

МОДЕЛЬ ЯЧЕЕК ВИГНЕРА–ЗЕЙТЦА И ДАВЛЕНИЕ В ОГРАНИЧЕННОЙ ОДНОКОМПОНЕНТНОЙ ПЛАЗМЕ

Жуховицкий Д.И.

ОИВТ РАН, Москва, Россия

dmr@ihed.ras.ru

Систему массивных заряженных частиц на компенсирующем однородном фоне называют однокомпонентной плазмой (ОКП). Если эта система ограничена сферой, то образуется ограниченная однокомпонентная плазма или кулоновский кластер, состояние которой определяется не только кулоновским параметром неидеальности Γ , но и числом частиц N . Кулоновские кластеры наиболее широко изучены как теоретически, так и экспериментально в таких областях, как пылевая плазма, удержание холодных ионов и др. Установлено, что такая система имеет существенно более сложную структуру, чем неограниченная ОКП, а именно, при $\Gamma \gg 1$, кулоновский кластер представляет собой систему вложенных друг в друга сферических оболочек с частицей в центре кластера или без нее, в зависимости от N . В работе [1] было продемонстрировано, что оценка Γ на основе ячеечной модели Вигнера–Зейтца очень хорошо согласуется с результатами молекулярно-динамического моделирования системы, что указывает на хорошую применимость этой модели. В данной работе оценено давление в кулоновском кластере при высоких Γ , когда ячеечная модель наиболее хорошо применима. Поскольку в ОКП давление компенсирующего фона не определено, можно оценить вклад только точечных зарядов. Ячеечная модель сводит задачу многих тел к одночастичной, что позволяет оценить вириал и сделать вывод о том, что давление равно нулю. Предложено обобщение ячеечной модели, учитывающее корреляцию положений соседних частиц, приводящую к колебаниям центра ячейки. Малым параметром при этом является отношение стандартных отклонений колебаний центра ячейки и частицы в ячейке, или коэффициент межчастичной корреляции κ . Показано, что в первом приближении коэффициент сжимаемости точечных зарядов равен κ^2 . Таким образом, давление в сильнонеидеальном кулоновском кластере положительно и мало.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 20-12-00365).

-
1. Shpil'ko E. S., Zhukhovitskii D. I. // Plasma Phys. Rep. 2023. V. 49. No. 10. P. 1207.