электронное желе в плазменном флюиде паров металлов и инертных газов

Хомкин А.Л., Шумихин А.С.

Объединённый институт высоких температур РАН, Москва, Россия, alhomkin@mail.ru

При ударно-волновом сжатии конденсированных инертных газов зафиксирован скачкообразный (в зависимости от плотности) рост проводимости. Он экспериментально продемонстрирован в Ar, Xe, Kr [1]. При сжатии инертных газов, первоначально находящихся в газовом состоянии зафиксирована высокая проводимость, но слабо зависящая от плотности. Использование представления об электронном желе позволило успешно описать эксперименты, выполненные в плотных парах металлов, при электровзрыве проволочек и фольг с использованием модели «3+» [2]. Цель настоящей работы – применить ранее предложенную модель «3+» к расчету проводимости плотной плазмы инертных газов с учетом их специфики. Инертные газы принципиально отличаются от паров металлов. В газовом состоянии они диэлектрики и остаются таковыми при охлаждении и сжатии вплоть до жидкого и твердого состояний. Коллективная энергия связи согласно теории Леннард-Джонса-Девоншира формируется за счет попарно-аддитивного взаимодействия пробного атома с его ближайшим окружением из первых координационных сфер. Использование потенциала Леннард-Джонса для расчета энергии связи приводит к разумным результатам в рамках классической статистической физики [3]. Использование предложенной нами в [2] методики расчета плотности электронного желе приводит к его появлению и при сжатии инертных газов. Однако, возникающее при этом желе следует считать диэлектрическим, поскольку оно возникает из полностью заполненной электронной оболочки. Непосредственный вклад в проводимость и в коллективную энергию связи атомов при этом электроны желе не дают. Возникающее в инертных газах желе образовано из хвостов электронной плотности связанных состояний и его положение на энергетической оси непосредственно примыкает к основному уровню. В работе предлагается рассмотреть новый, необычный для физики плазмы эффект, связанный с уширением основного уровня атома за счет образования электронного желе в уравнении ионизационного равновесия. Появление такого уширения будет облегчать термическую ионизацию, приближая энергию основного состояния связанного электрона к континууму, действуя как своего рода снижение потенциала ионизации, но с другой стороны энергетической шкалы. С учетом этого эффекта рассчитаны состав и проводимость плотных, ионизованных паров инертных газов. Установлено, что учет уширения основного состояния, вызванного появлением желе, приводит к количественному согласию с экспериментальными данными. Можно говорить о полупроводниковом характере проводимости.

Литература

1. Фортов В.Е., Терновой В.Я., Жерноклетов М.В. и др. ЖЭТФ, 2003, 124, 288.
2. Хомкин А.Л., Шумихин А.С. ЖЭТФ, 2017, 152, 1393.
3. Фортов В.Е., Храпак А.Г., Якубов И.Т. Физика неидеальной плазмы. Москва: Физматлит, 2010.