

Моделирование дисковых галактикС.А. Эспиев¹, С.В. Пилипенко^{1,2}¹Московский физико-технический институт (государственный университет)²Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН

По современным данным, во Вселенной примерно в 5 раз больше темной материи по сравнению с обычной, «барионной» [1]. Темная материя, как считается, проявляет себя только с помощью гравитационного взаимодействия. Тем не менее, ее присутствие можно зарегистрировать изучая кривые вращения галактик, гравитационное линзирование и малые возмущения плотности, отпечатавшиеся в реликтовом излучении. Темная материя должна образовывать крупные и массивные гравитационно-связанные сгустки вокруг галактик – гало, причем чем меньше масса гало, тем они должны быть многочисленнее [2].

Одной из острых проблем космологии является несоответствие предсказываемого числа карликовых галактик-спутников у нашей Галактики с наблюдаемым [3]. Расчеты предсказывают также большое количество еще менее массивных гало, не способных удержать в себе газ и образовать звезды. Такие объекты должны населять гало нашей Галактики и других галактик, являясь их «темными спутниками». Глобальной целью данной работы является получение ограничений на количество таких спутников по их возможному влиянию на диски галактик, когда темные спутники пролетают сквозь него. Задача будет решаться путем численного моделирования данного процесса.

Чтобы приступить к решению данной задачи, сперва необходимо научиться создавать реалистичные диски галактик, и проверить адекватность выбранной численной схемы моделирования, определить количество пробных частиц, необходимых для моделирования. Для этого было решено попытаться воспроизвести хорошо известный теоретический результат: критерий Тумре устойчивости диска [4]. Результаты такой проверки и составляют предмет данного доклада.

В данной работе проведено численное моделирование галактического диска методом N-body. Количество тел — 5000. Метод расчета – прямое суммирование и схема «leap frog» для интегрирования уравнений движения. Начальные скорости — кеплеровские плюс радиальная дисперсия скоростей. Прослежена эволюция системы при различной дисперсии. Показано, что при достаточно большой дисперсии галактический диск устойчив, в соответствии с критерием устойчивости Тумре :

$$Q = \frac{\sigma k}{3.36G \Sigma} > 1$$

где Q — параметр Тумре, k — эпициклическая частота, σ — дисперсия скоростей, Σ — поверхностная плотность.

При малой дисперсии скоростей за время порядка одного оборота в диске образовались отдельные сгущения. С увеличением дисперсии скоростей диск становится менее подверженным распаду на сгустки.

Литература

1. Сажин М.В. Современная космология в популярном изложении. – М: Едиториал УРСС, 2002. – 240 с.
2. Barkana R., Loeb A. In the beginning: the first sources of light and the reionization of the Universe. – Physics Reports. – 2001. – N349. – P. 125-239.
3. Boylan-Kolchin M. [et al.] Milky way bright satellites as an apparent failure of LCDM. – Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. – 2012. – T. 422. – P. 1203-1218.
4. Toomre A. On the gravitational stability of a disk of stars. – Astrophysical Journal. – 1964. – T. 139. – P. 1217-1238.