

# Двухфотонная спектроскопия атома водорода и дейтерия и измерение сверхтонкого расщепления 2s состояния

Н.Н. Колачевский<sup>a,b</sup>, А.Н. Матвеев<sup>a,b</sup>, Я. Алнис<sup>b</sup>, К. Партей<sup>b</sup>, Т.В. Хэнш<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, Ленинский проспект 53, 119991 Москва, Россия

<sup>b</sup> Институт по квантовой оптике общества Макса Планка, Hans-Korfermann Str. 1, 85748 Garching, Germany

Успехи в области стабилизации лазеров, измерения оптических частот, а также лазерного охлаждения атомов открыли возможность сравнивать оптические частоты вплоть до 17 знака после запятой [1], что превысило точность реализации секунды (СИ) с помощью Cs фонтанов [2]. Кроме этого впечатляющего результата можно привести и ряд других примеров, когда оптические методы позволяют достичь более высокой точности, чем классические методы радиочастотной спектроскопии.

Нами разработан новый оптический метод измерения сверхтонкого расщепления 2S уровня  $f_{\text{hfs}}(2S)$  в атомном водороде и дейтерии [3], основывающийся на двухфотонной спектроскопии перехода 1S-2S. Интерес к величине обусловлен возможностью выполнять чувствительные тесты квантовой электродинамики, которые базируются на анализе специфической разности  $D_{21} = 8f_{\text{hfs}}(2S) - f_{\text{hfs}}(1S)$  [4].

В 2002-2004 гг. были выполнены измерения в атомах водорода и дейтерия, получены значения 177 556 860(16) Гц и 40 924 454(7) Гц (соответственно), погрешность которых оказалась в несколько раз ниже, чем у известных радиочастотных измерений. В 2008 г. была проведена серия измерений в атоме водорода с использованием нового сверхстабильного опорного лазерного источника. Ширина спектра данного источника составляла 0.5 Гц при том, что дрейф частоты находился на уровне 50 мГц/с [5]. Использование этой системы позволило снизить разброс данных и выполнить более тщательный анализ ряда систематических эффектов, дающих вклад в сдвиги частоты. В результате предварительного анализа получено значение 177 556 834.3(6.7) Гц, находящееся в прекрасном согласии с теоретическим предсказанием, основывающимся на вычислении разности  $D_{21}$ . Измерения в водороде и дейтерии позволяют проанализировать малые поправки КЭД, гармонично дополняя результаты анализа  $D_{21}$  для иона He<sup>+</sup>.

---

[1] T. Rosenband *et al.*, *Science* **319**, 1808 (2008).

[2] S. Bize *et al.*, *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys.* **38**, S44968 (2005).

[3] N. Kolachevsky *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **92**, 033003 (2004).

[4] S.G. Karshenboim, V.G. Ivanov, *Phys. Lett. B* **524**, 259 (2002).

[5] J. Alnis *et al.*, *Phys. Rev. A* **77**, 053809 (2008).