

Национальный Исследовательский Ядерный Институт «МИФИ»

Кафедра №40

Реферат на тему:

«Зеркальная материя с одним поколением фермионов»

Выполнил: студент гр Т10-40
Кумпан А.В.

Проверил: Хлопов М.Ю.

Москва 2010 г.

Введение.

Итак, что же такое зеркальный мир и откуда он взялся?

Терминами «зеркальная материя», «зеркальные частицы» и «зеркальный мир» в настоящее время обозначают гипотетический сектор частиц и взаимодействий, которые компенсируют зеркальную асимметрию слабых взаимодействий обычных частиц. Зеркальная материя рассматривается как возможная составляющая темной материи.

Существование гипотетических зеркальных частиц и зеркального мира постулировали Кобзарев, Померанчук и Окунь в своей работе «О возможности экспериментального обнаружения зеркальных частиц» в 1966г. В это время Стандартной модели еще не существовало, а современная терминология, согласно которой существование зеркальной материи означало бы удвоение всех обычных частиц, а не только некоторых из них, находилась в стадии рождения. Именно поэтому термины «зеркальный мир» и «зеркальные частицы» использовались как синонимы.

В этой статье показывалось, что зеркальные частицы не могут участвовать в обычных сильных и электромагнитных взаимодействиях; скрытый зеркальный сектор должен иметь свои сильное, слабое и электромагнитное взаимодействия. Это означало, что невидимые зеркальные частицы, подобно обычным, должны образовывать зеркальные атомы, молекулы, невидимые звезды, планеты и даже зеркальную жизнь. Также в этой статье было показано, что необходимо хотя бы гравитационное взаимодействие обычных и зеркальных частиц, так как в отсутствие какого-либо взаимодействия с нашей материей зеркальная материя превращается в фикцию. Кроме обмена гравитонами допускались обмены нейтрино.

С начала 1980-х годов были опубликованы десятки статей по зеркальному миру, затрагивающих самые различные его аспекты(x и y частицы, парафотоны, нарушения симметрий и др).

Следует отметить, что зеркальная симметрия значительно уступает SUSY по глубине концепций и математическому аппарату, но она может конкурировать с ней по широте и разнообразию феноменологических предсказаний.

В данной работе нам предстоит выяснить, может ли в нашем мире существовать только одно поколение фермионов и почему. Если это не так, то нам следует исследовать возможность существования единственного поколения фермионов в зеркальном мире.

В принципе, работу можно было бы начать с исследования ширины распада Z^0 бозона в случае единственного поколения: она должна уменьшиться при изменении числа поколений фермионов в меньшую сторону. Но это ускорительные данные. Цель же данной работы предполагает только изучение изменений космологических параметров, а значит, следует абстрагироваться от ускорительных данных.

Построение модели.

Число типов нейтрино вносит существенный вклад в плотность энергии и скорости остывания Вселенной после Большого взрыва. Оно определяет соотношение между количеством нейтронов и протонов, образующихся в момент дозвездного нуклеосинтеза.

Существование единственного поколения фермионов в нашем мире.

Известно, что соотношение концентраций n и p установилось в первую секунду нуклеосинтеза (из 3 минут), а значит, с этого момента была предопределена концентрация гелия. Поэтому, целесообразно посмотреть было бы посмотреть то, как изменится концентрация He в случае одного поколения нейтрино.

Отношение концентраций нейтронов и протонов дается формулой:

$$\frac{n}{p} = e^{-\Delta \frac{m}{T}} \quad (1)$$

$$\text{где} \quad \Delta m = m_n - m_p = 1,29 \text{ MeV}$$

Исходя из того, что отношение концентраций было предопределено закалкой – смотрим именно момент закали. Температура закали:

$$T = \frac{K^{1/6} G^{1/6}}{Gf^{2/3}} = 1 \text{ MeV} \quad (2)$$

G – гравитационная const;

Gf – const Ферми;

K - статистический фактор, характеризующий плотность Вселенной.

В выражении (2) известны все константы, кроме K :

$$K = 1 + \frac{7}{8} \sum_{i=\text{фермионы}} \frac{g_i}{2} \left(\frac{T_i}{T} \right)^4 \quad (3)$$

Заметим, что в этом выражении не учтены бозоны, т к температура $T=1 \text{ MeV}$ слишком мала для их появления. Глюоны мы также не учитываем, потому что в момент закали существовали только те глюоны, которые находились внутри нейтронов и протонов; остальные исчезли во время резкого фазового перехода из кварк-глюонной плазмы.

