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 без слабого взаимодействия: SU(3)\*U(1)**

Выполнил:

группа: M17-115

студент: Семичев А.В.

Преподаватель:

Хлопов М.Ю.

Москва 2017 г.

**Введение**

Терминами “зеркальный мир”, “зеркальная материя” и “зеркальный мир” в настоящее время обозначают гипотетический скрытый сектор частиц и взаимодействий, которые компенсируют зеркальную асимметрию слабых взаимодействий обычных частиц. Зеркальная материя рассматривается как возможная составляющая невидимой темной материи.[1] Теория зеркального мира впервые была предложена в 1956 году Ли и Янгом для объяснения нарушения Р-чётности. В своей работе для восстановления симметрии между правой и левой системой координат, они выдвинули предположение о существовании зеркальных партнеров обычных частиц[2].

В данном реферате рассматривается мир без слабого взаимодействия. В процессе рассмотрения было принято предположение, что массы и все заряды частиц, а так же константы взаимодействия, остаются неизменными.

**Адронная структура Вселенной**

Легкие мезоны, которые распадаются засчет слабого взаимодействия, такие как каоны и заряженные пионы являются стабильными во Вселенной без слабого взаимодействия, а те, которые имеют другие виды распадов, такие как $π^{0}$и *η*, будут нестабильны. Так как существует несколько стабильных адронов во Вселенной без слабого взаимодействия, важным является вопрос рассмотрения распределения вещества состоящего из стабильных адронов после фазового перехода КХД, но до нуклеосинтеза.

Хоть легкие мезоны и странные барионы не могут распасться в этой Вселенной, на конечных температурах их плотности испытывают сильное подавление, поэтому можно с хорошей точностью сказать, что адронная структура состояла только из протонов, нейтронов и из $Λ\_{s}^{0}$ гиперона, ниже показано засчет чего происходит это подавление.

Допустим при температурах намного ниже фазового перехода КХД заметную часть плотности, помимо протонов и нейтронов, составляют $π^{+}$ мезоны. Для них возможна реакция превращения $π^{+}$ и нейтрона в $π^{0}$ и протон. Затем, благодаря тому, что $π^{0} $могут легко распадаться, их плотность становится примерно равной термической плотности, а она, в свою очередь, подавлена по экспоненциальному закону. Подобные процессы будут происходить и со всеми каонами, засчет реакции превращения K и $Λ\_{s}^{0}$ в *η* мезон и протон, а также со всеми ∑ барионами, засчет рекции превращения ∑ и нейтрона в $Λ\_{s}^{0}$ и протон.

Далее стоит рассмотреть возможные процессы объеденний $Λ\_{s}^{0} гиперонов $с протонами и нейтронами. $Λ\_{s}^{0}$ не может обмениваться пионом с протоном или нейтроном, так как он является изоспиновым синглетом. Обмен единичным каоном возможен (I=1/2), но этот процесс сильно подавляется потенциалом Юкава. Другой возможный процесс - это обмен двумя пионами в одно-петлевой диаграмме, но в ней должен присутствовать барион с I=1, т.е. один из ∑ гиперонов, масса которых больше массы $Λ\_{s}^{0 }$ на 80 МэВ. Исходя из этих предположений делается вывод, что $Λ\_{s}^{0} $ испытывают очень слабые реакции с другими барионами и их количество не будет подавляться во Вселенной без слабого взаимодействия.

**Первичный Нуклеосинтез**

Есть четыре основных отличия при рассмотрении нуклеосинтеза во Вселенной без слабого взаимодействия:

1. Отсутствуют какие-либо реакции слабого взаимодействия и нейтрон является стабильной частицой.
2. Состояние Вселенной входящей в фазу нуклеосинтеза зависят только от плотности адроннов, а она в свою очередь от плотности кварков.
3. Не требуются учитывать эффекты связанные с воздействием стабильных мезонов, по причине их отсутствия во Вселенной без слабого взаимодействия.
4. Не существуют нейтрино, что приводит к уменьшению числа степеней свободы Вселенной во время нуклеосинтеза, что в свою очередь немного замедляет ее расширение.

Подразумевая что концентрации u и d кварков примерно равны, Вселенная без слабого взаимодействия входит в фазу нуклеосинтеза примерно с одинаковым количеством протонов и нейтронов. Если соотношение барионов к фотонам такое же как в нашей Вселенной, то легко предположить что почти все протоны и нейтроны превратяться в гелий. Такая Вселенная будет сильно отличаться от нашей, вплоть до образования дисков в галактиктах, образования звезд, и т.д.. Однако есть два способа, с помощью которых структура Вселенной без слабого взаимодействия после фазы нуклеосинтеза будет почти такой же как и в нашей Вселенной.

Первый заключается в изменении концетрации u и d кварков. Например, если $n\_{u}$ ≃ $\frac{5}{3}n\_{d}$, что соответсвует $\frac{n\_{p}}{n\_{n}}=7$, это приведет к примерно такому же соотношению протонов и гелия что и в нашей Вселенной. Второй способ предлагает оставить соотношение кварков без изменения, но изменить их общую концетрацию по отношению к количеству фотонов. Изменяя общее количество кварков можно добиться структуры после нуклеосинтеза как в нашей Вселенной, однако также можно получить Вселенную, в которой количество дейтерия будет немного больше[3].

**Звездный нуклеосинтез**

В нашей Вселенной реакция нуклеосинтеза протекает с помощью слабого взаимодействия.

$$p+p \rightarrow D + e^{+}+ ν\_{e}$$

Очевидно, что эта реакция отсутствует во Вселенной без слабого взаимодействия, однако, если рассмотреть структуру Вселенной после нуклеосинтеза, в которой остается большее количество дейтерия, то это позволет сжимающимся облакам водородного газа перейти к реакции

$$p+D \rightarrow +γ$$

Последующие реакции протекают также как и в нашей Вселенной.

$$+ \rightarrow +2p$$

$$D+ \rightarrow +p$$

 Плюс ко всему эффективной окажется реакция:

$$2p+2D \rightarrow +2p$$

**Заключение**

В реферате рассмотрена модель зеркального мира без слабого взаимодействия. В работе обсуждается как отсутствие этого взаимодействия может повлиять на адронную структуру Вселенной, на процесс первичного нуклеосинтеза, а также на возможность образования звезд.

**Список литературы**

1. Л. Б. Окунь УФН 177 397 (2007)
2. И. Ю. Кобзарев, Л. Б. Окунь, И. Я. Померанчук. ЯФ 3 1154 (1966)
3. R. Harnik, G. D. Kribs, and G. Perez, Phys. Rev. D 74, 035006 (2006)