

Влияние самогравитирующего тороидального вихря на условие коллапса и устойчивость нейтронных звёзд (римэйк¹)

В.М.Конторович

Харьковский национальный университет имени В.Н.Каразина, Харьков, Украина

Радиоастрономический институт НАН Украины, Харьков, Украина

vkont@rian.kharkov.ua

Показана возможность существования устойчивой ветви в самогравитирующем вырожденном нейтронном газе при наличии тороидального вихря. Дополнительный интеграл движения приводит к появлению минимальной массы нейтронной звезды динамического происхождения. Достаточно узкий интервал между этой минимальной массой и массой Ландау-Чандрасекара образования черной дыры, по-видимому, способен объяснить наблюдаемый узкий спектр масс нейтронных звёзд

1 Введение

Дифференциальное вращение, которое на звёздах с конвективной зоной приводит к возникновению тороидального магнитного поля [1, 2], удобно описывать тороидальным потоком, который из-за влияния восходяще-нисходящих конвективных струй превращается в тороидальный вихрь [3, 4]. Наличие дополнительного интеграла движения – циркуляции скорости в вихре – существенно сказывается на условиях равновесия в собственном гравитационном поле звезды [5]. А именно, в случае вырожденного нейтронного вещества появляется устойчивая ветвь, ограниченная со стороны больших масс условием Ландау-Чандрасекара (Волкова-Оппенгеймера)[6, 7], а снизу – минимальной массой нейтронной звезды [8, 9, 10] динамического происхождения. При подходящих параметрах нейтронной звезды и вихря этот интервал устойчивых масс составляет величину порядка массы Солнца. Таким образом появляется возможность физического объяснения узости наблюдаемого спектра масс нейтронных звезд [11, 12].

Мы ограничимся здесь простейшим случаем вихревого кольца, наглядным образом которого могут служить дымовые кольца курильщиков [3, 4]. Эволюция таких самогравитирующих вихрей обладает рядом особенностей [5, 8], отличающих их как от диска, так и от сферы, и позволяющих достаточно эффективно (в предположении плотности, не зависящей от координат) использовать простые аналитические подходы и явно получать критерии устойчивости.

Трудности решения гидродинамической задачи в сжимаемом случае заставляют искать различные подходы и методы. Мы существенно используем гамильтоново описание движения частицы в самосогласованном поле вихря и различные способы получения дисперсионного уравнения при учете давления газа. Особое внимание уделяется случаю его вырождения, приводящего к необычным условиям устойчивости для релятивистского вырожденного нейтронного газа [8].

¹Заметим, что самогравитирующий тор является аттрактором, на который навиваются траектории пробных частиц, что видно также и из непосредственного рассмотрения условий равновесия [20].