

Космологические ограничения на параметр кинетического смешивания в моделях с зеркальной темной материей

Работу выполнил студент группы Б19-102

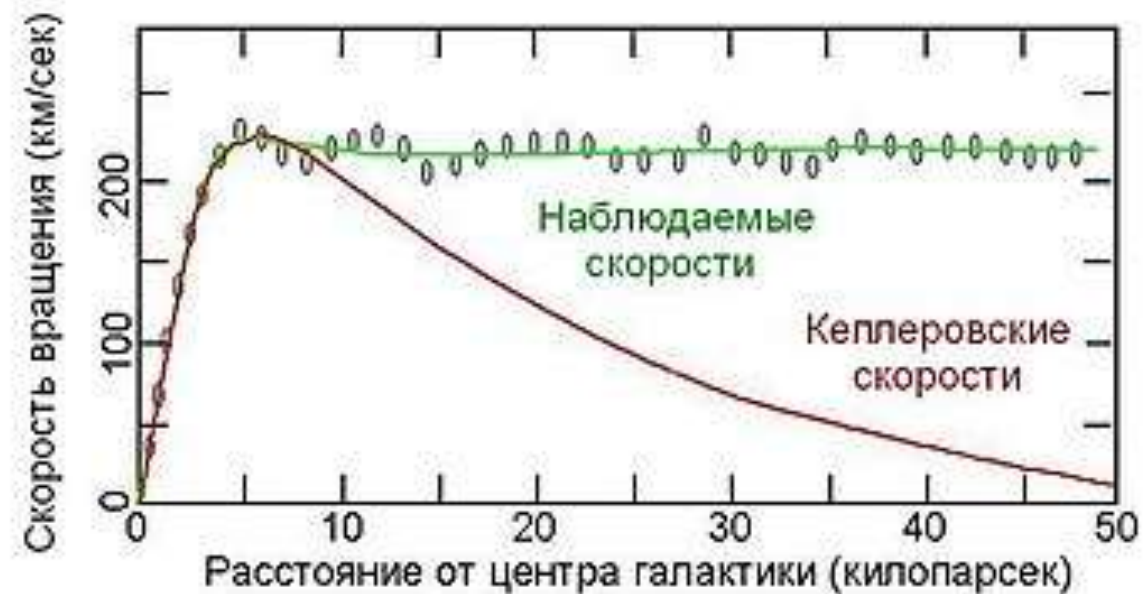
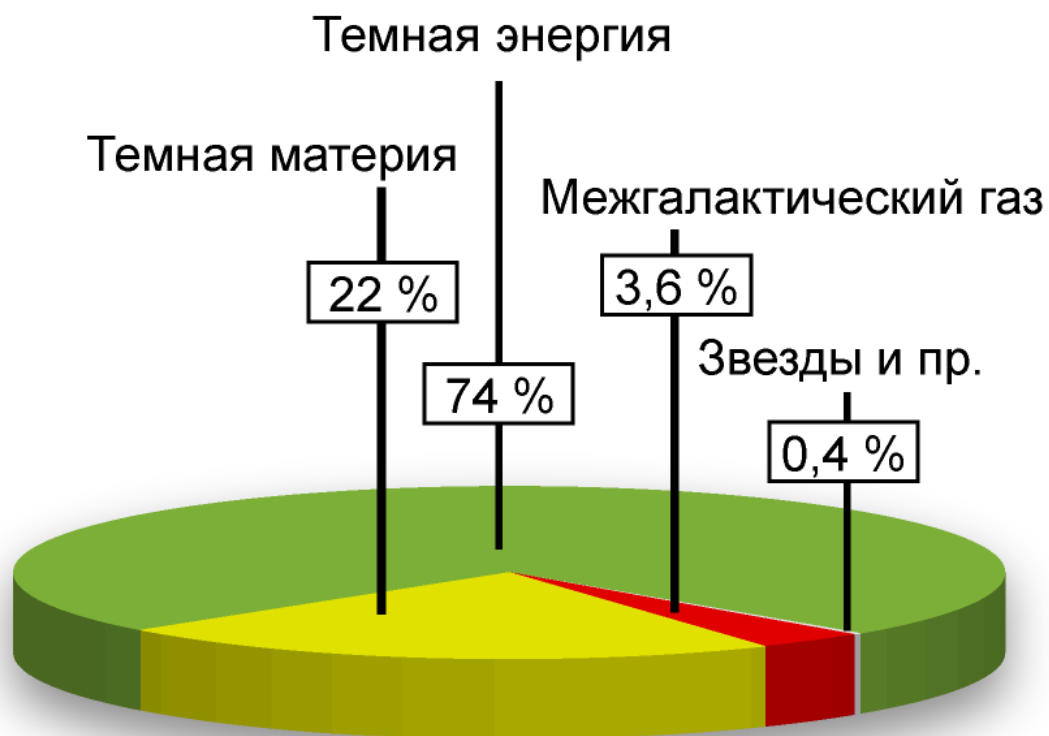
Зуев К.М.

