

Отзыв
на диссертацию О.Ю. Андреева
«Квантовоэлектродинамическая теория контура спектральной линии и её
приложения к изучению атомных систем»,
представленную на соискание ученой степени доктора физико-математических наук.

Диссертация О.Ю. Андреева посвящена квантовоэлектродинамической (КЭД) теории многозарядных ионов (МЗИ). Эта теория начала развиваться с 70-х годов прошлого столетия одновременно с развитием экспериментальной физики МЗИ. В настоящее время вся таблица Менделеева существует в виде голых ядер, H-подобных, He-подобных и т. д. ионов. Теория таких ионов при больших значениях заряда ядра Z должна быть сугубо релятивистской и учитывать КЭД эффекты. Эта теория оказывается сложнее чем нерелятивистская, поскольку невозможно построить многоэлектронное уравнение типа уравнения Шредингера и приходится искать иные подходы.

Первый такой подход был основан на применении адиабатической S-матрицы Гелл-Манна-Лоу-Сьючера с экспоненциальным включением взаимодействия. Этот метод позволяет вычислить любые поправки к энергии. А также вероятности переходов. Но переход к адиабатическому пределу. Дающему окончательный результат, является математически слишком сложным. То же самое можно сказать и о других вариантах такого подхода, использующих другие функции включения (А.Н. Васильев).

Вторым предложенным подходом был метод квантовых функций Грина (М.А. Браун). Другой вариант этого метода с использованием двухвременной функции Грина был разработан В.М. Шабаевым. Последним методом к настоящему времени произведено наибольшее число расчетов МЗИ. Технически похожий метод на основе оператора эволюции развивался позднее шведской группой теоретиков во главе с И. Линдгреном.

Третий (и последний) общий КЭД подход к теории МЗИ был разработан О.Ю. Андреевым на основе метода контура линии (МКЛ). Здесь имеется в виду контур спектральной линии. По сложности этот метод примерно эквивалентен методу функции Грина, но обладает следующими особенностями. В этом методе поправки к энергии вычисляются как сдвиги резонанса при рассеянии на атоме, например, фотонов. В резонансном приближении эти сдвиги не зависят от того. Какой именно резонансный процесс рассматривается — возбуждение атома (иона) фотоном, электроном. Другим атомом и т.д. Если же учитывать нерезонансные (НР) поправки. То контур спектральной линии становится асимметричным и невозможно однозначно определить частоту перехода. Когда НР поправки велики (т. е. Вообще не поправки), понятие уровня энергии для возбужденных состояний теряет смысл (начинает зависеть от способа возбуждения). Тогда уровни энергии не являются наблюдаемыми, наблюдаемой величиной является только контур спектральной линии.

До сих пор во всех экспериментах НР поправки были чрезвычайно малы. Впервые в прошлом году было замечено. Что НР поправки могут объяснять различие в определении зарядового радиуса протона из экспериментов в обычном и мюонном атомах водорода. В этом смысле МКЛ обладает тем преимуществом. Что он естественным образом может учитывать НР поправки (хотя в принципе эти поправки могут быть учтены и в рамках любого другого КЭД подхода).

В диссертации О.Ю. Андреева МКЛ применяется к расчетам уровней энергии, вероятностей переходов в МЗИ, а также к расчетам процессов взаимодействия МЗИ с электронами. Последнее особенно важно, поскольку процессы рассеяния, рекомбинации. Ионизации МЗИ электронами. А также нейтральными атомами в последнее время весьма интенсивно исследуются в экспериментах в Германии и в Китае.

Заключая, можно сказать. Что О.Ю. Андреев разработал новое, перспективное направление в КЭД теории МЗИ, применил его к важным и интересным процессам и получил результаты, необходимые для теоретического объяснения целого ряда экспериментов. Такая работа несомненно соответствует докторскому уровню. А О.Ю. Андреев заслуживает степени доктора физико-математических наук.

Научный консультант, д.ф.-м.н., профессор Л.Н. Лабзовский

ПОДПИСЬ РУКИ

Л. Н. Лабзовского

ЗАВЕРЯЮ. ВЕДУЩИЙ СПЕЦИАЛИСТ
ОТДЕЛА КАДРОВ

Н. В. Сафронова

05.02.2018

Н. В. САФРОНОВА



ВЕДУЩИЙ СПЕЦ-Т
ПО КАДРАМ
Н. В. САФРОНОВА