

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. М.В. Ломоносова
Физический факультет
Кафедра физики частиц и космологии

ТЕМНАЯ МАТЕРИЯ ВО ВСЕЛЕННОЙ

Выполнил: Егоров В. О.,
Студент 2-ого курса д/о
Научный руководитель:
Главный научный сотрудник
Института ядерных исследований
И. И. Ткачев

Москва, 2012

Что такое «темная материя»?

Исследования движения материи – галактик и их скоплений - во Вселенной показали, что привычные модели не могут адекватно описать ее поведение. Расчеты позволяют сделать вывод, что остается неучтенной гравитационное действие огромной массы, в десятки раз превосходящей по величине массу всей видимой материи.

С целью объяснить этот феномен было введено понятие «темная материя» - вид материи, не испускающий электромагнитного излучения и не взаимодействующий с ним или обычной материей иначе, как гравитационно. Именно поэтому прямое ее наблюдение является непростой задачей.

Существует несколько версий происхождения темной материи. По одной, она состоит из зеркальной барионной материи (т.е. частиц, составленных из трех зеркальных кварков), которые слабо взаимодействуют электромагнитным образом, и потому пока не обнаружена при исследованиях. По другой – темная материя имеет небарионное происхождение и состоит из, например, стерильных нейтрино или суперсимметричных частиц.

В данной работе рассматриваются экспериментальные основания для предположения существования темной материи.

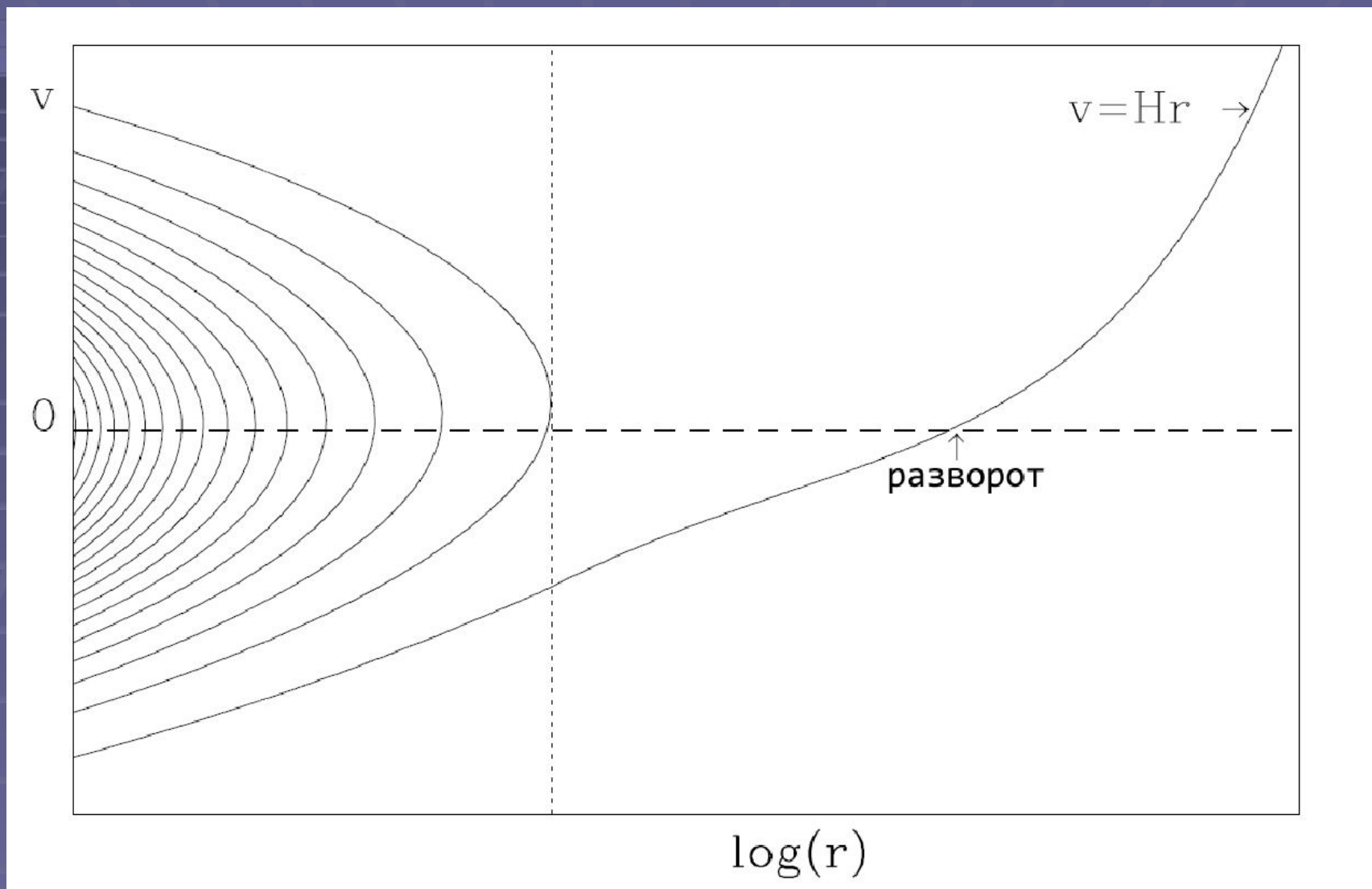
Модель.

