

**В.А. Чуриков**

## **О РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ АСИММЕТРИИ МАТЕРИИ И АНТИМАТЕРИИ ВО ВСЕЛЕННОЙ НА ОСНОВЕ СУБКВАРКОВОЙ МОДЕЛИ РИТОНОВ**

E-mail: vachurikov@list.ru.

**Аннотация.** Показано, что в рамках субкварковой модели ритонов легко решается проблема асимметрии материи и антиматерии во Вселенной в пользу того, что число частиц и античастиц во Вселенной одинаково. Это значит, что барионная и лептонная составляющие Вселенной состоят из одинакового числа ритонов и антиритонов. Барионная и лептонная асимметрия Вселенной является следствием несимметричной рекомбинации ритонов и антиритонов. Показано, что ритоны и антиритоны в составе барионов, стабильны, т. е. не аннигилируют.

**Ключевые слова.** Кварки, лептоны, Стандартная модель, фундаментальные взаимодействия, ритон, тросон, асимметрии материи и антиматерии, барионная асимметрия, рекомбинационная асимметрия, тросон-ритонная плазма.

**Key words.** Quarks, leptons, Standard model, fundamental interactions, riton, troson, matter-antimatter asymmetry, baryon asymmetry, recombination asymmetry, troson-riton plasma.

### **Ритоны и проблема асимметрии материи и антиматерии во Вселенной**

Одной из важнейших проблем физики является вопрос об *асимметрии материи и антиматерии во Вселенной*, которая выражается в том, что число барионов в виде нуклонов (протонов и нейтронов) и заряженных лептонов (электронов) во Вселенной значительно превосходит число соответствующих им античастиц (антипротонов, антинейтронов, позитронов). Антинуклонов и позитронов, почти нет, а если они и появляется в результате высокоэнергетических процессов, то быстро аннигилирует с соответствующими частицами материи. Такая асимметрия материи и антиматерии получила название *барионной асимметрии* Вселенной.

Почему материя и антиматерия так несимметрично представлены во Вселенной? Это не нашло своего объяснения, хотя по этому поводу было высказано много гипотез [1-4].

Рассмотрим данный вопрос с позиции субкварковой модели ритонов [5-6], которая является дальнейшим развитием модели ришонов [7-9].

В основе модели лежат два типа ритонов,  $T$  и  $V$ , а также два соответствующих им антиритона,  $\tilde{V}$  и  $\tilde{T}$ . Все эти частицы - фермионы со спином  $1/2$ . К этой модели также относится переносчик межритонного взаимодействия - калибровочный бозон  $K$ , со спином, равным 1, названный *тросоном* (табл. 1). В кварках и лептонах ритоны удерживаются тросонами, подобно тому, как глюоны удерживают кварки в адронах. У ритонов, источниками тросонов являются *тоны* - аналоги цветов в хромодинамике. Для объяснения взаимодействия ритонов в кварках и лептонах посредством тросонов, была предложена квантово-полевая калибровочная модель [10]. Тросонные взаимодействия между ритонами должны относиться к фундаментальным взаимодействиям, как цветовые и электромагнитные взаимодействия.

**Таблица 1.** Ритоны, антиритоны, тосон и некоторые их характеристики

Ритоны	Спин	Электр. заряд	Цвета и антицвета	Тоны и/или антитоны	Масса
<b>T</b>	1/2	1/3	$r, g, b$	тоны	$>0$ (?)
<b>V</b>	1/2	0	$\tilde{r}, \tilde{g}, \tilde{b}$	тоны	$>0$ (?)
<b><math>\tilde{V}</math></b>	1/2	0	$r, g, b$	антитоны	$>0$ (?)
<b><math>\tilde{T}</math></b>	1/2	-1/3	$\tilde{r}, \tilde{g}, \tilde{b}$	антитоны	$>0$ (?)
<b>Тросон K</b>	1	0	0	тоны и антитоны	0

Все лептоны и кварки Стандартной модели являются комбинациями из трёх ритонов или трёх антиритонов. Фермионы второго и третьего поколения трактуются как возбуждённые состояния кварков и лептонов первого поколения (табл. 2).

