

Флуктуации давления в неидеальной плазме: предвестник плазменного фазового перехода

Ланкин А.В., Норман Г.Э., Саитов И.М.

ОИВТ РАН, МФТИ

Предположение о плазменном фазовом переходе (ПФП) было выдвинуто в [1,2] по аналогии с уравнением ван-дер-Ваальса, в котором фазовый переход первого рода возникает в результате конкуренции дальнедействующего притяжения и короткодействующего отталкивания. Кулоновское взаимодействие между зарядами является дальнедействующим и, в силу поляризации их расположения в плазме, имеет в целом характер притяжения. Эффективное отталкивание на малых расстояниях возникает даже между электроном и протоном из-за квантовых эффектов. В отличие от неидеального газа, в низкотемпературной плазме присутствуют возбужденные атомы. Ограничение дискретного спектра в статистической сумме атома зависит от концентрации зарядов. Грязнов и Иосилевский [3,4] обратили внимание на то, что эта зависимость приводит к появлению в уравнении состояния нового слагаемого, имеющего характер эффективного отталкивания. Этот фактор может повлиять и на ПФП.

В [3,4] использовалась химическая модель плазмы. Более последовательным представляется применить флуктуационный подход [5], позволяющий производить самосогласованное совместное описание слабо связанных и свободных электронных состояний без их разделения. Используется метод молекулярной динамики. В качестве потенциала взаимодействия электронов и ионов выбирается кулоновский, обрезанный на глубине, не зависящей от концентрации и температуры частиц. При анализе флуктуаций давления была обнаружена область параметров однократно ионизованной неидеальной плазмы, в которой функция распределения давления может быть довольно точно описана суперпозицией двух нормальных распределений. Следует заметить, что данная область параметров находится вне области действия вышеупомянутого стабилизирующего фактора. Таким образом, полученный результат может служить косвенным указанием на существование двухфазной области в этом диапазоне параметров плазмы.

[1] Г.Э. Норман, А.Н. Старостин ТВТ. **6**, 410 (1968)

[2] Г.Э. Норман, А.Н. Старостин. ТВТ Т. **8**, 413 (1970)

[3] В. К. Грязнов, И. Л. Иосилевский, В. Е. Фортов, Энциклопедия низкотемпературной плазмы. Серия Б. Том III-I (под ред. Фортова В. Е.) (Физматлит, Москва, 2004)

[4] А.С. Каклюгин, Г.Э. Норман, Энциклопедия низкотемпературной плазмы. Серия Б. Том III-I (под ред. Фортова В. Е.) (Физматлит, Москва, 2004)

[5] A. V. Lankin, G. E. Norman, J. Phys. A: Mathematical and Theoretical **42**, 214032 (2009)