

А.И. Чугунов (4 курс, каф. КИ), Д.Г. Яковлев, д.ф.-м.н., проф. (ФТИ им.Иоффе)

ПАРНАЯ КОРРЕЛЯЦИОННАЯ ФУНКЦИЯ ИОНОВ КУЛОНОВСКОГО КРИСТАЛЛА

Сверхплотные космические объекты — нейтронные звёзды и белые карлики — позволяют получить уникальные сведения о структуре вещества, находящегося в экстремальных физических условиях (сверхвысокие плотности, температуры, магнитные поля). Для интерпретации наблюдательных данных об этих звёздах необходимо теоретическое моделирование свойств такого вещества. В данной работе рассмотрена внешняя кора нейтронной звезды (плотность $\rho \leq 4 \cdot 10^{11}$ г·см⁻³), вещество которой состоит из электронов и атомных ядер. Благодаря высокой плотности, электроны сильно вырождены, а их энергия Ферми многократно превышает энергию взаимодействия электронов с ядрами. Поэтому электроны образуют слабо поляризуемый фон отрицательного заряда. Если пренебречь электронным экранированием и квантованием движения ионов, то состояние системы ионы+фон характеризуется единственным параметром $\Gamma = Z^2 e^2 / aT$ [$Z|e|$ и n - заряд и концентрация ионов, $a = (3/4\pi n)^{1/3}$]. При $\Gamma > \Gamma_m \approx 175$ ионы образуют кристалл, при $1 < \Gamma < \Gamma_m$ - сильно неидеальную жидкость, а при $\Gamma \ll 1$ - больцмановский газ. В квантовом пределе ($T \ll \hbar\omega_p$, ω_p - плазменная частота) тепловые колебания несущественны и состояние системы ионы+фон определяется другим параметром - $\Gamma_q = Z^2 e^2 / a\hbar\omega_p$. Во внешней коре нейтронной звезды преобладает кристаллическая фаза.

В докладе рассмотрен приближённый метод вычисления парной корреляционной функции, основанный на гармоническом приближении. Этот метод применим при существенных нулевых колебаниях, где классический метод Монте-Карло использовать нельзя.

Показано наличие эффекта “замораживания” парной корреляционной функции при температурах меньших $T_p = \hbar\omega_p$, т.е. при температурах, меньших $0.1T_p$, $g(r)$ перестаёт зависеть от температуры, т.к. вся структура определяется нулевыми колебаниями. С ростом температуры происходит уменьшение высоты пиков и увеличение их ширины, обусловленное увеличением среднеквадратичного отклонения ионов от узлов решётки. Увеличение параметра Γ_q (т.е. уменьшение плотности) приводит, при фиксированном θ , к уменьшению среднеквадратичного отклонения (в долях a) и, следовательно, росту высоты и уменьшению ширины корреляционных пиков. В классическом пределе ($T \gg \hbar\omega_p$) результаты хорошо совпадают с расчётами методом Монте-Карло.