В работе [11] был введён *принцип фундаментальности частиц*, в основе которого, в частности, лежит утверждение, что фундаментальные частицы, т. е. не являющиеся составными, могут иметь электрический заряд не более элементарного. Если за элементарный заряд принять  $e_e$ , который равен  $1/3$  заряда позитрона, тогда половина кварков и лептонов будут составными частицами. Остальные кварки и лептоны тоже не будут фундаментальными, ввиду того, что находятся на одном «уровне элементарности» с первыми. Поэтому из этого принципа следует, что кварки и лептоны являются составными частицами. Кроме того, получается, что на роль частиц, из которых состоят кварки и лептоны, очень хорошо подходят ритоны.

Модель ритонов замечательно вписывается в Стандартную модель. Из ритонов «строятся» кварки и лептоны, а также векторные бозоны -  $Z^0$ ,  $W^\pm$ .

Таблица 2. Ритонный состав массивных частиц Стандартной модели

	1 поколение	2 поколение	3 поколение	Массивные переносчики взаимодействий (промежуточные бозоны) и бозон Хиггса	Безмассовые переносчики взаимодействий
q s m t	$e^- (\tilde{t}\tilde{t}\tilde{t})$ электрон (electron) -3e <sub>e</sub> <sup>1</sup> 1/2 0,51099895000(15) MeV ∞	$\mu^- (\tilde{t}\tilde{t}\tilde{t})^{*2}$ мюон (muon) -3e <sub>e</sub> 1/2 105,6583745(24) MeV 2,19703(4)·10 <sup>-6</sup> s	$\tau^- (\tilde{t}\tilde{t}\tilde{t})^{**3}$ таон (tau) -3e <sub>e</sub> 1/2 1,77682(16) GeV 2,9·10 <sup>-13</sup> s	$Z^0 \left( \frac{\tilde{t}\tilde{t}\tilde{t}\tilde{t} \pm \tilde{v}\tilde{v}\tilde{v}\tilde{v}}{\sqrt{2}} \right)$ Z <sup>0</sup> бозон (Z <sup>0</sup> boson) 0 1 91,1876±0,0021 GeV ~3·10 <sup>-25</sup> s. Γ=2,4952 GeV	$\gamma$ фотон (photon) <1·10 <sup>-35</sup> e 1 <1·10 <sup>-18</sup> eV ∞
q s m t	$u (\tilde{t}\tilde{t}\tilde{v})$ верхний (up) 2e <sub>e</sub> 1/2 2,3±0,7±0,5MeV ∞	$c (\tilde{t}\tilde{t}\tilde{v})^*$ очарованный (charmed) 2e <sub>e</sub> 1/2 1275±25MeV 2,19703(4)·10 <sup>-6</sup> s	$t (\tilde{t}\tilde{t}\tilde{v})^{**}$ истинный (truth (top)) 2e <sub>e</sub> 1/2 174 340±650MeV 2,9·10 <sup>-13</sup> s	$W^+ (\tilde{t}\tilde{t}\tilde{v}\tilde{v})$ W <sup>+</sup> бозон (W <sup>+</sup> boson) -3e <sub>e</sub> 1 80,385±0,015GeV ~3·10 <sup>-25</sup> s. Γ=2,141GeV	$g$ глюон (gluon) 0 1 0 ∞
q s m t	$d (\tilde{t}\tilde{v}\tilde{v})$ нижний (down) -e <sub>e</sub> 1/2 4,8±0,5±0,3MeV ∞	$s (\tilde{t}\tilde{v}\tilde{v})^*$ странный (strange) -e <sub>e</sub> 1/2 95±5MeV 2,19703(4)·10 <sup>-6</sup> s	$b (\tilde{t}\tilde{v}\tilde{v})^{**}$ прекрасный (beauty (bottom)) -e <sub>e</sub> 1/2 4180±30MeV 2,9·10 <sup>-13</sup> s	$W^- (\tilde{t}\tilde{t}\tilde{v}\tilde{v}\tilde{v})$ W <sup>-</sup> бозон (W <sup>-</sup> boson) -3e <sub>e</sub> 1 80,385±0,015GeV ~3·10 <sup>-25</sup> s. Γ=2,141GeV	
q s m t	$\nu_e (\tilde{v}\tilde{v}\tilde{v})$ электронное нейтрино (electron neutrino) 0 1/2 0,12eV >7·10 <sup>9</sup> c×(m <sub>N</sub> /1эВ) <sup>-1</sup>	$\nu_\mu (\tilde{v}\tilde{v}\tilde{v})^*$ мюонное нейтрино (muon neutrino) 0 1/2 <0,28eV ?	$\nu_\tau (\tilde{v}\tilde{v}\tilde{v})^{**}$ тау-нейтрино (tau neutrino) 0 1/2 <0,28eV ?	$H_{???}$ Бозон Хиггса (Higgs boson) 0 0 125,26±0,21GeV 1,56·10 <sup>-22</sup> s	