Научный руководитель:

Шаламова В.Ю.

Введение

Темная материя - это одна из форм материи, составляющая около четверти массы-энергии всей Вселенной.

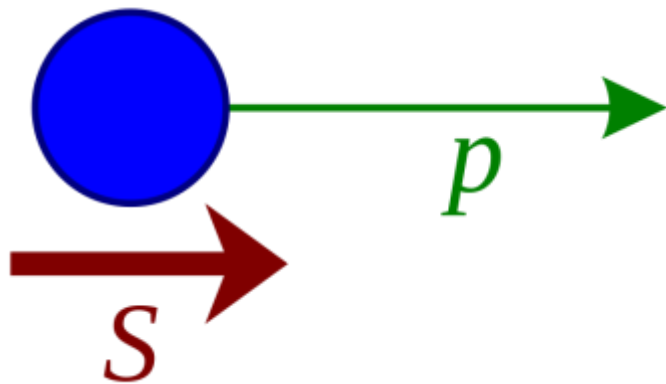


Введение

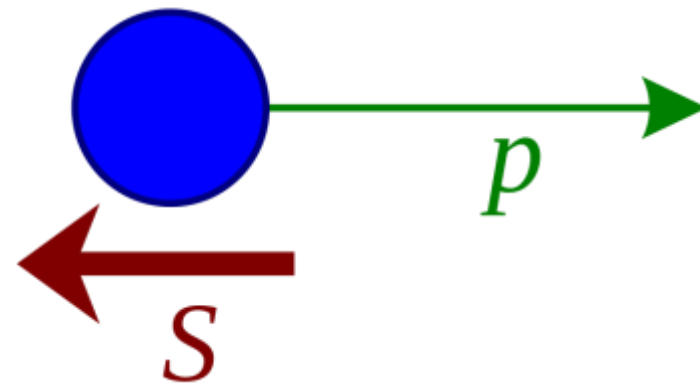
Модель зеркального вещества: существует зеркальный сектор, состоящий из частиц, спиральность которых является правой.

Цель работы: уточнение космологических ограничений на параметр кинетического смешивания частиц наблюдаемого сектора с частицами зеркального сектора.

Right-handed:



Left-handed:

