

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 с четырьмя  
поколениями фермионов»**

Выполнил:

Студент: Спесивый М.А.  
Группа: М16-115

Москва 2016 г.

## Введение

До работы Ли и Янга предполагалось, что чётность сохраняется во всех фундаментальных взаимодействиях элементарных частиц.

В 1957 году в опыте Ву было экспериментально обнаружено нарушение Р-чётности. Существовала гипотеза о сохранении комбинированной (СР) чётности, согласно которой зеркальное отражение системы с одновременной заменой частиц на античастицы не изменяет поведение системы. То есть «зеркальное вещество» есть антивещество. В большинстве процессов комбинированная чётность сохраняется, но отдельных случаях она всё же незначительно нарушается.

Нарушение СР чётности было обнаружено, когда нашли распад

$$K_2^0 \rightarrow 2\pi$$

Так как СР-чётность сохраняется не всегда, то это означает, что античастицы больше не подходят на роль зеркальных частиц, поэтому их роль должен выполнять новый набор частиц. Открытие промежуточных  $W^{+/-}$  и  $Z^0$ - бозонов в слабых взаимодействиях и измерение их ширины исключило общее слабое взаимодействие между обычными и зеркальными частицами. Поэтому не только фундаментальные частицы, но и калибровочные бозоны, осуществляющие их взаимодействие должны иметь своих зеркальных партнёров.

## Модель.

В рамках рассматриваемой модели механизмы инфляции и бариосинтеза отсутствуют. Предполагается, что в зеркальном мире существует 4 поколения фермионов, а нашем 3. Это зеркальные партнёры фермионов, существующих в нашем мире, зеркальные фотоны, а так же тяжёлые h-лептоны. Так же полагается, что массы зеркальных первых трёх поколений равны массам первых трёх поколений фермионов нашего мира, а массы частиц четвёртого поколения  $\sim 10^6$  раз больше масс частиц первого поколения. Зеркальный и обычный мир развиваются параллельно, гравитационно

воздействуя друг на друга. Фермионы 4-го поколения аналогичны фермионам 1-го поколения, только тяжелее.  $u$  — соответствует тяжёлый U кварк с массой  $\sim 3$  ТэВ,  $d$  — кварку D,  $e$  — тяжёлый E с массой  $\sim 500$  ГэВ. Между кварками 4-го и 3-го поколений отсутствует слабое взаимодействие, а для тяжёлых фермионов есть свои переносчики слабого взаимодействия. Так же предполагается, что D — кварк не стабилен и распадается до U кварка и предполагается избыток античастиц над частицами.  $\bar{U}$  кварки образуют адроны  $\bar{U}\bar{U}\bar{U}$  с зарядом -2. Данные частицы имеют размеры на много меньшие, чем нуклоны обычных атомов.

На стадии развития зеркальной вселенной, когда её температура составляет  $\sim 100$  кэВ,  $\bar{U}\bar{U}\bar{U}$  и He образуют атомоподобные состояния  $\bar{U}\bar{U}\bar{U}He$ , которые вследствие большой массы He имеют маленький боровский радиус, да и вообще взаимодействия с остальными частицами, кроме гравитационного, подавлены. Таким образом данные частицы взаимодействуют с частицами зеркального мира и нашего мира только гравитационно, а значит с помощью них можно попробовать описать скрытую массу Вселенной.

Скрытая масса Вселенной примерно в 5 раз превышает видимую. Можно предположить, что вся скрытая масса сосредоточена в зеркальном мире в виде таких частиц  $\bar{U}\bar{U}\bar{U}He$ , которые можно назвать тера-гелием.

В обычном мире существование тера-фермионов маловероятно, потому что кроме нейтральных систем  $[(UUU)EE]$  возможно существование систем, являющихся комбинациями фермионов первого и четвёртого поколений, например  $[(UUU)Ee]$ ,  $[(UUu)Ee]$ , то есть что-то похожее на водород аномально большой массы. Энергией конфайнмента и массами фермионов 1-го поколения можно пренебречь и считать массу таких систем только из масс тера-фермионов. Но пока в природе такого не наблюдалось. Более вероятно существование анти-фермионов четвёртого поколения, так как не должны образовываться адроны из анти-частиц 1-го и 4-го поколений, таких, как  $\bar{U}\bar{U}\bar{u}$  из-за того, что у нас наблюдается избыток частиц 1-го поколения над анти-частицами. Тогда в нашем мире может существовать тера-гелий  $\bar{U}\bar{U}\bar{U}He$ . Но в данной модели рассматривается существование тера-фермионов именно в зеркальном мире.

Если в зеркальном мире предположить для фермионов четвёртого поколения избыток над анти-частицами, то там будет

существовать кроме тера-гелия аномальный водород. А это означает, что если его образуется слишком много, по сравнению с тера-гелием, то значительную часть скрытой массы уже нельзя будет считать идеальным газом. То есть эти частицы будут взаимодействовать с веществом, образованным фермионами 1-го поколения и будут накапливаться в зеркальных планетах, зеркальных звёздах и так далее. То есть тёмная материя будет неоднородной на маленьких масштабах.

Таким образом зеркальный мир с четырьмя поколениями фермионов, с преобладанием анти-фермионов в четвёртом поколении может быть источником скрытой массы во Вселенной.

Список использованной литературы.

Ли, Янг «Вопрос сохранения симметрии в электрослабом взаимодействии»

Хлопов М.Ю. «Основы космомикрoфизики»

Хлопов, «Composite dark matter from 4th generation.»

Блинников С.И., Хлопов М.Ю. «О возможных проявлениях зеркальных частиц»

Fargion and M.Yu. Khlopov TERA-LEPTONS SHADOWS OVER SINISTER  
UNIVERSE D.