

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение**  
**высшего профессионального образования**  
**Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»**

**Институт ядерной физики и технологий (ИЯФит)**  
**КАФЕДРА № 40**  
**«Физика элементарных частиц»**

Реферат  
«Зеркальный мир без слабого взаимодействия:  $U(1) \times SU(3)$ »

Выполнил студент группы М18-115  
Касаткин Денис Дмитриевич

Проверил преподаватель  
Хлопов Максим Юрьевич

Москва - 2018

## **Введение**

В середине XX века ученые, работающие в области физики элементарных частиц, обнаружили нарушение Р-четности, а затем и С-четности в слабых взаимодействиях. Тогда была предложена модель «зеркальной материи» или «зеркальных частиц», в которой гипотетические частицы компенсируют зеркальную асимметрию слабого взаимодействия реальных частиц. Даже есть предположения, что «зеркальные частицы» могут быть в составе скрытой массы.

В данной работе будут рассмотрены «зеркальные» кварки второго поколения ( $s$ -кварк и  $\bar{s}$ -кварк), существующие во вселенной совместно с реальными кварками. Также кварки «зеркальной материи» будут иметь зарядовую симметрию относительно кварков реальной материи.

## Бариосинтез

Во вселенной наблюдается полное преобладание вещества над антивеществом. Точнее антивещество отсутствует на макроскопических масштабах. Однако, если отсутствует слабое взаимодействие, то есть не происходит распад кварков второго поколения, то не будет нарушение CP-четности.

В оригинальном сценарии существует два канала распада частиц:

$$X \rightarrow qq \quad (1),$$

$$X \rightarrow ql \quad (2),$$

где  $q$  — кварк, а  $l$  — заряженный лептон.

А также два канала распада для античастиц:

$$X \rightarrow \bar{q}\bar{q} \quad (3),$$

$$X \rightarrow q\bar{l} \quad (4),$$

где  $\bar{q}$  — антикварк, а  $\bar{l}$  — заряженный антилептон.

Из-за CPT инвариантности полные ширины частиц и античастиц будут равны. Однако во вселенной существует CP-нарушения, поэтому относительные вероятности для распадов частиц и античастиц не совпадают. В зеркальном же мире нет CP-нарушения. Обозначим полную вероятность распада за 1. Относительные вероятности распада по каналам (1) и (2):

$$Br(X \rightarrow qq) = r,$$

$$Br(X \rightarrow q\bar{l}) = 1 - r.$$

Относительные вероятности распада по каналам (3) и (4):

$$Br(X \rightarrow \bar{q}\bar{q}) = \bar{r},$$

$$Br(X \rightarrow q\bar{l}) = 1 - \bar{r}.$$

Из-за отсутствия слабого взаимодействия в зеркальном мире вероятность распада по каналу (2) и (4) будет равна 0. А все распады будут проходить по каналам (1) и (3).

Избыток барионов считается по формуле:

$$n_b = (r - \bar{r})n_X.$$

В барион-симметричной вселенной с равными концентрациями частиц и античастиц будет наблюдаться избыток барионов. Но в зеркальном мире без слабого взаимодействия этого наблюдаться не будет из-за равных вероятностей распадов по каналам (1) и (3)  $r=\bar{r}=1$  .

Так как не будет наблюдаться избытка частиц, то все частицы и античастицы аннигилируют друг с другом. Поэтому зеркальный мир со стабильными поколениями кварков не может существовать ни совместно с нашей вселенной, ни отдельно от нее, так как не будет образовываться барионная материя.