

THE COMPLETE $\alpha^8 m$ CONTRIBUTIONS TO THE $1s$ LAMB SHIFT IN HYDROGEN

S. G. Karshenboim^{1,2,3,*}, *A. Ozawa*², *V. A. Shelyuto*⁴,
*E. Yu. Korzinin*⁴, *R. Szafron*⁵, *V. G. Ivanov*³

¹ Ludwig-Maximilians-Universität, München, Germany

² Max-Planck-Institut für Quantenoptik, Garching, Germany

³ Pulkovo Observatory, St. Petersburg, Russia

⁴ Mendeleev Institute for Metrology, St. Petersburg, Russia

⁵ Brookhaven National Laboratory, Upton, NY, USA

Precision studies of simple atoms, such as hydrogen, play an essential role in tests of bound-state QED and determining fundamental constants, such as the Rydberg constant and the proton charge radius. One of the QED predictions is for the Lamb shift of hydrogenic energy levels and, in particular, of the ground state. The value of the $1s$ Lamb shift in hydrogen and deuterium is required for an accurate determination of the Rydberg constant and the proton charge radius utilizing high-resolution spectroscopy of hydrogen and deuterium atoms, as well as for precision tests of bound-state QED. The dominant QED contribution to the uncertainty is due to the $\alpha^8 m$ external-field contributions. We discuss here our recent results on the two- and three-loop contributions, which essentially reduce the theoretical uncertainty. Combined with recent calculations of Laporta on the slope of the Dirac form factor in the three-loop level, our results allow for completion of calculations of $\alpha^8 m$ contributions to the Lamb shift of the ground state in the hydrogen atom.

Прецизионные исследования простых атомов, таких как водород, играют ключевую роль в экспериментах по проверке связанного состояния КЭД и определению фундаментальных констант, таких как постоянная Ридберга и радиус заряда протона. Одно из предсказаний КЭД относится к лэмбовскому сдвигу уровней энергии водорода и, в частности, основного состояния. Знание значения $1s$ лэмбовского сдвига в водороде и дейтерии необходимо для точного определения постоянной Ридберга и радиуса заряда протона с помощью спектроскопии высокого разрешения атомов водорода и дейтерия, а также для прецизионных тестов связанного состояния КЭД. Доминантный вклад КЭД в неопределенность происходит из вкладов $\alpha^8 m$ внешних полей. Обсуждаются недавние результаты исследований двух- и трехпетлевых вкладов, которые существенно снижают теоретическую неопределенность. В комбинации с недавними расчетами Лапорта наклона фактора Дирака на трехпетлевом уровне полученные результаты позволяют закончить вычисления $\alpha^8 m$ -вкладов в лэмбовский сдвиг основного состояния атома водорода.

PACS: 31.30.jr; 06.20.Jr

* E-mail: savely.karshenboim@mpq.mpg.de