

Уравнение состояния холодного вещества выше точки образования нейтронных капель

8.1. ВВЕДЕНИЕ

В этой главе мы завершим начатый в гл. 2 анализ уравнения состояния холодного плотного вещества. Здесь будут рассмотрены свойства конденсированного вещества при плотностях, превышающих $\rho_{\text{drip}} \approx 4,3 \cdot 10^{11}$ г/см³, при которых образуются нейтронные капли¹⁾. Именно такие высокие плотности, $\rho \geq \rho_{\text{drip}}$, существуют в недрах нейтронных звезд.

Нам придется ограничиться введением в существо вопроса, так как полное обсуждение потребовало бы привлечения всего аппарата квантовой теории многих тел. Тем не менее мы сможем обсудить большинство наиболее важных физических принципов и пояснить их таким же образом, как это было сделано в гл. 2 при анализе уравнения состояния при более низких плотностях, $\rho \leq \rho_{\text{drip}}$.

Вывод уравнения состояния при $\rho \geq \rho_{\text{drip}}$ будет состоять из двух частей. В первой части (разд. 8.2) мы рассмотрим область промежуточных плотностей, от ρ_{drip} до ядерной плотности $\rho_{\text{nuc}} = 2,8 \cdot 10^{14}$ г/см³, при которой ядра начинают распадаться и сливаться. В этой области мы достаточно хорошо понимаем свойства плотного вещества и соответствующее уравнение состояния. Во второй части нашего изложения мы обращаемся к высоким плотностям, $\rho > \rho_{\text{nuc}}$, при которых физические свойства материи еще плохо известны. Основная часть этой главы (разд. 8.3—8.14) будет посвящена обсуждению этой области высоких плотностей.

С самого начала следует иметь в виду, что, несмотря на значительный прогресс, достигнутый за последние годы, наши представления о конденсированном веществе (их сводка дана в резюме 8.1) далеко не полны, особенно выше ρ_{nuc} . Правильная форма ядерного потенциала пока неизвестна. Более того, даже если бы этот потенциал был установлен, предстояло бы еще построить достаточно удовлетворительный метод, позволяющий проводить вычисления на основе многочастичного уравнения Шредингера. Кроме того, почти совсем нет лабораторных данных о конденсированном веществе при плотностях, превышающих ядерную. Поскольку предполагаемые свойства нейтронных звезд оказываются чувствительными к принятому уравнению состояния²⁾, возможно, что тщательные наблюдения за нейтронными звездами позволят выполнить наилучшие, хотя и косвенные измерения свойств материи при сверхвысоких плотностях.

¹⁾ См. раздел 2.7.

²⁾ Эти свойства обсуждаются в гл. 9—11.