

Национальный Исследовательский Ядерный Университет  
«Московский Инженерно-физический Институт»  
Факультет экспериментальной и теоретической физики  
Кафедра №40  
«Физика элементарных частиц»

Реферат по  
космомикрофизике на тему:

**«Зеркальный мир с  $m_p = m_n$ »**

Выполнил:  
студент группы Т9-40  
Торопова М. А.

Преподаватель:  
Хлопов М.Ю.

## **Введение.**

Параметры любой элементарной частицы имеют большое значение, именно они говорят о её свойствах и описывают взаимодействие с другими частицами. Таким образом, характеристики частиц (такие как масса, заряд, спин, время жизни и прочие) делают наш мир именно таким, каким мы его знаем и видим. Отличие вышеперечисленных параметров от значений реального мира привело бы к полному изменению всего окружающего, эволюция Вселенной изначально бы двигалась совершенно по иному пути.

Целью данного реферата является выяснение того, как выглядел бы зеркальный мир, в котором масса протона была бы равна массе нейтрона.

## Основная часть. Зеркальный мир с $m_p = m_n$ .

В нашем реальном мире экспериментальные значения масс протона и нейтрона принимают следующие значения:

$$m_n = 939,565 \text{ МэВ};$$

$$m_p = 938,272 \text{ МэВ}.$$

Таким образом, рассматриваемая модель невозможна в нашем мире, так как она противоречит наблюдаемым экспериментальным данным.

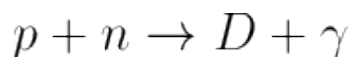
Равенство масс протона и нейтрона приводит к стабильности обеих этих частиц. Далее рассмотрим как эта стабильность могла бы изменить Вселенную.

Так как рассматривается модель мира, который является зеркальным для реально существующего мира, то в нем также существует три поколения фермионов, взаимодействия между частицами зеркального мира аналогичны взаимодействиям частиц в реальном мире, зеркальные частицы могут взаимодействовать с частицами нашего мира только гравитационно.

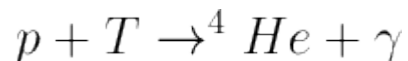
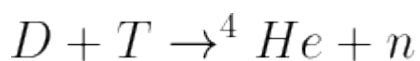
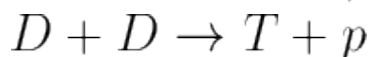
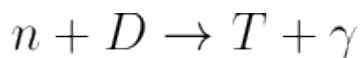
В данной модели нейтрон не может распадаться в свободном состоянии. Бетта-распад невозможен в этом мире из-за невыполнения законов сохранения энергии, электрического заряда, барионного и лептонного квантовых чисел. Таким образом, нейтрон является стабильной частицей также, как и протон.

В ядрах нейтрон будет находиться в глубокой потенциальной яме, как и протон. Следовательно, нейтрон оказывается стабильным и в ядрах.

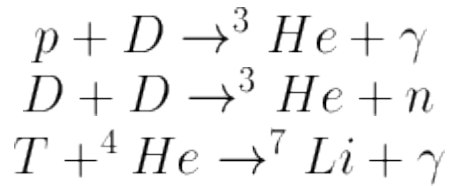
Теперь рассмотрим как эволюционировала бы Вселенная в данном зеркальном мире. Изначально после Большого Взрыва существуют только ядра атома водорода, которыми является сам протон. Другие же простейшие ядра начинают образовываться только при температуре примерно в один миллиард градусов. Сначала нейтроны захватываются протонами и образуется дейтерий:



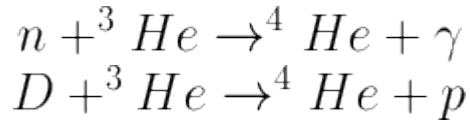
При дальнейшем захвате нейтронов и протонов образуются ядра гелия, состоящие из двух протонов и двух нейтронов:



Также образуется литий и изотоп гелий-3, но концентрация этих веществ мала:



Дальнейшая цепочка реакций выглядит следующим образом:



При падении температуры ниже миллиарда градусов ядерные реакции прекращаются.

Массовые доли водорода и гелия определяются следующими формулами:

$$\begin{aligned}\frac{\varepsilon_H}{\varepsilon_B} &\approx \frac{1 - \frac{n}{p}}{1 + \frac{n}{p}} \\ \frac{\varepsilon_{He}}{\varepsilon_B} &\approx \frac{2 \frac{n}{p}}{1 + \frac{n}{p}}\end{aligned}$$

Таким образом, в реальном мире эти соотношения равны 0,75 и 0,25 соответственно.

Соотношение числа нейтронов к числу протонов определяется формулой:

$$\frac{n}{p} = \exp\left(-\frac{\Delta m}{T}\right)$$

В зеркальном мире разница масс протона и нейтрона равна 0, следовательно  $n/p=1$ , Тогда массовая доля первичного гелия будет составлять 100%, а массовая доля водорода будет равна 0. В этом мире будет доминировать гелий-4.

Система из двух протонов и двух нейтронов может находиться в двух состояниях:

1. свободное — нуклоны  $2p+2n$ ;
2. связанное — ядро гелия.

Соотношение числа систем в этих состояниях также определяется с помощью формулы:

$$\frac{N(2p+2n)}{N(He)} = \exp\left(-\frac{\Delta m}{kT}\right)$$

где

$$\Delta m = 4m_n - m_{He}$$

Изначально это соотношение равно 1, но с уменьшением температуры оно будет также уменьшаться.

## **Заключение.**

Таким образом, учитывая все вышесказанное о модели зеркального мира, где  $m_p = m_n$ , можно сделать следующие выводы:

1. Вселенная будет состоять преимущественно из гелия-4.
2. Концентрация водорода будет близка к нулю. Следовательно, можно предположить, что будет равно нулю количество обычных для нашего мира звезд — звезд, где протекают термоядерные реакции горения водорода. Возможно существование только массивных звезд, в которых будет проходить процесс горения гелия.
3. Синтез тяжелых элементов будет проходить по каналам, отходящим от каналов в нашем мире. Химический состав данного зеркального мира будет не таким богатым, как в реальном мире.
4. Возможен позитронный распад ядер, в следствии кулоновского взаимодействия протонов.

## **Список литературы.**

1. Лучков Б.И., Июдин А.Ф. Ядерная астрофизика
2. Емельянов В. М., Белоцкий К. М. Лекции по основам электрослабой модели и новой физике: Учебное пособие. – М.: МИФИ, 2007.
3. Хлопов М. Ю. Основы космомикрoфизики. – М.: УРСС, 2004.
4. Окунь Л.Б. Физика элементарных частиц. – М.: Наука, 1988.