1) Здесь в качестве элементарного заряда принимается электрический заряд анти-d-кварка ( $\tilde{d}$ ) и обозначается  $e_e = e / 3$ , где  $e$  - заряд позитрона.

2) Звездой (\*) обозначается первое возбуждённое состояние.

3) Двумя звёздами (\*\*) обозначается второе возбуждённое состояние.

Асимметрия материи и антиматерии во Вселенной в рамках модели ритонов, очевидно, должна сводиться к асимметрии числа ритонов и антиритонов во Вселенной. Простое рассмотрение показало, что число ритонов и антиритонов во Вселенной одинаково, что было показано на основе модели ришонов - более ранней модели ритонов [12]. Это следует из числа ритонов и

антиритонов входящих в состав электронов, а также  $u$  и  $d$ -кварков из которых состоят протоны и нейтроны (табл. 2).

Рассмотрим это более подробно.

### Число ритонов и антиритонов во Вселенной одинаково

Во Вселенной «светящаяся» стабильная материя представлена протонами, нейтронами и электронами. Вклад в баланс ритонов и антиритонов будут вносить ритоны и антиритоны входящие в состав стабильных частиц, а нестабильные частицы, ввиду их очень малой концентрации, на число ритонов и антиритонов во Вселенной практически влиять не будут.

Во Вселенной примерно 0,5% массы, это нейтрино, кроме этого 4-5% массы, это барионная составляющая массы Вселенной, т. е. протоны, нейтроны и электроны, которые образуют атомные ядра и электронные оболочки.

Атом водорода состоит из шести ритонов (TTTTVV) и шести соответствующих им антиритонов ( $\tilde{T}\tilde{T}\tilde{T}\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V}$ )

$${}^1_1\text{H}\{p^+[u(\text{TTV}), u(\text{TTV}), d(\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V})] + e^-(\tilde{T}\tilde{T}\tilde{T})\}.$$

Это соотношение можно распространить на все протоны  $N_p$  и все электроны  $N_{e^-}$  во Вселенной независимо от того, в состав каких атомов, ионов или ядер они входят, т. е. число протонов и электронов одинаково

$$N_p = N_{e^-}.$$

Ядра элементов, которые тяжелее водорода, а также ядра водорода - дейтоны, которые составляют менее 0,001%, от числа ядер водорода, входят нейтроны. Ритонный состав нейтрона

$$n[u(\text{TTV}), d(\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V}), d(\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V})].$$

Здесь три ритона (TTV) и шесть антиритонов ( $\tilde{T}\tilde{T}\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V}\tilde{V}$ ), т. е. на три антиритона ( $\tilde{V}\tilde{V}\tilde{V}$ ) больше, что сдвигает баланс числа ритонов и антиритонов в сторону большего числа антиритонов. Такой дисбаланс можно восстановить, если сделать предположение, в соответствии с которым каждому нейтрону будет соответствовать одно дополнительное нейтрино  $\nu_e$  (VVV). В этом случае для равенства числа ритонов и антиритонов необходимо, чтобы выполнялось равенство

$$N_{\nu_e} = N_{\bar{\nu}_e} + N_n.$$

Здесь  $N_{\nu_e}$  и  $N_{\bar{\nu}_e}$  - числа электронных нейтрино и антинейтрино, соответственно, а  $N_n$  - число нейтронов во Вселенной.

Предполагается, что число электронных нейтрино и электронных анти-нейтрино почти равно  $N_{\nu_e} \simeq N_{\bar{\nu}_e}$ , а по сравнению с числом нейтронов, будет  $N_{\nu_e} \simeq N_{\bar{\nu}_e} \gg \gg N_n$ .