Существование темной материи можно обосновать в ряде различных независимых подходов. Одним из них является расчет массы Млечного пути на основе движения карликовых галактик-спутников и сравнение результата с оценкой барионной массы Галактики.

Теоретические расчеты проводятся по так называемой сферической модели падения. Она базируется на четырех предположениях:

- 1) Темная материя не диссипативна.
- 2) Она имеет незначительную начальную дисперсию скоростей.
- 3) Гравитационный потенциал галактики сферически симметричен и обуславливается в основном присутствием темной материей.
- 4) Частицы темной материи двигаются по радиальным орбитам через центр галактики.

Распределение темной материи в фазовом пространстве будет выглядеть следующим образом.



Поместим начало координат в центр масс системы. Рассмотрим радиально движущуюся частицу, а лучше целую оболочку частиц, находящихся на расстоянии r . В соответствии с моделью, ее движение описывается уравнением:

$$\frac{1}{2} \dot{r}^2 - \frac{GM}{r} = -E$$

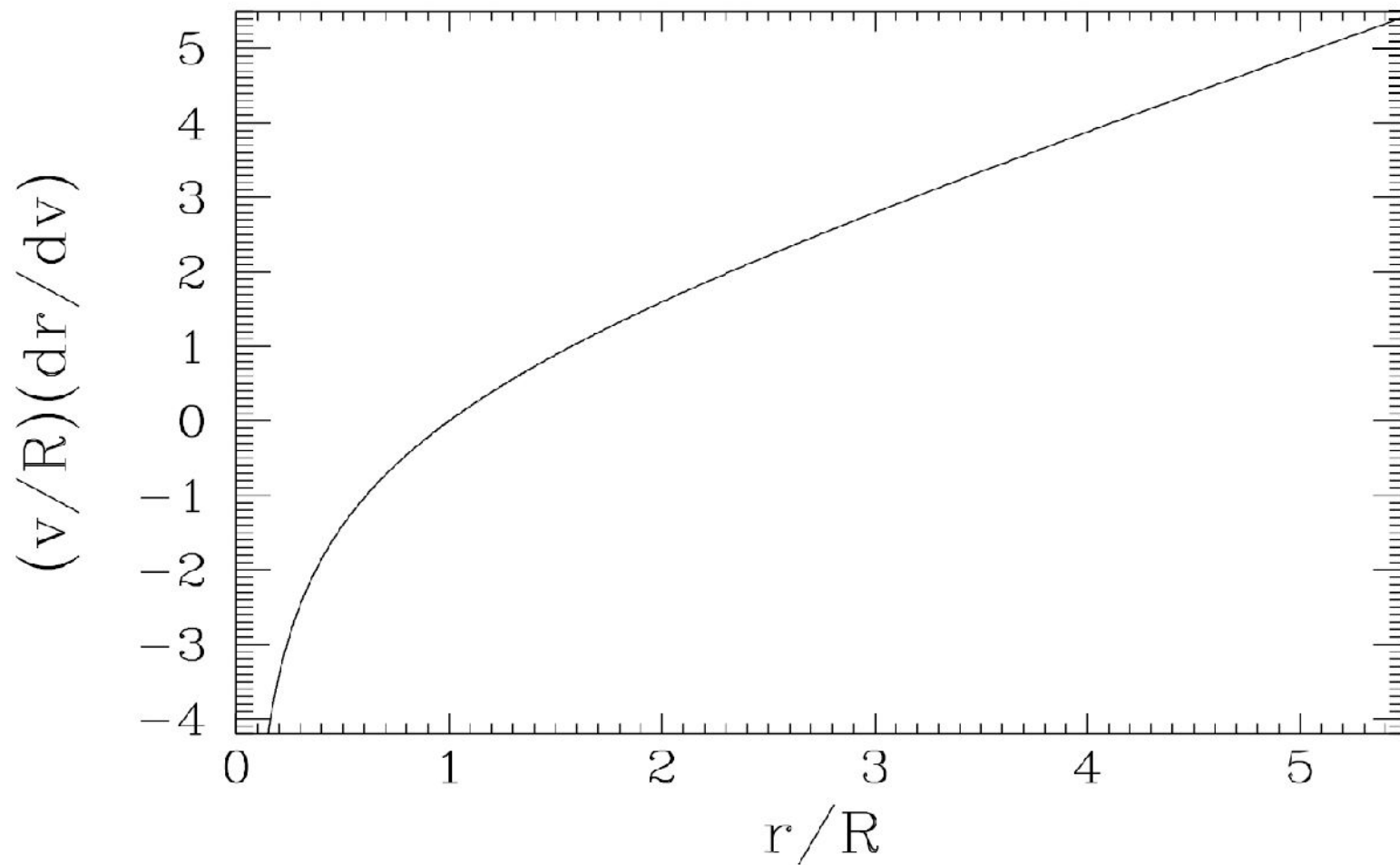
Так будет до тех пор, пока оболочки не начнут пересекаться. В этом случае движение начинает зависеть от массы внутри данной оболочки и становится сложно для описания.

До момента пересечения оболочек траектория падения задается параметрическими уравнениями

$$r = R \left(\frac{1 - \cos \theta}{2} \right) \left(\frac{\pi}{\theta - \sin \theta} \right)^{2/3 + 2/(9\varepsilon)}$$