Подставим значения в (3):

$$K = 1 + \frac{7}{8} \cdot \left(2 \cdot \frac{2}{2} (e) + 1 \cdot 2 \cdot \frac{1}{2} (\nu) \right) = 3,625 \quad (4)$$

В (4) учтено, что существует только одно поколение фермионов.

На данном этапе мы можем предположить, что температура закалки в этом случае была бы ниже и достигалась быстрее, чем в стандартном случае 3-х поколений фермионов. Но на темп расширения это не может повлиять, т.к. он обусловлен наличием критической энергии, а она неизменна.

Общий вид (2) говорит нам о том, что при изменении температуры изменится только параметр плотности K , а значит, можно оценить отношение концентраций n и p в случае одного сорта нейтрино:

$$\left(\frac{n}{p}\right)' = e^{-\frac{\Delta m}{T} \left(\frac{K}{K'}\right)^{1/6}} = \left(\frac{n}{p}\right)^{(K/K')^{1/6}} \quad (5)$$

K' – концентрация гелия при одном поколении;

K – текущая концентрация гелия (данные взяты из учебника Хлопов М. Ю. “Основы космомикрoфизики”).

Напомним, что стандартное $n/p = \frac{1}{7}$, а $K = \frac{43}{8} = 5,375$.

Подставляем K , K' и n/p в (5) и получаем:

$$\left(\frac{n}{p}\right)' = 0,127$$

Отсюда получаем долю He :

$$\frac{He}{Barion} = \frac{2 \cdot (n/p)}{1 + n/p} = 0,225 \quad (6)$$

Этот результат не согласуется с 0,25, не попадая даже в пределы погрешности (на данный момент нет технической возможности вставить рис 5.1 стр 165 “Лекции по основам электрослабой модели и космофизике”, Емельянов Е. М., Белоцкий К. М.).

Т.о. показано, что в нашем мире существование только одного поколения фермионов невозможно.

Существование в стандартном мире 3-х поколений лептонов и одного в теневом.

Теперь предположим, что в нашем мире 3 поколения фермионов, а в зеркальном (теневом) мире только одно. Также полагаем, что стандартный мир и зеркальный развиваются параллельно и абсолютно одинаково, оказывая воздействие друг на друга.

В этом случае поколение фермионов теневого мира оказывает влияние на концентрацию He 4 :

$$K = 1 + \frac{7}{8} \cdot (4(e) + 4 \cdot 2 \cdot \frac{1}{2}(\nu)) = \frac{56}{8} = 8$$

Пройдя цепочку, аналогичную (4)-(6), получим:

$$\frac{He}{Barion} = \frac{2 \cdot (n/p)}{1 + n/p} = 0,279 \quad (7)$$

Полученная концентрация также не попадает в рамки ограничений.

Анализ велся из предположения, что оба мира развивались параллельно и одинаково. Но рассмотрим инфляцию (хаотическую): ведь этот процесс просто пронизан случайными событиями, и вероятность того, что он проходил одинаково в обоих мирах исчезающе мала.

В рамках теории хаотической инфляции, амплитуды обычных и зеркальных инфлатонов могут быть различны, что приводит к доменной структуре в распределении обычного и зеркального вещества. Для того, чтобы после инфляции доминировали обычные частицы, амплитуда обычных инфлатонов должна быть выше, чем амплитуда зеркальных (при условии разделения инфлатонов на зеркальные и обычные). В этом случае зеркально асимметричная инфляция за счет обыкновенных инфлатонов соответствует экспоненциально малой плотности зеркального вещества под современным космологическим горизонтом.

Либо второй вариант:

Не делим инфлатоны на обычные и зеркальные. Тогда необходимо добавить ограничение перехода инфлатонов в зеркальные частицы. Мы не можем добавлять запрет, иначе частиц зеркального мира не было бы вовсе. /*возможно, подумать об изменениях в лагранжиане?*/

Но, несмотря на разницу в плотностях, теневой мир взаимодействует с нашим миром, как минимум, за счет гравитационного взаимодействия. И он все равно оказывает влияние на концентрацию He 4. Но в этом случае противоречия не наблюдается, т к мы попадаем в рамки погрешности измерения концентрации He 4.

/*за оставшееся время предполагаю рассмотреть возможное существование частицы — переносчика (теневой мир должен взаимодействовать с нашим), а также смешивание частиц*/