МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

(НИЯУ МИФИ)

ФАКУЛЬТЕТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

КАФЕДРА ФИЗИКИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Реферат по космомикрофизике на тему:

**«Зеркальный мир с *mp – me < mn <mp* »**

Выполнил:

группа: M16-115

студент: Дравант Е.О.

Преподаватель:

ХлоповМ.Ю.

г. Москва

2017

**Введение.**

В 1956 году Ли и Янг поставили под сомнение сохранение чётности в слабом взаимодействии[1] .В 1957 году Ву Цзяньсюн поставила эксперимент, доказывающий несохранение P-чётности.

 Одним из следствий несохранения пространственной чётности является неэквивалентность левых и правых систем координат, что приводит к существованию предпочтительной системы координат. Чтобы восстановить эквивалентность было предположено существование зеркальных частиц. До обнаружения нарушения CP – чётности в качестве таких частиц рассматривались античастицы, однако после обнаружения нарушения CP — чётности в распадах каонов, пришлось отказаться от этой идеи. Можно ввести зеркальные частицы, которые не являются античастицами обычного вещества, но они не могут принимать участие в тех же взаимодействиях, что и обычные частицы т. к. это бы противоречило наблюдениям различных процессов[2] .Слабое взаимодействие исключено измерением ширины W± и Z0 – бозонов, а электромагнитное и сильное отсутствием удвоенного числа атомных и адронных состояний. Поэтому предполагается, что зеркальных партнёров должны иметь как фундаментальные частицы, так и калибровочные бозоны[3]. **[Please refer to the original papers]**

 Единственное возможное взаимодействие между обычными и зеркальными частицами — гравитационное. **[generally not only: kinetic mixing of mirror and ordinary photons or Higgs bosons, Dirac mass of neutrino]**

 В данной работе рассматривается модель, в которой зеркальные частицы, как и обычное вещество состоит из 6 лептонов, 6 антилептонов, 6 кварков и антикварков, 8 глюонов, W±, Z0, фотона и бозона Хиггса, то есть к калибровочной симметрии стандартной модели добавляется такая же для зеркального вещества:

 *[SU(2) ⊗ U(1) ⊗ SU(3)c]o⊗ [SU(2) ⊗ U(1) ⊗ SU(3)c]M.*

Где О — отвечает обычному веществу, а М – зеркальному. Массы u и d зеркальных кварков предполагаем такие, что выполняется: *mP – me< mn<mp*.

**Инфляция.** **Бариосинтез. Скрытая масса.**

Будем предполагать, что в зеркальном мире происходили те же процессы, что и для обычного вещества. **[You should base your arguments on physics of your model and say directly that physics of inflation is not described by it, so that you have make some additional asumptions on the physics of very early Unvierse]** Рассмотрим модель с хаотической инфляцией на ранней стадии развития. Для её реализации вводятся два инфлантонных поля — для обычных и зеркальных частиц. Их начальные амплитуды могут быть различными, что приводит к образованию доменной структуры в распределении обычного и зеркального вещества[3]. **[Please refer to the original paper]**

 Т.к. зеркальные партнёры частиц вводились для восстановления эквивалентности между левой и правой системами координат, то нарушающие CP — симметрию эффекты должны быть равны по величине и иметь противоположный знак по сравнению с обычными частицами. Это значит, что в зеркальном веществе должен быть избыток антибарионного вещества. Но знак барионного числа для зеркальных частиц не наблюдаем, значит считаем, что имеется барионный избыток для обеих зеркальностей. Роль скрытой массы могут выполнять зеркальные частицы и астрономические объекты, но зеркальной материи недостаточно для того, чтобы объяснить тёмную материю.

**[If you assume the same temperature]**

**Эволюция ранней Вселенной.**

В описанной выше модели, будем предполагать, что начальные условия симметричны, а значит количество обычных и зеркальных частиц одинаково, и зеркальное вещество обладает той же температурой, что и обычное. Наличие зеркального вещества будет давать вклад в температуру отцепления нейтрино обычного вещества. Температура отцепления нейтрино зависит от числа ультрарелятивистских степеней свободы как *T~**kε1/6*[4]. Общее число ультрарелятивистских степеней свободы для обычного вещества *kε = 43/8*. При введении в теорию зеркального вещества, это число увеличивается в 2 раза,следовательно происходит увеличение температуры отцепления нейтрино в 1,12 раз, по сравнению со Вселенной без зеркального вещества, для которой эта температура ~1МэВ.

