МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

(НИЯУ МИФИ)

ФАКУЛЬТЕТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЙЙ ФИЗИКИ

КАФЕДРА ФИЗИКИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Реферат по космомикрофизике на тему:

**«Mirror world with mp = mn»**

Выполнил:

студент группы M16-115

Прохоров С. В.

Преподаватель:

Хлопов М.Ю.

г. Москва

2016

**ВВЕДЕНИЕ**

В 1956 году Ли и Янг представили работу, в которой они предполагали, что пространственная чётность в слабом взаимодействии не сохраняется (данное предположение было доказано экспериментально By Цзиньсян в 1957 году в β- распаде 60Co). В ней впервые была рассмотрена возможность существования зеркальных партнеров обычных частиц. Поскольку Р-четность не сохраняется, возникает асимметрия между левыми и правыми системами координат. Наличие зеркальной материи позволяло компенсировать асимметрию слабых взаимодействий обычных частиц. В гипотезе о зеркальных мирах предполагается, что частицы нашего мира могут взаимодействовать с зеркальными частицами лишь гравитационно.

Как известно, каждая частица характеризуется свои набором параметров (масса, заряд, спин, время жизни и т.д.). Данный реферат по зеркальному миру строится на предположении равенства массы нейтрона и протона.

**ЗЕРКАЛЬНЫЙ МИР С Мp = Мn**

Современные оценки масс нейтрона и протона равны:

mn = 939,565 МэВ;

mp = 938,272 МэВ.

Нейтрон, находящийся в свободном состоянии подвергается β-распаду:



В модели зеркального мира, где массы протона и нейтрона равны, данный процесс запрещён. Следовательно, нейтрон будет являться стабильной частицей, как в ядре, так и в свободном состоянии.

Данная модель не включает в себя механизм инфляции и бариосинтеза на ранних этапах развития рассматриваемой зеркальной Вселенной. Можно предположить, что в зеркальном мире так же существует три поколения фермионов, различаясь только массами и «ароматом», как и в нашем мире; 12 переносчиков взаимодействия (8 глюонов, 3 переносчика слабого взаимодействия, 1 бозон Хиггса). Взаимодействия между частицами в этом мире аналогичны соответствующим взаимодействиям между частицами в нашем мире.Более подробно остановимся на нуклеосинтезе.

Эпоха нуклеосинтеза предположительно существовала с 1 секунду по 3 минуту после Большого Взрыва. Температура в начале этой эпохи составляла порядка 1МэВ, в конце порядка1кэВ.

Нейтрон-протонное соотношение определяется формулой:



где *n* и *p* соответствует концентрации нейтронов и протонов,  - разница масс нейтрона и протона. В рассматриваемой модели mp = mn , следовательно разница масс будет равна «0», а нейтрон-протонное соотношение примет вид:



Поскольку в нашей модели, как было выяснено выше, нейтрон и протон стабильны, дальнейшего изменения соотношения между числом протонов и нейтронов не будет.

Термоядерные реакции в зеркальном мире начинаются с образованием дейтерия в реакции:



В следствии расширении Вселенной, не все нейтроны и протоны успевают образоваться в дейтерий, оставаясь свободными.

При дальнейшем нуклеосинтезе происходит образовании новых веществ, таких как тритий, гелий-4:



или



 или

Можно оценить массовые доли водорода и гелия-4, которые даються, формулами:





в реальном же мире эти соотношения равны 0,75 и 0,25 соответственно.

В данном варианте зеркального мира будет доминировать гелий-4. Так как соотношение числа систем, которые могут находиться в двух возможных энергетических состояниях, описывается распределением Больцмана, то число протонов можно оценить следующим образом. Система из двух протонов и двух нейтронов может находиться в двух состояниях: свободное — нуклоны 2p+2n или связанное — ядро гелия.

Соотношение числа систем в этих состояниях также определяется с помощью формулы:



где



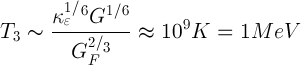
Изначально это соотношение равно 1, но с уменьшением температуры оно будет также уменьшаться.

Распад и образование ядер будут происходить, пока средняя температура не станет меньше энергии связи в ядрах. Далее отношение числа свободных нуклонов к числу ядер гелия меняться не будет. И концентрация водорода может быть найдена с помощью выражения:



где T3 — температура закалки.

Температура закалки определяется выражением:



где



так как предполагаем, что все сорта нейтрино дают равный вклад.

Таким образом, концентрация водорода будет очень близка к 0.



Можно показать рождение других веществ, отличающегося малой концентрацией - литий, гелий-3:



или



Так же можно предположить рождение более тяжелых веществ, таких, как берилий-8, углерод:





Нестабильность более тяжелых веществ, на примере изотопа 8Be может быть подтверждена с помощью полуэмпирической формулы Вайцзеккера для энергии связи ядра

Eсв(A,Z)=a1A-a2A2/3-a3Z2/A1/3-a4(A/2 – Z)2/A +a5A-3/**4,**

где коэффициенты а1=15.75 МэВ, а2 = 17.8 МэВ, а3=0.711 МэВ, а4=23.7 МэВ, а значение a5 для чётно-чётных ядер равно 34 МэВ. Удельная энергия связи для ядра 8Be

Есв/A = 7.01МэВ/нуклон

Столь малое значение удельной энергии связи свидетельствует о нестабильности 8Be.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Вселенная в таком зеркальном мире будет состоять в основном из гелия-4. Концентрация водорода близка к «0» - порядка 2,6\*10^(-1300).
2. В связи с почти нулевой концентрацией водорода, будет отсутствие звезд, в которых происходит процесс горения водорода. Предположительно, доминирующий 4He может сформироваться в зеркальные гелиевые звёзды с процессом горение гелия-4. Также возможно образование нейтронных звезд
3. Синтез тяжелых элементов будет проходить по каналам, отличающимся от каналов в нашем мире. В частности, с отсутствием первичного водорода, и доминированием гелия-4 можно предположить, что данный зеркальный мир будет «беднее» нашего.
4. На данном зеркальном мире, кандидатом на роль скрытой массы напрашивается гелий-4. В таком случае барионная скрытая масса Вселенной может сформировываться в большие сгустки (такие как зеркальные звезды), это может привести к наличию примеси зеркального вещества в обычном веществе.

**Список литературы**

1. Лучков Б.И., Июдин А.Ф. Ядерная астрофизика

2. Емельянов В. М., Белоцкий К. М. Лекции по основам электрослабой модели и новой физике: Учебное пособие. – М.: МИФИ, 2007.

1. Хлопов М. Ю. Основы космомикрофизики. – М.: УРСС, 2004.
2. Окунь Л.Б. Физика элементарных частиц. – М.: Наука, 1988.
3. Окунь Л.Б. «Зеркальные частицы и зеркальная материя» // УФН, т.117, №4, 2007;
4. Максименко О. «Зеркальная материя — начало пути» //Наука и жизнь, №12, 2007;
5. Бронников К.А., Рубин С.Г., «Лекции по гравитации и космологии», М.: МИФИ, 2008.
6. Перкинс Д., «Введение в физику высоких энергий», М.: Энергоатомиздат, 1991