

КИНЕТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В УЛЬТРАХОЛОДНОЙ РИДБЕРГОВСКОЙ ПЛАЗМЕ

А.А. Бобров, С.Я. Бронин, Б.Б. Зеленер, Б.В. Зеленер^{*}, Э.А. Маныкин^{**}, Д.Р. Хихлуха^{***}

^{*} Объединенный Институт Высоких Температур РАН

^{**} Российский Научный Центр «Курчатовский Институт»

^{***} Национальный Исследовательский Ядерный Университет «МИФИ»

Учет влияния кулоновского взаимодействия между частицами на эволюцию плазмы рассматривается достаточно давно в большом количестве как экспериментальных так и теоретических работ. При этом традиционно рассматривается неравновесная низкотемпературная плазма с температурой электронов T_e больше нескольких тысяч градусов. Существующие экспериментальные данные по эволюции такой плазмы соответствуют значениям параметра неидеальности $\gamma_e < 0.2$. Результатами таких исследований становились, как правило, данные о функции распределения, коэффициенте рекомбинации и коэффициенте диффузии электронов в энергетическом пространстве.

Однако, интерес к вопросу о влиянии взаимодействия между частицами на эволюцию плазмы значительно вырос, когда в 1999 году были опубликованы результаты экспериментов, в которых была получена неравновесная ультрахолодная плазма Xe при начальных температурах электронов $T_e = 1 - 30 K$ и плотностях $n_e = 10^9 - 10^{10} \text{ см}^{-3}$. Параметр неидеальности при таких начальных условиях может достигать значения 23, хотя электроны при этом остаются невырожденными.

В представленной работе рассматривается функции распределения и коэффициент диффузии электронов в неидеальной ультрахолодной плазме в широкой области энергии, включающей и область многочастичных столкновений, и область дискретных ридберговских состояний. Расчеты велись с одной стороны методами молекулярной динамики, позволяющими рассчитать функцию распределения свободных и слабосвязанных электронов. С другой стороны решение кинетических уравнений баланса позволяет определить функцию распределения по энергиям электронов на глубоких уровнях. Этот подход позволил лучше исследовать процесс рекомбинации и показать, что при $\gamma_e \sim 1$ рекомбинация существенно замедляется по сравнению с имевшимися ранее представлениями. Также удалось установить взаимную согласованность обоих методов при расчете функции распределения в области энергий, где можно пренебречь многочастичными взаимодействиями.