 Отцепление нейтрино происходит, когда характерное время слабого взаимодействия превышает космологическое время. Одновременно происходит «замораживание» реакций

*ν e + p ↔ n + e −* (1)

 *ν e + p ↔ n + e+* (2)

и реакции νe – рассеяния. Из термодинамики известно, что заселенность двух состояний нуклона, отличающихся по энергии на *∆m = mn − mp* , определяется отношением

 *n/p=exp(-Δm/T)* (3).

С учетом увеличения температуры отцепления нейтрино в 1,12 раз получим *n0/p0 = 0,32* для обычных частиц. Для зеркальных частиц с массами нуклонов, таких, что *mn + me > mp >mn* , получаем  *1,58>n/p>1,* то естьостаточная концентрация нейтронов больше концентрации протонов.

 Так как, для зеркальных частиц *mn < mp* , следовательно, распад нейтрона запрещен (*p → n + e+ + νe*), как и распад протона т. к. *mn + me > mp* , и зеркальные протоны и нейтроны являются стабильными частицами.

 Часть нейтронов обычного вещества распадётся до объединения с протонами в дейтерий. Учитывая это, отношение числа нейтронов и протонов будет равно *n0/p0 = 0,28*.

Далее почти все нейтроны переходят в 4Не:

n + D → T +γ , (4)

D + D → T + p , (5)

p + D → 3He + γ , (6)

D + D → 3He + n , (7)

p + T → 4He + γ , (8)

D + T → 4He + n, (9)

n + 3He → 4He + γ, (10)

D + 3He → 4He + p, (11)

T + 4He → 7Li + γ. (12)

 Синтез более тяжелых ядер не происходит из-за высокого кулоновского барьера и отсутствия устойчивых ядер с атомными числами 5 и 8. Практически все нейтроны и протоны распределяются между водородом и гелием – 4, так что для их массовых долей получается

 *εH/εB ≈ (1-n0/p0)/(1+n0/p0) = 0,56*. (13)

*εHe/εB=Y≈ 2(n0/p0)/(1+n0/p0) = 0,44* (14)

Полученный результат противоречит верхнему пределу на обилие первичного гелия (Y < 25%) .

 Зеркальное вещество в основном состоит из 4He и n. **[What is the frozen out abundance of primordial mirror protons ?]** Доля зеркального гелия:

*εHe/εB = 2/(1+n/p)* (15)

лежит в диапазоне от 0,78 до 1, а массовая доля нейтронов

*εn/εB = (n-p)/(n+p)* (16)

 в диапазоне от 0 до 0,22.

 Галактики и звёзды в зеркальном мире будут формироваться из гелия – 4. Но гелий горит при больших температурах и плотностях, чем водород, поэтому звезд, в которых идёт синтез будет меньше, чем в обычном мире, а основная часть — это звёзды, в которых температура недостаточна для начала термоядерных реакций. **[If you reduce the temperature of mirror plasma, mirror matter can explain all the dark matter. What kind of scenario of Large Scale Structure formation will be in this case: hot, warm or cold?**

**Заключение.**

В работе была рассмотрена возможность и следствия существования зеркальных частиц. Рассматривалась модель, в которой зеркальные партнёры аналогичны обычным частицам, кроме масс нуклонов : *mp-me< mn<mp*.

Посчитан вклад первичного гелия в обычное барионное вещество *Y=0,44*. Рассмотрен химический состав зеркального вещества.

 Данная модель противоречит ограничению на вклад первичного гелия, а также полностью не решает проблему скрытой массы.

**Список литературы**

1) T. D. Lee, C. N. Yang, “Question of Parity Conservation in Weak Interactions”, Physical Review, 104, 254–258, 1956.

2) И. Ю. Кобзарев, Л. Б. Окунь, И. Я. Померанчук, «О возможности экспериментального обнаружения зеркальных частиц», Советский журнал ядерной физики, 3, 837 ,1966

3) М. Ю. Хлопов, «Основы космомикрофизики» М.: УРСС, 2004.

4)В.М. Емельянов, К.М. Белоцкий, «Лекции по основам электрослабой модели и новой физике» М.: МИФИ, 2007.

**The Bibliography should be substantially extended**