Модель ионизационно-рекомбинационного баланса в сильно-неидеальной ридберговской плазме

Ю.В. Думин

МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, РФ, dumin@yahoo.com
ИКИ РАН, Москва, РФ

Ультрахолодная ридберговская плазма представляет собой новый тип сильно-неидеальных кулоновских систем, исследования которого стали активно осуществляться в последние 15 лет. В частности, в одном из наиболее тщательно проведенных недавних экспериментов [1] удалось проследить как спонтанную лавинообразную ионизацию ридберговского газа, так и последующий быстрый распад образовавшейся плазмы в процессе расширения газового облака.

Вышеупомянутая стадия ионизации хорошо описывается уравнениями кинетики, в которых учитываются ридберговская блокада, чернотельная фотоионизация и ионизующие столкновения электронов с атомами. С другой стороны, имеет место значительное расхождение между теоретическим описанием стадии распада и ее экспериментально наблюдаемой динамикой [2].

Цель настоящего доклада – показать, что интерпретация распада плазмы в терминах индивидуальных процессов рекомбинации может оказаться неадекватной в случае сильной кулоновской неидеальности, когда заряженные частицы непрерывно испытывают множественные взаимодействия друг с другом. Возможной альтернативой такому подходу является теоретическая модель [3], которая была первоначально разработана для описания искусственных выбросов плазмы с космических аппаратов, однако по-видимому хорошо применима также и в лабораторных условиях.

В этой модели рассматривается движение каждого электрона в потенциальной яме, сформированной ближайшим ионом; а малые возмущения со стороны остальных частиц учитываются, как эффект термостата с эффективной температурой, определяемой условием “вириализации” энергии всех заряженных частиц плазмы [4]. В таком случае, низкоэнергетическая часть одночастичной функции распределения соответствует электронам в составе ридберговских атомов, а высокоэнергетическая – свободным электронам, которые могут перескакивать между потенциальными ямами. Как вытекает из расчетов, проведенных в рамках данной модели, количество свободных электронов быстро убывает (а ридберговских атомов, соответственно, возрастает) по мере расширения газового облака, что хорошо соответствует стадии распада плазмы, наблюдавшейся в эксперименте [1].

Литература

1. Robert-de-Saint-Vincent M., Hofmann C.S., Schempp H., *et al.*, Phys. Rev. Lett., 2013, v. 110, p. 045004.
2. Whitlock S., Gavryusev V., 2013, частное сообщение.
3. Dumin Yu.V., J. Low Temp. Phys., 2000, v. 119, p. 377.
4. Думин Ю.В., Физика плазмы, 2011, т. 37, с. 919.