НИЯУ МИФИ

Êàôåäðà Ôèçèêè Ýëåìåíòàðíûõ ÷àñòèö

Теневой мир с одним поколением фермионов

|  |
| --- |
| Выполнила: Леонова Т.И.  группа Т9-40  Проверил: Хлопов М.Ю.  2014 год |

1. Введение

Впервые термин “зеркальная частица” был предложен Ли и Янгом в 1956г в работе “Вопрос сохранения четности в слабых взаимодействиях” [1]. Они предположили, что при слабых взаимодействиях четность может не сохраняться и, чтобы в целом симметрия **[kakaya ?]** не нарушалась, должны существовать зеркальные частицы, которые будут компенсировать нарушение Р-четности. Десять лет спустя, после открытия СР-нарушения, Кобзарев, Померанчук и Окунь обсудили различные феноменологические аспекты идеи, предложенной Ли и Янгом, и, в работе «О возможности экспериментального обнаружения зеркальных частиц» [2], опубликованной в журнале «Ядерная физика» в 1966 году, они показали, что зеркальный мир может взаимодействовать с нашим только по гравитационному взаимодействию.  **[v etoi rabote ? Na samom dele oni ne iskluchili obschee slaboe vzaimodeistvie, kotoroe bylo isklucheno pozdnee, posle otkrytiya Z i W]**

Для теневого мира предполагается, что состав и строение зеркального мира (зеркальные частицы имеют массу как у обычных частиц, но другой знак СР-четности **[eto u zerkalnykh, a vy govorite o tenevom]**) могут отличаться от обычного.

Изучение теории о теневом мире представляет интерес для возможного объяснения существования темной материи.

Цель данной работы заключается в рассмотрении модели теневого мира с одним поколением фермионов.

2. Модель

В рассматриваемой модели предполагается, что, помимо трех поколений фермионов в нашем мире, существует одно поколение в теневом мире. В этом случае, в тот момент, когда происходила закалка отношения числа нейтронов и протонов в обычном веществе, в полную плотность должны давать вклад зеркальные частицы, что должно приводить к увеличению концентрации 4Не. Предполагается, что значения масс фермионов и их соотношения в теневом мире совпадает с аналогичными значениями в обычном мире. Также предполагается, что в теневом мире есть свои собственные электромагнитное, слабое и сильные взаимодействия, и, следовательно, есть переносчики взаимодействий: зеркальные фотоны, глюоны, W± и Z бозоны (их массы также положим равными массам соответствующих переносчиков взаимодействий в обычном мире). **[sleduet razdelit na glavu o fizike Vashei modeli i glavu o kosmologicheskom scenarii, v kotoroi vy ukazyvaete, kakie kosmologichskie sledstviya vy tekayut iz Vashei modeli, a kakie elementy kosmologicheskogo scenariya Vy postuliruete. Pervichnyi nukleosintez sleduet vydelit v otdelnuyu glavu ]**

Рассмотрим стадию первичного нуклеосинтеза (1с-5мин). Соотношение концентрации нейтронов и протонов, которое установилось на этой стадии:



где , – масса нейтрона, – масса протона, *Т* – температура Вселенной. Отношение концентрация определялось температурой закалки:



где – константа Ферми, – гравитационная постоянная, – статистический фактор, характеризующий плотность Вселенной:



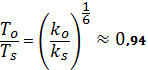
где – количество спиновых состояний. Так как на стадии нуклеосинтеза МэВ, то бозоны не будут давать вклад. Предполагая, что существует 3 поколения фермионов в обычном мире и одно в теневом, получаем:



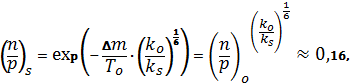
.



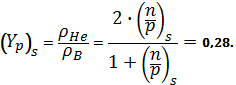
В современном мире *k=*5,375. Тогда отношение температур в обычном мире и теневом мире с одним поколением фермионов:



Тогда:



Оценим долю первичного гелия:



Верхний предел на обилие первичного гелия Y<0,25 [3]. Полученный результат для нашей модели не входит в данный предел, однородная смесь обычного и зеркального вещества исключается.

