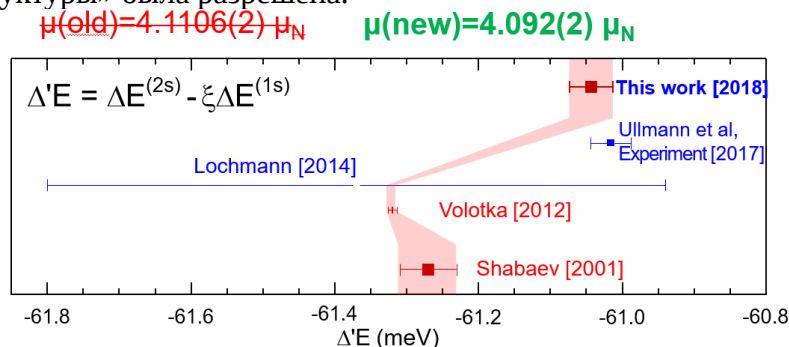


Physics World: Российские и немецкие физики разрешили «загадку сверхтонкой структуры»

Разрешена «загадка сверхтонкой структуры» ионов висмута. Об этом написало авторитетное издание [Physics World](#).

В 2001 году профессор СПбГУ В.М. Шабаев и сотрудники кафедры квантовой механики СПбГУ предложили эксперименты по проверке пределов применимости квантовой электродинамики в уникальной комбинации наиболее сильных электрического и магнитного полей [V.M. Shabaev et al., Phys. Rev. Lett. 86, 3959 (2001)]. Принципиальная идея состояла в том, чтобы исключить погрешность в расчетах сверхтонкого расщепления (сверхтонкое расщепление вызвано взаимодействием магнитного момента ядра с электронами), обусловленную плохо известным распределением магнитного момента по ядру. Для этого предлагалось рассматривать специальную разность сверхтонких расщеплений в водородоподобном и литиеподобном тяжелых ионах. Эксперименты проводили немецкие исследователи на ионах ^{209}Bi . В 2017 году им удалось добиться нужного уровня точности, чтобы проверить предсказания теории (J. Ullmann et al., [Nature Communications 8, 15484 \(2017\)](#)). Однако результаты выполненного эксперимента очень сильно разошлись с теоретическими предсказаниями. Это расхождение получило название «загадки сверхтонкой структуры» («hyperfine puzzle»).

В данной работе было дано объяснение этому расхождению. Дело оказалось в значении магнитного момента ядра изотопа ^{209}Bi . В справочной литературе значение этой, одной из наиболее важных характеристик ядра считалось известным с очень высокой точностью, однако было решено его перепроверить. Для нахождения магнитных моментов необходимо выполнить эксперимент по ядерному магнитному резонансу на молекуле, содержащей нужный элемент, и интерпретировать его. В ходе исследований выяснилось, что молекула нитрата висмута — именно она изучалась ранее для нахождения магнитного момента ядра ^{209}Bi — является не самой оптимальной. Сотрудниками квантовой механики (Л.В. Скрипников, В.М. Шабаев) было предложено выполнить эксперимент на другой молекуле (анионе) — BiF_6^- . В имевшихся данных для этой системы были найдены определённые противоречия. Новый эксперимент был выполнен немецкими учёными во главе с профессором Вильфридом Нётерхаузером ([Технический университет Дармштадта](#)). Для его интерпретации российской стороной была разработана специальная теория описания электронной структуры молекул, содержащих тяжёлые элементы. Она позволила учесть очень важные вклады молекулярного окружения в константу экранирования ^{209}Bi , которые не учитывались в предыдущих работах. В результате совместных усилий исследователям удалось получить новое значение для магнитного момента ядра ^{209}Bi . Расчёты специальной разности сверхтонких расщеплений с новым значением магнитного момента ядра дали теоретическое значение, которое в пределах погрешности совпадает с экспериментальным значением. Таким образом «загадка сверхтонкой структуры» была разрешена.



Полная ссылка: L.V. Skripnikov, S. Schmidt, J. Ullmann, C. Geppert, F. Kraus, B. Kresse, W. Nortershauser, A.F. Privalov, B. Scheibe, V.M. Shabaev, M. Vogel, A.V. Volotka, Phys. Rev. Lett., 120, 093001 (2018); doi: 10.1103/PhysRevLett.120.093001.

Авторы: Л.В. Скрипников, В.М. Шабаев (кафедра квантовой механики СПбГУ) и учёные из Германии.