

Взаимодействие космических лучей с частицами темной материи

Руководитель НИРС, д.ф.-м.н., проф.

Научный консультант, д.ф.-м.н., проф.

Студент гр. М20-115

М.Ю. Хлопов

В.И. Корчагин

А.И. Коваленко

Цель работы

Изучение модели темной материи

Изучение характеристик космических
лучей

Расчет числа возможных актов
взаимодействия частиц темной
материи и космических лучей

Космические лучи

Основной состав:

1. Ядерная компонента - ~90%
протонов, ~10% ядер гелия, ~1%
более тяжелых ядер
2. Электроны (~1% от числа ядер)

Интенсивность:

$$I \approx E^{-\gamma}$$

Показатель спектра равен: 1) 2.7 при
энергии $E < 3 \cdot 10^{15}$ эВ 2) 3.1 при энергии
 $E > 3 \cdot 10^{15}$ эВ

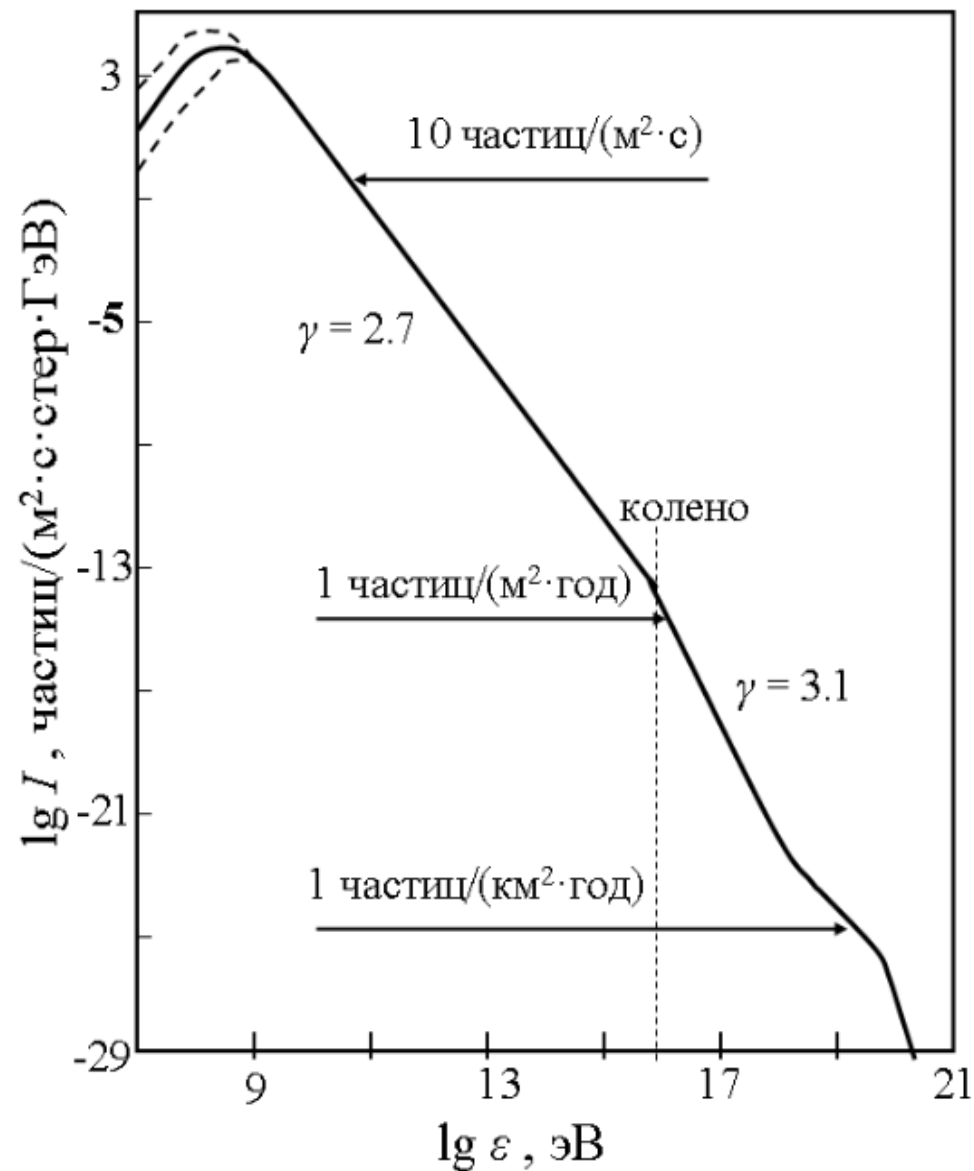


Рис. 1: Интенсивность космических лучей
как функция кинетической энергии

Темная материя

Наблюдения спиральных галактик, в том числе радионаблюдения линии излучения нейтрального водорода, показывают, что кривые вращения большинства галактик становятся пологими при удалении от центра галактики.

Профиль Наварро—Френка— Уайта пространственного распределения плотности:

$$\rho = \frac{1}{4\pi} \frac{M_h}{R(R+a_h)^2}$$

Observed vs. Predicted Keplerian

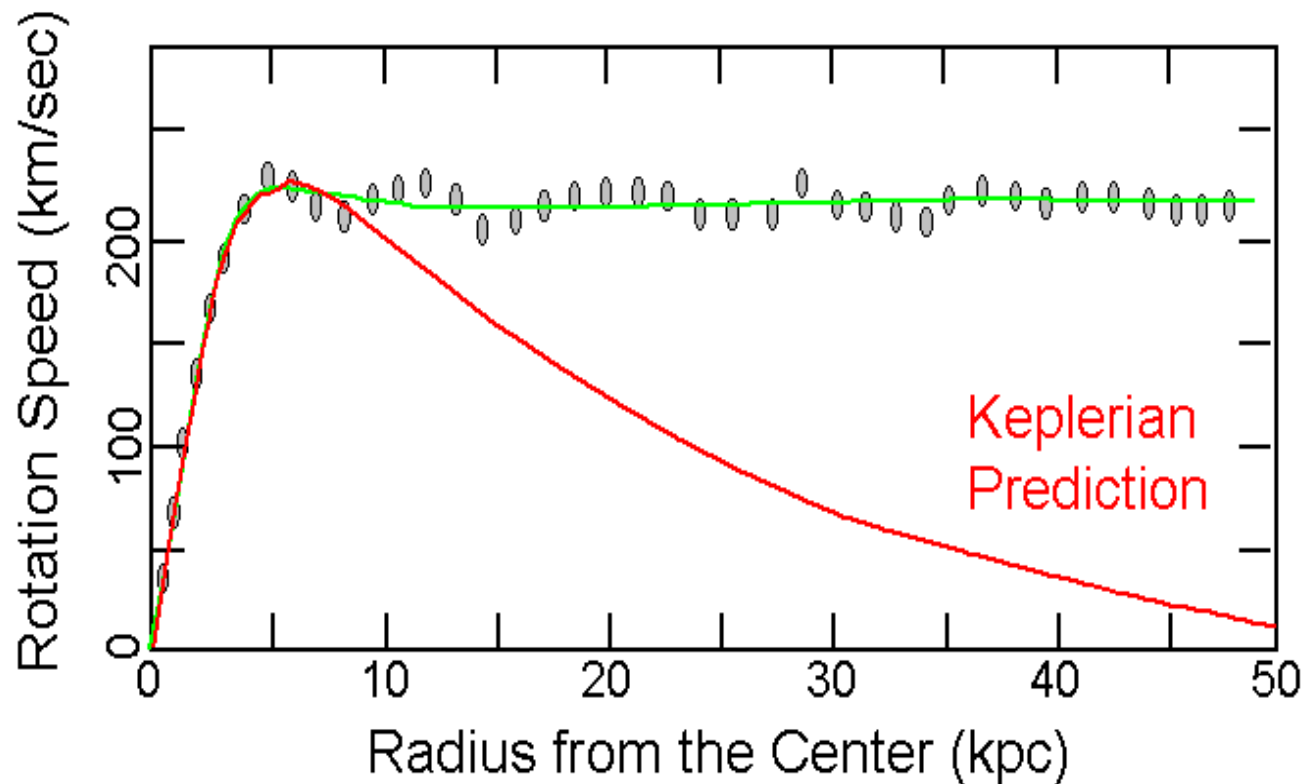
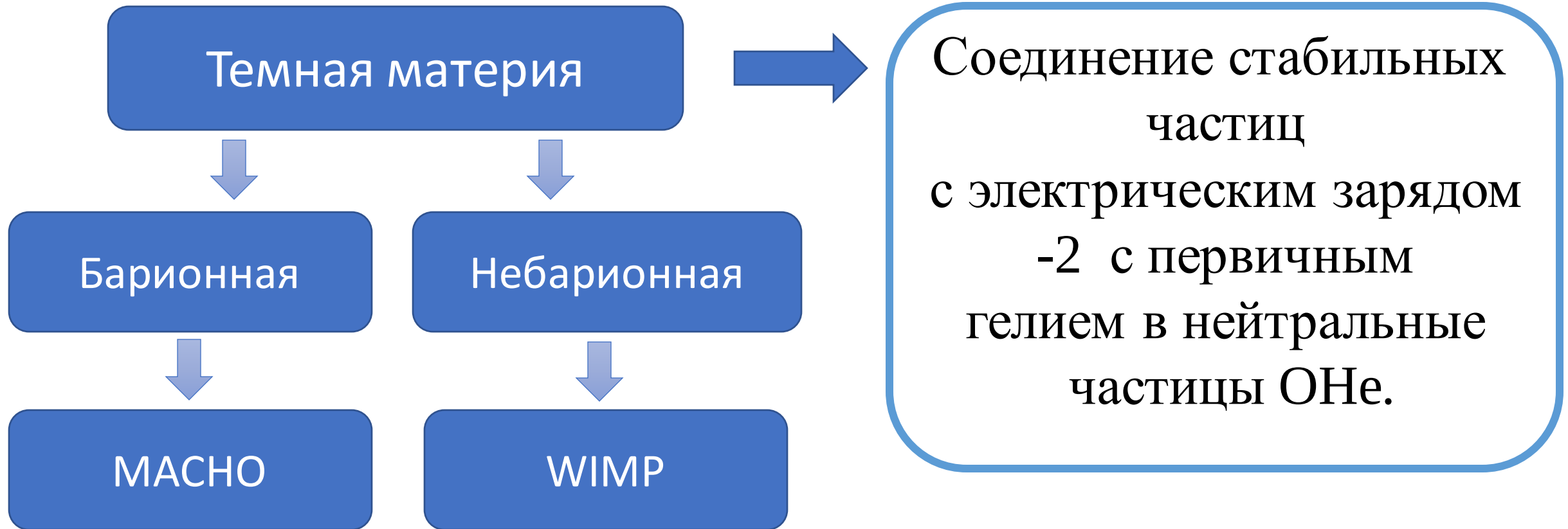


Рис 2. Различие между наблюдаемыми и предсказываемыми кривыми вращения

Модели темной материи



Расчет числа столкновений

Дифференциальное сечение рассеяния

$$\Sigma_{\text{вз}} = \int_0^{4\pi} \frac{d\Sigma}{d\Omega} d\Omega = \int_0^{2\pi} \int_0^{\pi} \Sigma(\theta, \varphi) \sin \theta d\theta d\varphi = 2\pi \int_0^{\pi} \Sigma(\theta) \sin \theta d\theta$$

Масса гало

$$M_h = 2.35 \cdot 10^{12} \cdot M_{\text{sol}}, \quad M_{\text{sol}} = 1.989 \cdot 10^{30} \text{ кг}$$

$$a_h = 1.41 \cdot 10^{-24} \text{ кг}$$

Концентрация частиц

$$n = 6.5 \cdot 10^{61} \frac{1}{\pi R (R + 1.41 \cdot 10^{21})^2}$$

$$N = 2\pi \int_0^{\pi} \Sigma(\theta) \sin \theta d\theta \int_0^R 6.5 \cdot 10^{61} \frac{2\pi R^2}{\pi R (R + 1.41 \cdot 10^{21})^2} dr \int_0^E E^{-\gamma} dE$$