

УДК 53.043

МОЛЕКУЛЯРНЫЙ ПАРАМЕТР ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЯДЕРНОГО АНАПОЛЬНОГО МОМЕНТА С ЭЛЕКТРОНАМИ В КАТИОНЕ $^{29}\text{Si}^{16}\text{O}^+$

Турченко П.Д. (СПбГУ, ПИЯФ)

Научный руководитель — кандидат физико-математических наук, доцент

Скрипников Л.В. (СПбГУ, ПИЯФ)

Введение. Ядерный анапольный момент — это электромагнитный момент [1], возникающий внутри атомных ядер с ненулевым спином в результате пространственно-нечётных взаимодействий. Его изучение способствует уточнению теории взаимодействий в ядрах атомов, нарушающих пространственную инвариантность. К настоящему моменту эксперименты по определению анапольного момента были поставлены на атоме ^{133}Cs [2] и на молекуле $^{138}\text{Ba}^{19}\text{F}$ (получено ограничение анаполя в ядре ^{19}F) [3], также ряд экспериментов находится на стадии планирования [4—6]. Анапольный момент удобно искать в двухатомных молекулах в связи с наличием в них близких по энергии вращательных уровней противоположной чётности [7,8], что среди прочего повлияло на выбор катиона $^{29}\text{Si}^{16}\text{O}^+$ в качестве исследуемой системы в эксперименте [6].

Основная часть. В рамках полностью релятивистских подходов описания многоэлектронных систем решались следующие задачи:

- 1) Вычисление молекулярного параметра взаимодействия ядерного анапольного момента с электронами в катионе $^{29}\text{Si}^{16}\text{O}^+$, необходимого для интерпретации эксперимента [6].
- 2) Оценка погрешности вычисленного параметра, вытекающую из вариаций базисных наборов одноэлектронной волновой функции, числа и степени корреляции электронов.
- 3) Расчёт энергий перехода катиона $^{29}\text{Si}^{16}\text{O}^+$ в возбуждённые состояния и вычисление спектроскопических констант, необходимых для постановки экспериментов по лазерному охлаждению этой молекулы.

Выводы. Рассчитано значение молекулярного параметра взаимодействия ядерного анапольного момента с электронами в катионе $^{29}\text{Si}^{16}\text{O}^+$ и оценена его погрешность. Получены энергии перехода этого катиона в возбуждённые состояния и спектроскопические константы.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 19-72-10019-П и «Базис» 21-1-2-47-4.

Список использованных источников:

1. Ia. B. Zel'dovich, Electromagnetic Interaction with Parity Violation, Zh. Eksp. Teor. Fiz. 33, 1531—1533 (1958).
2. C. S. Wood et al., Measurement of Parity Nonconservation and an Anapole Moment in Cesium, Science, 275, 1759—1763 (1977).
3. D. DeMille et al., Using Molecules to Measure Nuclear Spin-Dependent Parity Violation, Phys. Rev. Lett. 100, 023003 (2018).
4. S. Aubin et al., Atomic Parity Non-Conservation: the Francium Anapole Project of the FrPNC Collaboration at TRIUMF, Hyperfine Interactions 214, 163—171 (2013).
5. N. Leefler et al., Towards a New Measurement of Parity Violation in Dysprosium, arXiv:1412.1245v1 (2014).
6. J. Karthein et al., Electroweak Nuclear Properties from Single Molecular Ions in a Penning Trap, arXiv:2310.11192 (2023).
7. O. P. Sushkov, V. V. Flambaum, Parity Breaking Effects in Diatomic Molecules, Zh. Eksp. Teor. Fiz. 75, 1208—1213 (1978).
8. V. V. Flambaum, I. B. Khriplovich, On the Enhancement of Parity Nonconserving Effects in Diatomic Molecules, Phys. Lett. 110A, 121—125 (1985).