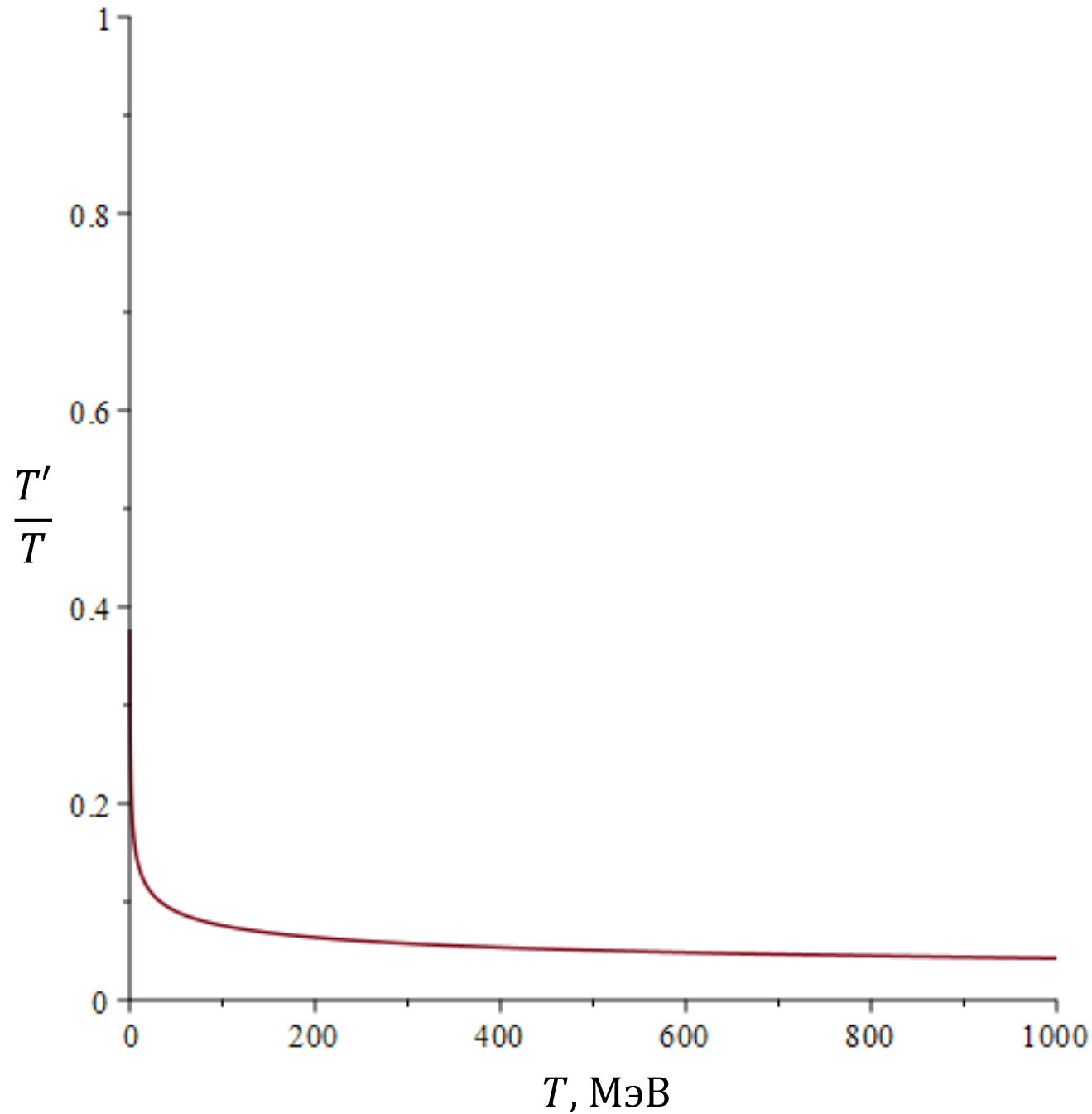


Основные положения

В условиях ранней Вселенной существовала асимметрия между температурой обычного сектора и температурой зеркального сектора.

