

Лабораторные молекулярные эксперименты по поиску вариации фундаментальных констант

М. Г. Козлов

Петербургский Институт Ядерной Физики

Гипотезы о возможных вариациях в пространстве и во времени фундаментальных физических констант высказывались очень давно [1]. Однако, в последнее время интерес к экспериментальной проверке таких гипотез существенно возрос (см. обзор [2]). Во-первых, это связано с недавним обнаружением темной энергии, что существенно подняло статус теорий, которые предсказывают такие вариации. Во-вторых, исключительно быстрый прогресс экспериментальных методов привел к быстрому росту чувствительности лабораторных экспериментов и сделал их конкурентноспособными по сравнению с астрофизическими наблюдениями, где имеется возможность исследовать гораздо большие пространственно-временные интервалы.

В настоящее время все лабораторные эксперименты указывают на неизменность таких фундаментальных констант, как постоянная тонкой структуры $\alpha \equiv e^2/\hbar c$ и отношение масс электрона и протона $\mu \equiv m_e/m_p$. До самого последнего времени наиболее жесткие ограничения получались в экспериментах с использованием атомных часов [3]. Лишь совсем недавно появились сопоставимые по точности результаты молекулярных экспериментов [4]. В первую очередь это относится к ограничениям на вариацию отношения масс μ . Дело в том, что вращательно-колебательные спектры молекул имеют существенно большую чувствительность к вариации μ , чем оптические спектры атомов. Еще более высокую чувствительность к вариации μ могут иметь частоты переходов между компонентами Λ -дублетов и инверсионные переходы в таких молекулах, как аммиак [5]. Кроме этого, в молекулах могут существовать случайные вырождения уровней различной природы. В таких случаях может существенно усиливаться чувствительность как к вариации μ , так и к вариации α [6].

Сейчас происходит бурный прогресс в методах получения ультрахолодных молекул. Это должно существенно повысить точность молекулярных экспериментов. Соответственно, обсуждение возможных молекулярных экспериментов по поиску вариации фундаментальных постоянных представляется весьма своевременным.

[1] P. A. M. Dirac, Nature **139**, 323 (1937).

[2] V. V. Flambaum and M. G. Kozlov (2007), arXiv:0711.4536.

[3] T. Rosenband et al., Science p. 1154622 (2008).

[4] A. Shelkownikov, et al., Phys. Rev. Lett. **100**, 150801 (2008).

[5] J. van Veldhoven, et al., Eur. Phys. J. D **31**, 337 (2004).

[6] V. V. Flambaum and M. G. Kozlov, Phys. Rev. Lett. **99**, 150801 (2007).