

Метод лазерного двойного резонанса

В. Квинт (W. Quint)^a, Д. Л. Московкин^b, В. М. Шабаетв^b и М. Фогель (M. Vogel)^a

^a *Gesellschaft für Schwerionenforschung, Planckstrasse 1, D-64291 Darmstadt, Germany*

^b *Физический факультет, Санкт-Петербургский Государственный университет, Ульяновская 1, Петродворец, Санкт-Петербург 198504, Россия*

Принцип двойного резонанса [1, 2] уже в течение многих лет используется в лазерной спектроскопии для проведения прецизионных измерений переходов в атомах и многозарядных ионах, прежде всего, для изучения сверхтонкой структуры (СТС) и зеемановского расщепления.

Рассматривается применение данного метода в микроволновой (МВ) области лазерных частот для высокоточного измерения атомных g_F -факторов тяжелых, многозарядных ионов с ненулевым спином ядра I , помещенных в ловушку Пеннинга (Penning trap) [2]. Эти эксперименты планируются в ближайшем будущем на установке HITRAP в GSI.

Для валентного электрона H- или Li-подобного иона (с $I \neq 0$) в основном состоянии полный угловой момент $j = 1/2$ и уровни СТС характеризуются полным атомным угловым моментом $F = I \pm 1/2$. Каждый из двух уровней СТС расщепляется в однородном, постоянном магнитном поле \vec{B} , используемом в ловушке, на $2F + 1$ зеемановских подуровней. Для тяжелых, многозарядных ионов переходы между уровнями СТС лежат в оптическом (видимом, ИК или УФ) диапазоне (порядка 10^{14} Гц), а переходы между зеемановскими подуровнями – в МВ области (десятки ГГц).

Здесь принцип МВ лазерного двойного резонанса состоит в использовании флуоресцентного света от оптических магнитных дипольных переходов между зеемановскими подуровнями различных уровней СТС H- или Li-подобного иона как индикатора для МВ переходов между соответствующими зеемановскими подуровнями, принадлежащими одному из уровней СТС, исходя из чего можно измерить g_F -фактор иона.

Необходимо различать три случая: 1) Ядерный магнитный момент μ положителен, и нижний уровень F расщеплен на подуровни, т.е. $F > 0$, что имеет место для ионов с $I > 1/2$ (^{209}Bi). 2) μ положителен, и нижний уровень F не расщеплен на зеемановские подуровни, т.е. $F = 0$, что реализуется для ионов с $I = 1/2$ (^{207}Pb). 3) μ отрицателен, и уровень СТС с бóльшим значением F находится ниже уровня с меньшим F (^{235}U).

Процессы экспериментального применения метода двойного резонанса для этих трех случаев будут различными.

[1] D.F.A. Winters, M. Vogel, D.M. Segal, R.C. Thompson, and W. Nörtershäuser, *Can. J. Phys.* **85**, 403 (2007).

[2] W. Quint, D.L. Moskovkin, V.M. Shabaev, and M. Vogel, *Phys. Rev. A* **78**, 032517 (2008).