$$\frac{T'}{T} \leq 0.6$$

$$\epsilon \leq 3 \times 10^{-8} \text{ (Carlson, Glashow)}$$



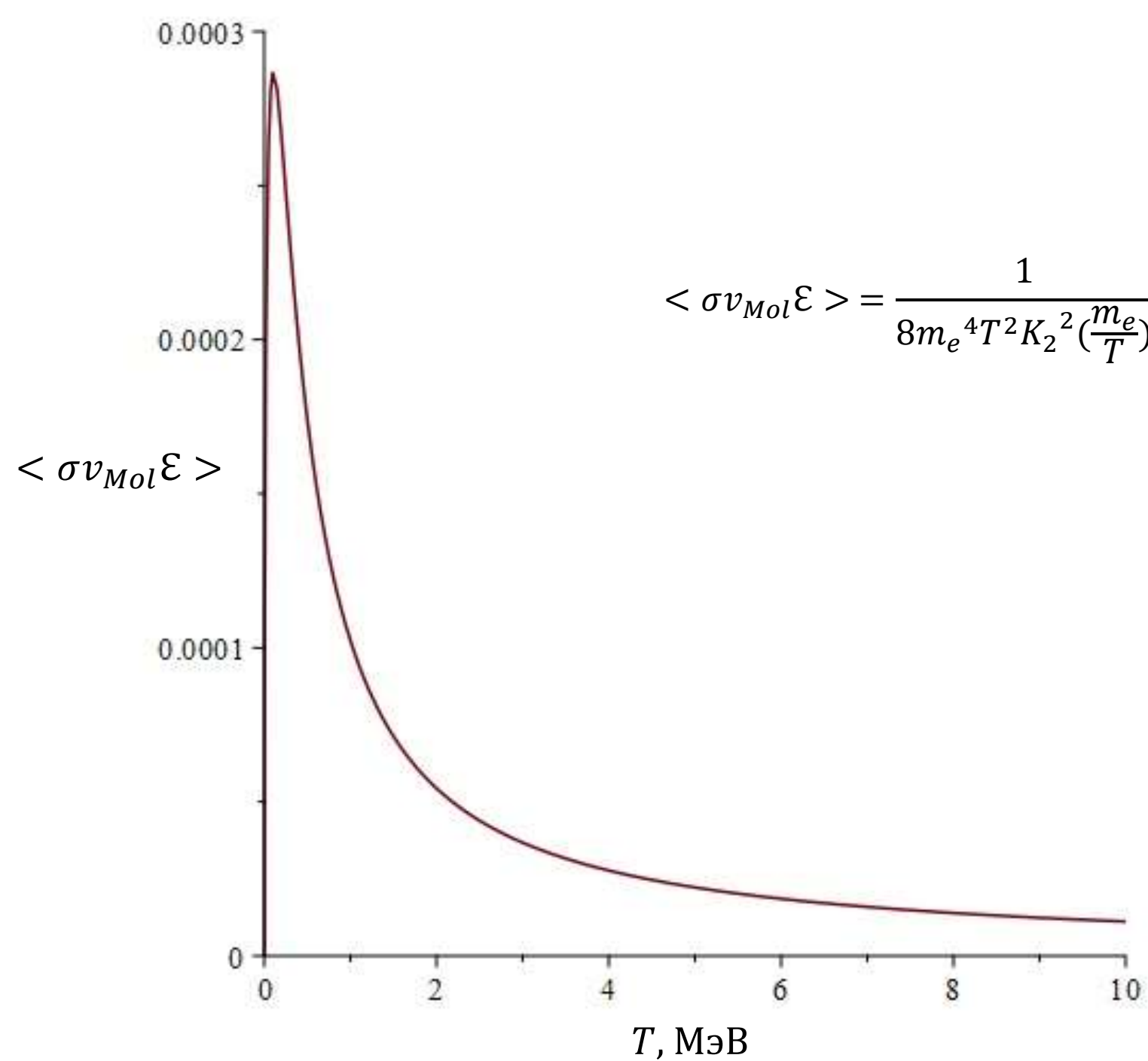
$$\begin{cases} \frac{\partial}{\partial T} \left(\frac{T'}{T} \right)^4 = \frac{g - A}{g' T^2} \\ T'(T_i) = 0 \end{cases}$$

$$A = \frac{27\zeta(3)^2 \alpha^2 \epsilon^2 M_{Pl}}{\pi^5 g \sqrt{g}},$$

α – постоянная тонкой структуры,
 ϵ – параметр кинетического смешивания,
 M_{Pl} - масса Планка,
 g – эффективное число степеней свободы

Решение краевой задачи:

$$\frac{T'}{T} = \left(\frac{g}{g'} A \right)^{\frac{1}{4}} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_i} \right)^{\frac{1}{4}}$$



$$\frac{\partial \rho' / \rho}{\partial T} = \frac{-n_{e^+} n_{e^-} \langle \sigma v_{Mol} \mathcal{E} \rangle 0.6 M_{Pl}}{\pi^2 g T^4 / 30 \sqrt{g} T^3},$$

$$\langle \sigma v_{Mol} \mathcal{E} \rangle = \frac{1}{8 m_e^4 T^2 K_2^2 \left(\frac{m_e}{T} \right)} \int_{4m_e}^{\infty} ds (s - 4m_e^2) \sqrt{s} \int_{\sqrt{s}}^{\infty} dE_+ e^{-E_+/T} E_+ \sqrt{\frac{E_+^2}{s} - 1},$$

$$\sigma = \frac{4\pi}{3} \alpha^2 \epsilon^2 \frac{1}{s^3} (s + 2m_e^2)^2$$

Заключение

Результаты работы:

1. Получено аналитическое решение в программном пакете компьютерной математики Maple краевой задачи для уравнения эволюции зеркального сектора в случае использования статистики Максвелла и предельного пренебрежения массой электрона, его график.
2. Получен график зависимости $\langle \sigma v_{Mol} \mathcal{E} \rangle (T)$.

Дальнейшее развитие работы

1. Получение численного решения дифференциального уравнения эволюции с учетом массы электрона, его графика.
2. Получение параметра кинетического смешивания для рассмотренной модели.

Спасибо за внимание!