

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Кафедра № 40 «Физика элементарных частиц»

**Реферат на тему «Зеркальный мир с четырьмя  
поколениями фермионов»**

Выполнил:

Студент: Спесивый М.А.  
Группа: М16-115

Москва 2016 г.

## Введение

Ещё в 50-е годы XX века, учёные обнаружили, что при распаде нейтрона образуются электроны и нейтрино исключительно с левым вращением, причём обнаружить нейтрино с «нормальным» правым вращением не удалось.

Существует гипотеза о существовании зеркальных частиц, так называемое зеркальное вещество. Гипотеза говорит, что «для каждой из известных основных частиц, типа электрона, протона и фотона, есть свой отличный зеркальный партнёр».

В квантовой теории поля известна CPT-теорема, суть которой состоит в том, что зеркальное отображение нашей Вселенной — импульсы и положения всех объектов отражены в мнимой плоскости, что соответствует инверсии чётности, вся материя заменена на антиматерию, что соответствует инверсии заряда, и обращена во времени — будет вести себя так же, как и наша вселенная. В любой момент соответствующих времён две вселенные будут идентичны, и преобразование CPT запросто превратит одну в другую. CPT-симметрия считается фундаментальным качеством физических законов.

Лев Ландау сформулировал гипотезу о сохранении комбинированной (CP) чётности, согласно которой зеркальное отражение системы с одновременной заменой частиц на античастицы не изменяет поведение системы. То есть «зеркальное вещество» есть антивещество. В большинстве процессов комбинированная чётность сохраняется, но отдельных случаях она всё же незначительно нарушается. Поэтому считается, что существует отдельное «зеркальное вещество», не тождественное антивеществу.

Терминами «зеркальная материя», «зеркальные частицы» и «зеркальный мир» обозначают гипотетический сектор частиц и взаимодействий, которые компенсируют зеркальную асимметрию слабых взаимодействий обычных частиц. Зеркальная материя рассматривается как возможная составляющая темной материи. Зеркальные частицы не могут участвовать в обычных сильных и электромагнитных взаимодействиях; скрытый зеркальный сектор должен иметь свои сильное, слабое и электромагнитное взаимодействия.

## Модель.

Предполагается, что в зеркальном мире существует 4 поколения фермионов. Это зеркальные партнёры фермионов, существующих в нашем мире, зеркальные фотоны, а так же тяжёлые h-лептоны. Так же полагается, что массы зеркальных первых трёх поколений равны массам первых трёх поколений фермионов нашего мира, а массы частиц четвёртого поколения больше масс частиц третьего поколения. А масса нейтрино четвёртого поколения маленькая, как и у нейтрино первых трёх поколений. Зеркальный и обычный мир развиваются параллельно, гравитационно воздействуя друг на друга.

### Развитие зеркального и нашего миров.

Отношение температур реликтового излучения зеркального и нашего миров равно 0,7.

Рассмотрим отношение нейтронов и протонов на момент начала нуклеосинтеза при учёте существования зеркальных частиц. Соотношение между концентрацией нейтронов и протонов равно:

$$\frac{n_n}{n_p} \sim \frac{e^{-\frac{m_n}{T}}}{e^{-\frac{m_p}{T}}} = e^{-\frac{\Delta m}{T}}$$

где  $\Delta m = m_n - m_p = 1,28 \text{ MeV}$ .

Это соотношение формируется при температуре заалки:

$$T = \frac{(KG)^{\frac{1}{6}}}{G_F^{\frac{2}{3}}} = 1 \text{ MeV}$$

где  $G$  – гравитационная константа,  $G_F$  – константа Ферми,  $K$  – статистический фактор, характеризующий плотность Вселенной.

$$K = n_B + \frac{7}{8} \sum_{i \text{ ferm}} \frac{g_i}{2} \frac{T_i^4}{T^4}$$

Учитываются фотон, электроны и позитроны, три поколения нейтрино, а так же их зеркальные партнёры и четвёртый тип нейтрино, поэтому  $K$  расписывается следующим образом:

$$K = 1 + (T')^4 + \frac{7}{8} \cdot (2(e) + 3 \cdot 2 \cdot \frac{1}{2}(\nu)) + \frac{7}{8}(T')^4(2 + 4 \cdot 2 \cdot \frac{1}{2}) = 6.88$$

Отсюда следует, что  $\frac{n_n}{n_p} \approx 0.150$

Далее идёт синтез  $\text{He}^4$ . Концентрация гелия равна:

$$\frac{n_{\text{He}}}{n_B} = \frac{2 \frac{n}{p}}{1 + \frac{n}{p}} \approx 0.267, \text{ что не противоречит наблюдаемым данным.}$$

Это доказывает возможность существования теории о зеркальном мире. Однако вклад зеркальных частиц в тёмную материю очень мал и составляет  $\sim 1.4\%$ . Поэтому они не могут объяснить скрытую массу во Вселенной в полном объёме.

## Список использованной литературы.

Ли, Янг «Вопрос сохранения симметрии в электрослабом взаимодействии»

Хлопов М.Ю. «Основы космомикрофизики»