

УДК 524.5

А.И. Чугунов, (3 курс, каф. КИ), Д.Г. Яковлев, д. ф.- м. н., проф.

РАСЧЕТ АНГАРМОНИЧЕСКОЙ ПОПРАВКИ К ЭНЕРГИИ КУЛОНОВСКОГО КРИСТАЛЛА В КОРЕ НЕЙТРОННОЙ ЗВЕЗДЫ

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/см³), 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 $\Gamma \ll 1$ - бoльцмановский газ. Во внешней коре нейтронной звезды преобладает кристаллическая фаза.

В работе рассмотрен приближённый метод расчёта ангармонических поправок к энергии кристалла ионов, основанный на точном вычислении парной корреляционной функции в гармоническом приближении с последующим интегрированием этой функции с парной энергией взаимодействия ионов.

Показано, что для объёмно-центрированной кубической решётки первая ангармоническая поправка, полученная приближённым методом, прекрасно согласуется с точным значением этой поправки. Кроме того, отмечено, что в данной модели могут быть естественным образом учтены квантовые поправки, связанные с нулевыми колебаниями ионов.