Ввиду осцилляций между разными типами нейтрино  $N_\nu$  и между разными типами антинейтрино  $N_{\bar{\nu}}$ , будет справедливо приближённое равенство

$$N_\nu \simeq N_{\bar{\nu}}.$$

Для нейтронов будет справедливо неравенство  $N_\nu \simeq N_{\bar{\nu}} \gg \gg N_n$ , а с учётом того, что каждому нейтрону во Вселенной соответствует одно нейтрино, а число нейтрино превосходит число антинейтрино на  $\Delta N_\nu$

$$N_\nu = N_{\bar{\nu}} + \Delta N_\nu.$$

Величину  $\Delta N_\nu$  будем называть *нейтринным сдвигом*, который очевидно будет  $\Delta N_\nu = N_n$ .

Исходя из астрофизических данных о числе разных типов частиц во Вселенной [13], легко оценить нейтринный сдвиг по числу нейтронов во Вселенной, которых будет  $N_n \approx 3,34 \times 10^{-79}$  из общего числа барионов  $N_b \approx 8,34 \times 10^{-79}$ . Исходя из суммы нейтрино и антинейтрино  $N_{\nu_e} + N_{\bar{\nu}_e} \approx 1,11 \times 10^{-89}$ , легко оценить отношение  $\alpha_\nu$  нейтринного сдвига к числу всех антинейтрино  $N_{\bar{\nu}}$  во Вселенной

$$\alpha_\nu = \frac{\Delta N_\nu}{N_{\bar{\nu}}} = \frac{N_n}{N_{\bar{\nu}}} \approx \frac{3,34 \times 10^{-79}}{5,55 \times 10^{-88}} \approx 6 \times 10^{-10}.$$

Здесь  $\alpha_\nu$  - *коэффициент нейтринной асимметрии*, являющийся численной характеристикой *несимметричной рекомбинации* ритонов  $V$  и антиритонов  $\tilde{V}$  в нейтрино и антинейтрино.

Для числа нейтрино и числа антинейтрино на раннем этапе эволюции Вселенной будет справедливо соотношение

$$(1 - \alpha_\nu)N_\nu = N_{\bar{\nu}}.$$

Получили, что число нейтрино больше числа антинейтрино на долю, которая на 9-10 порядков меньше общего числа нейтрино. Это значит, что перевес барион-электронной составляющей материи над антиматерией компенсируется относительно очень малым преобладанием числа нейтрино над антинейтрино.

Превышение числа нейтрино над антинейтрино должно произойти в эпоху *тросон-ритонной* плазмы, в которой проходит рекомбинация ритонов и антиритонов в кварки и антикварки, а также в лептоны и антилептоны. Эпоха тросон-ритонной плазмы должна предшествовать эпохе кварк-глюонной плазмы. На более поздних этапах эволюции Вселенной первоначальное соотношение между числом нейтрино и антинейтрино может измениться в ре-

зультате ядерных реакций в звёздах, при взрывах сверхновых и иных процессах, но в силу законов сохранения, это уже не может нарушить соотношения между числом ритонов и числом антиритонов.

Окончательно, из равенств  $N_p = N_{e^-}$  и  $N_{\nu_e} = N_{\tilde{\nu}_e} + N_n$  следует, что число ритонов  $N_V$  и  $N_T$ , а также, соответствующих им антиритонов  $N_{\tilde{V}}$  и  $N_{\tilde{T}}$  во Вселенной одинаково

$$N_V = N_{\tilde{V}}; \quad N_T = N_{\tilde{T}}.$$

Эти два равенства говорят, что число частиц материи во Вселенной равно числу соответствующих им частиц антиматерии. Получили, что модель ритонов решает одну из самых важных проблем физики - проблему асимметрии материи и антиматерии во Вселенной.

При этом, всё же, нельзя полностью исключить некоторое относительно малое различие между числом ритонов и числом антиритонов во Вселенной. Тогда такое нарушение симметрии между числом частиц и числом античастиц будет требовать исследования о причинах, времени и величине этого нарушения.

