

Зависимость от скорости силы светового давления на атомы в далекой от резонанса оптической решетке¹

Матвеева Наталья Александровна

студент

Новосибирский Государственный Университет, Новосибирск, Россия

E-mail: matveeva1314@ngs.ru

Вырожденное рамановское бокополосное охлаждение нейтральных атомов в далекой от резонанса (недиссипативной) оптической решетке ранее исследовалось нами в [1]. Стимулом к проведению данного теоретического анализа послужили экспериментальные результаты, полученные в работе [2]. Выбрав теоретическую модель, которая отражала основные черты экспериментальной схемы [2], мы произвели качественный анализ кинетики атомов и оценку их кинетической температуры в данных условиях.

В [1] для получения аналитических выражений использовалось приближение медленных атомов, при котором для корректного учета диссипативных процессов достаточно ограничиться линейной зависимостью силы, действующей на атом, от скорости. Однако, в общем случае такая зависимость имеет нелинейный многорезонансный характер [3]. Поэтому для более полного анализа охлаждения атомов в недиссипативной оптической решетке, а также для установления областей применимости приближения медленных атомов необходимо нахождение зависимости от скорости силы резонансного светового давления, что и является предметом настоящих исследований.

В данной работе была найдена данная зависимость для атомов с произвольными моментами основного и возбужденного состояния в недиссипативной оптической решетке. Рассматривалась модель, в которой атом представлялся в виде двухуровневой системы с произвольными моментами основного и возбужденного состояния, поле решетки – конфигурацией $\text{lin-}\theta\text{-lin}$, поле накачки – циркулярно поляризованной волной, перпендикулярной волновому вектору решетки. В системе также присутствует однородное магнитное поле, сонаправленное с полем накачки. Поле решетки – далеко отстроено от резонанса, поэтому перехода из основного в возбужденное состояние под его действием не происходит, однако оно вызывает рамановские двухфотонные переходы между подуровнями основного состояния. Поле накачки индуцирует переход из основного состояния в возбужденное, с последующей спонтанной релаксацией. Система уравнений для пространственных гармоник атомной матрицы плотности решалась численно методом цепных дробей. Детальный анализ результатов расчета проводился для моментов основного и возбужденного состояния равных $\frac{1}{2}$.

Таким образом, мы рассмотрели зависимость силы резонансного светового давления лазерного излучения на атомы в недиссипативной оптической решетке. Из анализа полученных результатов и сравнения с [1] была определена область применимости использовавшегося в [1] приближения медленных атомов.

Литература

1. Н. А. Матвеева, А.В. Тайченачев, А. М. Тумайкин, В. И. Юдин. (2007) Лазерное охлаждение квазисвободных атомов в недиссипативной оптической решетке // Принято к публикации в ЖЭТФ.
2. G. Di Domenico, N. Castanga, G. Miletì, P. Thoman, A. V. Taichenachev and V. I. Yudin. (2004) Laser collimation of a continuous beam of cold atoms using Zeeman-shift degenerate-Raman-sideband cooling // Phys. Rev. A 69, 063403
3. В. Г. Миногин, В. С. Летохов. (1991) Давление лазерного излучения на атомы // М.: Наука.

¹ Тезисы доклады основаны на материалах исследований, проведенных в рамках грантов Российского Фонда Фундаментальных Исследований (гранты № 05-08-01389, 07-02-01230, 07-02-01028). Также данная работа поддержана фондом “Династия”.