмма CORE) (143). 5.11.3. Волновые функции оптического электрона без учета обмена (подпрограммы RFN, RFU, ENLIB (144). 5.11.4. Учет обмена (145). 5.11.5. Вывод на печать (146). 5.11.6. Заключительные сводки (146).	
§ 5.12.	Силы осцилляторов (ключ 4 — — — ; $n_0 \neq 0$, $n_1 \neq 0$)	146
§ 5.13.	Сечения фотоионизации и фоторекомбинации (ключ 0 — — K_4 или 1 — — K_4 ; $n_1 = 0$)	147
	5.13.1. Детали расчета (147). 5.13.2. Вывод на печать (147).	
§ 5.14.	Борновские сечения возбуждения (ключ 0 — — —)	148
	5.14.1. Детали расчета (148). 5.14.2. Вывод на печать (148).	
§ 5.15.	Кулон-борновские нормированные сечения возбуждения (ключ 2 — — —)	149
	5.15.1. Последовательность работы (150). 5.15.2. Управление решением (151). 5.15.3. Вывод на печать (151).	
§ 5.16.	Сечения ионизации (ключ 30 K_3 — или 36 K_3 —)	152
	5.16.1. Детали расчета (152). 5.16.2. Вывод на печать (152). 5.16.3. Интегрирование по энергиям выбитого электрона (153).	
§ 5.17.	Диэлектронная рекомбинация (ключ 2 — K_3 — , $1 \leq K_3 \leq 4$)	153
	5.17.1. Управление работой (ключ 2 $K_2 K_3$ —) (154). 5.17.2. Вывод на печать (154)	
§ 5.18.	Автоионизация (ключ 5 — K_3 —)	154
§ 5.19.	Возбуждение и ионизация тяжелыми частицами (ключ 0 — — — , $M \geq 1$)	155
ПРИЛОЖЕНИЯ		156
I. НЕКОТОРЫЕ ФОРМУЛЫ, СУММЫ, ИНТЕГРАЛЫ		156
П.1.	Свойства водородоподобных волновых функций	156
	П.1.1. Дискретный спектр, $\epsilon < 0$ (156). П.1.2. Непрерывный спектр, $\epsilon > 0$ (158). П.1.3. Плоские волны (159).	
П.2.	Сферические (шаровые) функции.	159
П.3.	Функции Бесселя	161
П.4.	Некоторые суммы и интегралы с водородоподобными функ- циями	162
П.5.	Функция Грина	164
	П.5.1. Одночастичная функция Грина (165). П.5.2. Потенциал кулоновского притяжения (167).	
П.6.	Свойства j -символов	168
II. ЭНЕРГИИ СВЯЗИ ОБОЛОЧЕК НЕЙТРАЛЬНЫХ АТОМОВ		172
III. ТЕКСТ ПРОГРАММЫ "АТОМ" НА ЯЗЫКЕ FORTRAN-IV PLUS		178
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ		214