Осцилляции между разными типами нейтрино, которые экспериментально окончательно были открыты 2010 г. [11] и возможные осцилляции между разными типами антинейтрино, фактически ничего не меняет в балансе нейтрино и антинейтрино.

Таким образом, асимметрия материи и антиматерии во Вселенной имеет место, если её рассматривать как асимметрию между числом барионов и антибарионов и между числом электронов и позитронов, но асимметрии материи и антиматерии по числу ритонов и числу их античастиц уже нет.

Число нейтрино во Вселенной значительно превышает число кварков и электронов

$$N_{\nu_e} + N_{\tilde{\nu}_e} \gg \gg N_u + N_d + N_{e^-} > N_p + N_n + N_{e^-}.$$

Из этих неравенств, в свою очередь, следуют два важных неравенства

$$N_V \gg \gg N_T; \quad N_{\tilde{V}} \gg \gg N_{\tilde{T}}.$$

Получили, что электрически нейтральных V-ритонов на много порядков больше, чем электрически заряженных T-ритонов. По современным представлениям, это примерно 10 порядков, как уже было показано. Эти неравенства говорят об интересной асимметрии между числом V и T-ритонов, которую будем называть *количественной асимметрией V и T-ритонов*. Почему количество V и T-ритонов во Вселенной так сильно отличаются? Воз-

можно, что одной из причин этого является значительно меньшая масса V-ритона, чем масса T-ритона. Поэтому V-ритоны значительно легче и больше рождались, чем T-ритоны, при появлении тресон-ритонной плазмы на раннем этапе эволюции Вселенной. Различие в массах T-ритона и V-ритона можно грубо оценить исходя из масс электрона  $m_e = 0,511 \times 10^6 \text{ eV}$  и приближительной массы электронного нейтрино  $m_{\nu_e} \leq 0,12 \text{ eV}$ .

$$\frac{m_e}{m_{\nu_e}} = \frac{0,511 \times 10^6 \text{ eV}}{0,12 \text{ eV}} \approx 4,258 \times 10^6.$$

Получили, что масса T-ритона  $m_T$  будет превосходить массу V-ритона  $m_V$ , примерно на 6-7 порядков

$$\frac{m_e}{m_{\nu_e}} \approx \frac{m_T}{m_V} = \frac{m_{\tilde{T}}}{m_{\tilde{V}}} \approx 10^6 \div 10^7.$$

Из этих соотношений видно, что масса барионной и лептонной составляющих материи сосредоточена, в большей степени, в протонах и нейтронах, в состав которых входят T-ритоны. Масса барионов Вселенной превышает суммарную массу V-ритонов и их античастиц, входящих в состав всех нейтрино и антинейтрино.

Кроме этого можно сказать, что всё T-ритоны Вселенной имеет массу в несколько раз или на порядок больше массы всех V-ритонов во Вселенной.

Одной из причин большей массы у T-ритона, чем у V-ритона может быть наличие электрического заряда у T-ритона.

Получили, что ритоны *неожиданно* решают проблему количества материи и антиматерии во Вселенной, но в связи с этим возникает ряд других вопросов. Рассмотрим некоторые из них.

## Несимметричная рекомбинация ритонов и антиритонов

Барионная асимметрия Вселенной в рамках модели ритонов, очевидно, является следствием несимметричной рекомбинацией ритонов и антиритонов, которая, должна была произойти на ранних этапах эволюции Вселенной.

В случае симметричной рекомбинации ритонов и антиритонов, кварки и лептоны проаннигилировали бы, а степень аннигиляции материи и антиматерии была бы очень высокой и могла бы продолжаться вплоть до полной их аннигиляции или до концентраций, которые на много порядков меньше, чем их сейчас имеется во Вселенной.

Почему ритоны и антиритоны рекомбинировали не симметрично, т. е. больше в кварки и электроны, чем в антикварки и позитроны? Такую асимметрию назовём *рекомбинационной асимметрией* материи и антиматерии, т. е. ритонов и антиритонов. Случайность это или закономерность? Какие причины и механизмы асимметричной рекомбинации? Данная асимметрия,



должна была возникнуть на раннем этапе эволюции Вселенной - на этапе появления тросон-ритонной плазмы, при охлаждении которой во время расширения Вселенной и затем при её фазовом переходе в кварк-глюонную плазму. В этом случае шли два конкурирующих процесса, аннигиляция ритонов и антиритонов и их рекомбинация в кварки, антикварки, лептоны и антилептоны т. е. *кваркогенез* и *лептогенез*. После этого должна наступить эра кварк-глюонной плазмы, где кварки и заряженные лептоны будут превосходить по количеству антикварки и заряженные антилептоны. Затем должна проходить *адронизация* кварков, которая приведёт к барионной асимметрии материи.

