

УДК 539.184

**СВЕРХТОНКАЯ СТРУКТУРА СПЕКТРА ЭНЕРГИИ
МЕЗОМОЛЕКУЛЯРНЫХ ИОНОВ ВОДОРОДА**

© Сорокин В.В.

e-mail: wws63rus@yandex.ru

*Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва, г. Самара, Российская Федерация*

Исследование энергетических спектров мезомолекулярных ионов водорода имеет важное значение для мюонного катализа реакций ядерного синтеза [1]. Расчет тонкой и сверхтонкой структуры мезомолекулярных ионов, а также поправок КЭД более высокого порядка позволяет прогнозировать скорости реакций их образования и другие параметры μCF цикла.

Для вычисления энергетического спектра связанных состояний мезомолекулярных ионов водорода мы используем стохастический вариационный метод [2,3]. Пробная волновая функция мюонной молекулы в этом подходе имеет гауссову форму. Зная явный вид пробной функции, мы получили матричные элементы нормировки, кинетической и потенциальной энергии в аналитическом виде [3]. Также в аналитическом виде были получены матричные элементы от дельта-функции Дирака, необходимые для расчета сверхтонкой структуры спектра. Расчет сверхтонкой структуры выполняется в первом порядке теории возмущений с использованием полученной при численном расчете вариационной функции.

Для прямого численного расчета в системе MATLAB был написан компьютерный код для решения кулоновской задачи трех тел на основе уравнения Шредингера. За основу взята программа на Fortran из [2]. Матричные элементы нормировки, кинетической энергии и потенциальной энергии были вписаны в программу. Для вариационных параметров используется метод стохастической оптимизации. В результате были получены численные значения для сверхтонкой структуры спектра мезомолекулярных ионов водорода.

Полученные значения находятся в согласии с [4,5]. Наличие расхождения связано с меньшим размером базиса и необходимостью более тщательной процедуры оптимизации параметров. Стоит также отметить, что в наших расчетах мы используем двойную точность, в то время как в [5] используется четверная точность. Этот факт также дает вклад в расхождение результатов.

Благодарность

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 18-12-00128).***Библиографический список**

1. Gershtein, S.S. The size of the proton [Текст]/ S.S. Gershtein, Yu.V. Petrov, L.I. Ponomarev// *Sov. Phys. Usp.* – 1990. – Vol. 33. – P. 591-615.
2. Varga, K. Solution of few-body problems with the stochastic variational method I. Central forces with zero orbital momentum [Текст]/ K. Varga, Y. Suzuki// *Comp. Phys. Comm.* – 1997. – Vol. 106. –P. 157-168.
3. Eskin, A.V. Bound states of $d\mu$, $p\mu$ and $t\mu$ mesomolecules [Текст]/ A. V. Eskin, V. I. Korobov, A. P. Martynenko, V. V. Sorokin// *EPJ Web Conf.* – 2019. – Vol. 204. –P. 05006.
4. Frolov, A.M. Bound state spectra of three-body muonic molecular ions [Текст]/ A.M. Frolov, D.M. Wardlaw// *Eur. Phys. J. D.* – 2011. – Vol. 63. –P. 339-350.
5. Frolov, A.M. On the bound states in the muonic molecular ions [Текст]/ A.M. Frolov// *Eur. Phys. J. D.* – 2012. – Vol. 66. –P. 212-223.