Предполагается, что обычный и теневой мир имеют разную космологическую эволюцию. В частности, что они никогда не были в равновесии друг с другом. Концентрация барионов в теневом мире не совпадает с концентрацией барионов в нашем мире. Чтобы наличие теневого мира не повлияло на первичный нуклеосинтез в обычном мире, оба сектора должны иметь различные начальные условия формирования:

1. после Большого Взрыва: где *Ts* – температура теневого мира, *To* –температура обычного мира;



1. взаимодействие между секторами слабое, термодинамическое равновесие не устанавливается;
2. оба сектора расширяются адиабатически.

Таким образом эпоха первичного нуклеосинтеза предсказывает различное обилие первичных элементов. Например, так как то число фотонов в теневом мире меньше числа фотонов в обычном мире [4].



3.Темная материя

Так как в рассматриваемой модели предполагается, что значения масс фермионов и плотности вещества в теневом и обычном мире совпадают, то с помощью данной модели нельзя объяснить существование всей темной материи во Вселенной.



Для решения данной проблемы можно либо увеличить массу, либо плотность барионов теневого мира. **[Sleduet rassmotret nukleosintez v zerkalnom mire i na osnove ego rezultatov obsudit vozmozhnye formy zerkalnykh ob’ektov]**

Так как предполагается, что взаимодействия обычного и теневого мира аналогичны, то в теневом мире могут существовать компактные объекты, подобные нашим планетам и звездам. Обнаружить существование зеркальных звезд можно по эффекту гравитационного микролинзарования, который состоит во временном увеличении яркости известных видимых звезд в тот период времени, когда невидимый массивный объект пересекает линию между наблюдателем и звездой, отклоняя своим гравитационным полем идущий от звезды свет. Таким методом коллаборация MACHO изучала природу темной материи в гало, в результате были получены данные о наличии темной материи в форме невидимых объектов с размером типичных звезд [5]. Но, так как в процессе эволюции звезды в большом количестве должны присутствовать зеркальный газ и зеркальная пыль, то предполагается, что не вся скрытая масса в гало объясняется зеркальными звездами.

На основе данных, полученных в экспериментах DAMA, CoGeNT и CRESST-II построена теория о том, что может существовать галактическое гало темной материи, состоящее из частиц зеркального мира, которые образуют многокомпонентную плазму из e±, H, He, O, Fe и т.д. [6].

4. Заключение

В данной работе показано влияние теневого мира с одним поколением фермионов на долю первичного гелия.

Температура теневого мира должна быть меньше температуры обычного мира; взаимодействие между мирами может быть гравитационным.

Для объяснения темной материи требуется увеличение массы или плотности барионов теневого мира.

5. Список литературы

1. T. D. Lee and C. N. Yang, Phys. Rev. 104 (1956) 254.
2. Kobzarev, L. Okun and I. Pomeranchuk, Sov. J. Nucl. Phys. 3 (1966) 837.
3. Хлопов М.Ю., «Основы космомикрофизики», М.:УРСС, 2004
4. Mirror or Superstring-Inspired Hidden Sector of the Universe, Dark Matter and Dark Energy, arXiv:1101.4558v2 [hep-ph]
5. MACHOs in dark matter haloes, arXiv:astro-ph/0602394v1
6. Mirror dark matter explanation of the DAMA, CoGeNT and CRESST-II data, arXiv:1211.1500v1 [astro-ph.CO]
7. COSMOLOGY WITH MIRROR DARK MATTER, arXiv:1102.5530v1 [astro-ph.CO]
8. С. Вайнберг, «Космология», М.:УРСС, 2013

**Sleduet ukazat avtorov e-printov, a takze ssylku na ikh zhurnalnuyu publikacioyu**