

УДК 524.354.6

А.И.Чугунов (6 курс, каф. КИ), Д.Г.Яковлев, д.ф.-м.н., проф.

СДВИГОВАЯ ВЯЗКОСТЬ И КОЛЕБАНИЯ ВО ВНЕШНЕЙ КОРЕ НЕЙТРОННОЙ ЗВЕЗДЫ

Физические свойства вещества коры нейтронной звезды сложны (определяются кулоновским и ядерным взаимодействием частиц), зачастую не могут быть воспроизведены в лаборатории, но могут быть рассчитаны теоретически. Знание свойств такого вещества необходимо для построения моделей белых карликов и нейтронных звезд, а также для моделирования их эволюции и различных процессов в указанных объектах.

Данную работу можно разделить на две части. Целью первой части было исследование вязкости плотного вещества ядер белых карликов и внешних оболочек нейтронных звезд. Во второй части изучались колебания нейтронных звезд, локализованные во внешней коре.

Сдвиговая вязкость в коре нейтронной звезды определяется, в основном, рассеянием электронов на фонах в кристалле атомных ядер. Вычисление вязкости производилось с использованием формализма, предложенного в [1] для расчёта электропроводности и теплопроводности. Для вычисления вязкости необходимо корректно описать рассеяние электронов на фонах и учесть квазиупорядочивание в кулоновской жидкости, особенно важное вблизи точки плавления (см., например, [1]). Сдвиговая вязкость была рассчитана в диапазоне плотностей ρ от 10^6 г/см³ до плотности нейтронизации $\rho_d \approx 4.3 \cdot 10^{11}$ г/см³ и температур T от 10^6 К до 10^9 К. Результаты расчёта были аппроксимированы простым аналитическим выражением. Максимальная относительная ошибка аппроксимации логарифма вязкости составила 2,7% при среднеквадратичной ошибке 1,4%.

При рассмотрении колебаний невращающейся нейтронной звезды, локализованных во внешней коре (т.е. при плотностях меньших плотности нейтронизации), можно использовать обычные уравнения гидродинамики в приближении плоского слоя (см., например, [2]), с ускорением свободного падения g , вычисленным с учётом эффектов общей теории относительности. При политропном уравнении состояния ($p = k\rho^\gamma$, где γ – показатель адиабаты) получено аналитическое решение для частот и собственных мод (профили скорости, а также возмущений давления и плотности) колебаний. Для внешней коры нейтронной звезды хорошим приближением уравнения состояния вещества является политропа с индексом $n = 1/(\gamma - 1) = 3$, соответствующая ультрарелятивистскому вырожденному электронному газу.

Рассчитано характерное время вязкого затухания колебаний τ . Например, для нейтронной звезды с массой $M_{НЗ} = 1.4M_\odot$, радиусом $R_{НЗ} = 10^6$ см и характерной температурой внешней коры $T = 10^8$ К характерное время диссипации около 1 года, период колебаний $4 \cdot 10^{-5}$ с для моды с орбитальным моментом $l = 100$ без узлов по глубине.

Колебания, проникающие в более глубокие слои нейтронных звезд, как и поверхностные колебания белых карликов, могут быть исследованы аналогичным образом, что и является темой предстоящей работы.

ЛИТЕРАТУРА:

1. А.У. Potekhin, D.A. Baiko, P. Haensel, D.G. Yakovlev, *Astron.Astrophys.* 346, 345 (1999).
2. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц, *Гидродинамика*, Москва, ФИЗМАТЛИТ, 2001.