

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

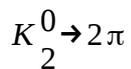
Москва 2016 г.

## Введение

До работы Ли и Янга предполагалось[1], что чётность сохраняется во всех фундаментальных взаимодействиях элементарных частиц.

В 1957 году в опыте Ву[2] было экспериментально обнаружено нарушение P-чётности. Существовала гипотеза о сохранении комбинированной (CP) чётности, согласно которой зеркальное отражение системы с одновременной заменой частиц на античастицы не изменяет поведение системы. То есть «зеркальное вещество» есть антивещество. Далее ученые предположили, что этими частицами могут являться античастицы, но после открытия CP-нарушения эта теория была опровергнута. Позднее Кобзарев, Померанчук и Окунь показали [3], что обычный и зеркальный мир могут взаимодействовать в основном посредством гравитационного или слабого взаимодействия. Но после открытия Z-бозона слабое взаимодействие между мирами было исключено.

Нарушение CP чётности было обнаружено, когда нашли распад



Так как CP-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 в 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 полагается, что  $D$  — кварк не стабилен и распадается до  $U$  кварка и полагается избыток античастиц над частицами.  $U$  кварки образуют адроны  $UUU$  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,  $UUU$  и  $He$  образуют атомоподобные состояния  $UUUHe$ , которые вследствие большой массы  $He$  имеют маленький борковский радиус. Данные частицы взаимодействуют с частицами 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  $UUUHe$ , 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  $[(UUU)Ee]$ ,  $[(UUu)Ee]$ , а так же то есть аномального водорода. А так же был бы избыток  $E^-$ , которые бы тоже образовывали атомо-подобные состояния с  $p^+$  и  $He^{2+}$ . 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. Если предположить существование анти-фермионов четвёртого поколения, то не должны образовываться адроны из анти-частиц 1-го и 4-го поколений, таких, как  $UU\bar{u}$  из-за того, что у нас наблюдается избыток частиц 1-го поколения над анти-частицами. Тогда в нашем мире мог бы существовать тера-гелий  $UUUHe$ . Но тогда оставшиеся

$E^+$  и  $e^-$  образовывали бы атомо-подобные состояния  $E^+e^-$ , чего в природе тоже не наблюдается.

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. Всего возможны комбинации адронов:  $UUU$ ,  $UUu$ ,  $Uuu$  и нейтральные  $U Ud$ ,  $Uud$ . Значит, если грубо оценить, то адронов  $UUU^{2+}$  будет не более 20%. Вклад тяжёлых электронов можно не учитывать из-за их малой массы по сравнению с тяжёлыми кварками. 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. И возможен только в зеркальном мире.

## Список использованной литературы.

1. Ли, Янг «Вопрос сохранения симметрии в электрослабом взаимодействии»
2. <http://nuclphys.sinp.msu.ru/spargalka/031.htm>
3. Berezhiani Z., Through the looking-glass: Alice's adventures in mirror world, arXiv:hep-ph/0508233v1
4. Хлопов М.Ю. «Основы космомикрoфизики»
5. Хлопов, «Composite dark matter from 4th generation.»
6. Блинников С.И., Хлопов М.Ю. «О возможных проявлениях зеркальных частиц»
7. Fargion and M. Yu. Khlopov TERA-LEPTONS SHADOWS OVER SINISTER UNIVERSE D.