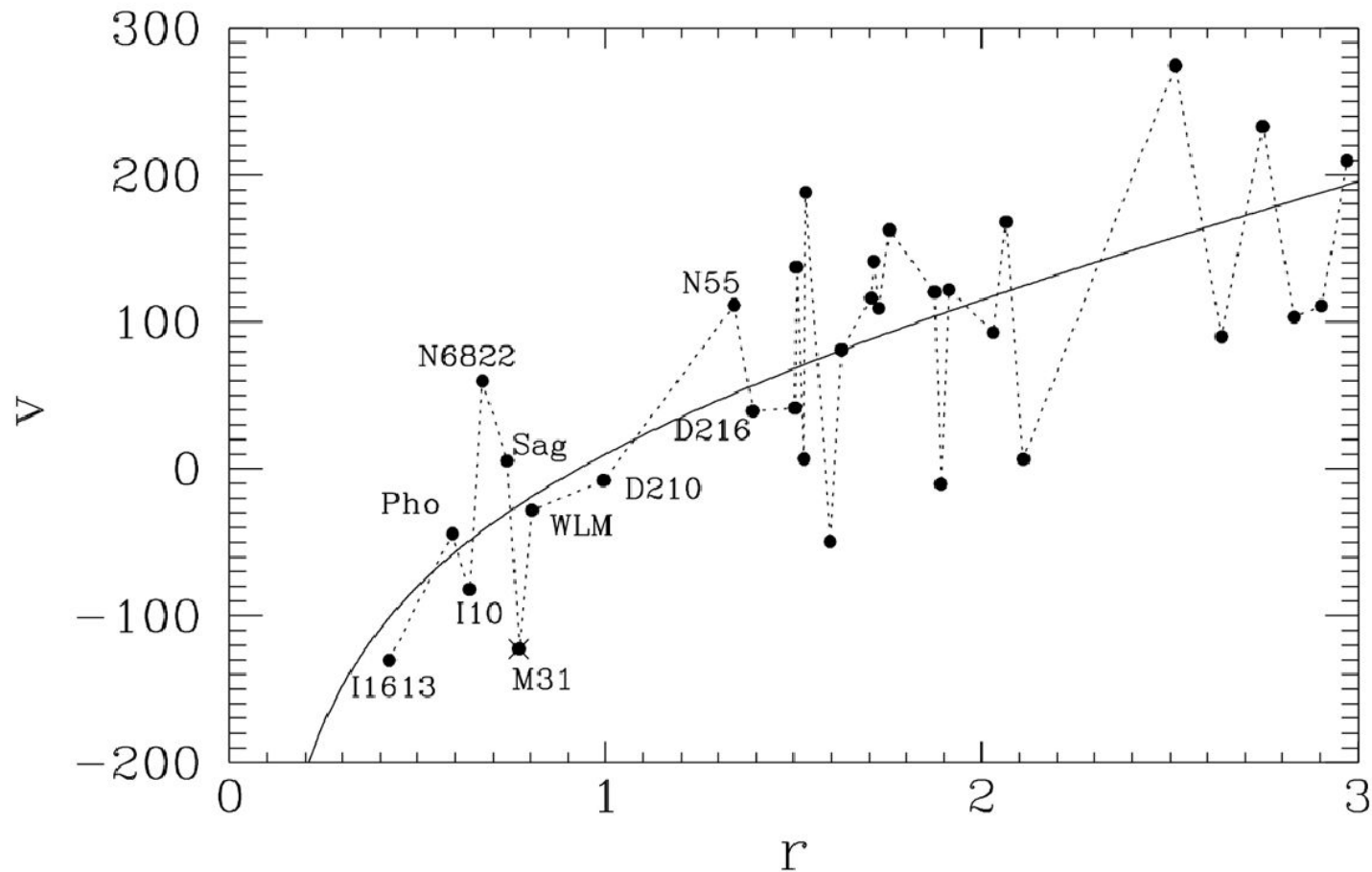
$$v = \frac{r \sin \theta (\theta - \sin \theta)}{t (1 - \cos \theta)^2}$$

Эти уравнения задают следующую кривую



Расчет.

По данным наблюдения за некоторыми ближайшими галактиками была построена кривая, удовлетворяющая модели с наименьшей погрешностью.



Из параметров этой кривой была получена оценка массы Млечного пути:

$$M(MП) = (4,49 \pm 2,40) \times 10^{11} M_{\odot}$$

Это и является конечным результатом количественной оценки массы галактики по модели радиального падения.

Подсчеты же массы видимой материи дают совершенно иной результат:

$$M_B(MП) \approx 6 \times 10^{10} M_{\odot}$$

Эти массы различаются на порядок! Именно это дает нам основание предположить, что мы не увидели, а потому не смогли учесть 90% массы Млечного пути – именно эти 90% и составляет темная материя.