

УДК 539.184.5

DOI: 10.17223/00213411/63/12/13

*Е.В. КОРЮКИНА¹, В.И. КОРЮКИН²***ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА ПРОФИЛЕЙ ЛИНИЙ В СПЕКТРАХ ИЗЛУЧЕНИЯ АТОМОВ В ПЕРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЯХ**

Развит унифицированный подход для расчета профилей спектральных линий атомов в переменном электрическом поле, основанный на диагонализации матрицы энергии атома в поле. Для расчета штарковского профиля спектральной линии предложена формула, в которой ширина профиля содержит зависимость от параметров электрического поля в явном виде. Алгоритм метода реализован в пакете компьютерных программ StarkD, написанном на FORTRAN и Maple. В рамках предложенного подхода проведено компьютерное моделирование профилей спектральных линий атома гелия в переменных электрических полях линейной и циркулярной поляризации. Рассмотрено поведение профилей спектральных линий в зависимости от изменения параметров электрического поля, а также от плотности электронов в плазме и от температуры атомов гелия.

Ключевые слова: переменное электрическое поле, моделирование профилей атомных спектральных линий.

Введение

Методы атомной спектроскопии широко используются для диагностики процессов, протекающих в плазме. Существуют методы для оценки температуры электронов плазмы из интенсивностей спектральных линий, а также из доплеровского уширения спектральных линий [1 и ссылки в ней]. Исходя из доплеровского уширения спектральных линий с пренебрежимо малым штарковским уширением, можно измерить тепловые и направленные скорости движения атомов [2]. Плотность электронов в плазме определяется из штарковских профилей спектральных линий [3]. В случае переменного электрического поля достаточно точная диагностика плотности электронов в плазме может быть осуществлена только на основании штарковских ширин линий водородного спектра или линий ионизованного гелия [1, 2, 4]. Если использование этих линий невозможно, проблема получения достоверной оценки плотности электронов из атомных спектров сильно усложняется. При расчете плотностей электронов из штарковских профилей атомных спектральных линий необходимо знание константы уширения C_4 при квадратичном эффекте Штарка. Расчет константы сопряжен со значительными трудностями, вследствие чего для ее определения предлагаются различные формулы. В частности, в [4 и ссылки в ней] предложена формула расчета C_4 через силу осциллятора для данной линии, но эта формула дает большую погрешность. Уточнение формулы за счет учета большего числа переходов приводит к значительному усложнению расчетов [5]. Упрощенная формула для расчета C_4 , предложенная в [6], пригодна только для статического электрического поля в диапазоне изменения напряженности электрического поля в области 100 кВ/см, при этом зависимость константы штарковского уширения от частоты электрического поля в [6] не определена.

В данной работе для моделирования профилей линий в спектрах излучения атомов в переменном циркулярно поляризованном электрическом поле предложен унифицированный теоретический подход. Этот подход свободен от ограничений теории возмущений и справедлив в широкой области изменения частоты и напряженности электрического поля. Для расчета константы уширения C_4 при квадратичном эффекте Штарка мы предлагаем формулу, в которой зависимость этой константы от напряженности и частоты электрического поля имеет явный вид. Алгоритм метода реализован в пакете компьютерных программ StarkD, написанном на FORTRAN и Maple. В рамках предложенного подхода было проведено моделирование спектра атома He в переменном электрическом поле.

Метод расчета

При расчетах спектроскопических характеристик атомов, находящихся под воздействием переменного электрического поля, волновые функции и энергии атомов определяются из решения нестационарного уравнения Шредингера. В случае циркулярно поляризованного электрического поля нестационарное уравнение Шредингера записывается в виде

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>