Рекомбинационная симметрия между ритонами и антиритонами нарушена. Если судить о степени асимметричной рекомбинации по общему числу ритонов и антиритонов во Вселенной, то оно относительно небольшое. Эта асимметрия составляет по современным астрофизическим данным примерно одну пару ритон-антиритон на  $10^{10}$  симметрично скомбинированных пар. Причём ритоны  $V$  и антиритоны  $\tilde{V}$  в подавляющем большинстве скомбинированы симметрично в нейтрино и антинейтрино и примерно одна десяти-миллиардная часть - несимметрично, в кварки. Это можно назвать *симметрией V-ритонов*. При этом все ритоны  $T$  и  $\tilde{T}$  скомбинированы несимметрично и являются основой для кварковой (барионной) и электронной части материи и отвечают за барионную и электронную асимметрию материи. Современные астрофизические данные отношения числа антибарионов во Вселенной  $N_{\bar{b}}$  к числу барионов  $N_b$  очень мало и оценивается в широких пределах

$$\frac{N_{\bar{b}}}{N_b} \leq 10^{-10} \div 10^{-15}.$$

Все  $T$  и  $\tilde{T}$ -ритоны входят в состав только кварков и заряженных лептонов, поэтому рекомбинационная симметрия для  $T$ -ритонов нарушена полностью, что будем называть *рекомбинационной асимметрией T-ритонов*.

Получили, что барионная и электронная асимметрия материи Вселенной является комбинацией очень малого нарушения симметрии  $V$ -ритонов и полной асимметрии  $T$ -ритонов.

Но масса ритонов, которые скомбинированы несимметрично в протоны и нейтроны в 8-10 раз больше массы ритонов, которые скомбинированы почти симметрично в нейтрино и антинейтрино.

*Степень рекомбинационной асимметрии* числа всех ритонов и антиритонов во Вселенной  $\Sigma_{TV}$  не очень большая и равна отношению всех  $T$  и  $\tilde{T}$ -ритонов к суммарному числу всех типов ритонов и антиритонов

$$\Sigma_{TV} = \frac{N_T + N_{\tilde{T}}}{N_T + N_V + N_{\tilde{T}} + N_{\tilde{V}}} = \frac{N_T}{N_T + N_V} = \frac{N_{\tilde{T}}}{N_{\tilde{T}} + N_{\tilde{V}}} = 10^{-10}.$$

Такая величина рекомбинационной асимметрии говорит о том, что материя скомбинирована достаточно симметрично благодаря тому, что



нейтрино во Вселенной значительно больше, чем кварков и заряженных лептонов.

Преимущественное направление рекомбинации может оказаться следствием случайных отклонений от симметричной рекомбинации или по причине известных эффектов, так и неизвестных физических явлений. Очевидно, что при полной симметрии свойств ритонов и антиритонов, причиной асимметричной рекомбинации может быть только случайность. Если свойства ритонов и антиритонов отклоняются от полной симметрии, то асимметричная рекомбинация может оказаться закономерной. Например, это может быть нарушение С, Р, СР -инвариантности или даже по причине нарушения СРТ-симметрии, что эквивалентно нарушению симметрии между материей и антиматерией, чего тоже нельзя полностью исключать. При этом случайность и закономерность асимметричной рекомбинации могут, так или иначе, сочетаться.

В случае симметричной рекомбинации ритонов и антиритонов в кварки и лептоны образовывалось бы одинаковое количество кварков и антикварков, а также лептонов и антилептонов. В этом случае будет продолжаться аннигиляция материи и антиматерии, но уже не на уровне тресон-ритонной плазмы, а на уровне кварк-глюонной плазмы и на последующих этапах эволюции Вселенной. В этом случае барионная и антибарионная, а также, электронная и позитронная части, если бы не проаннигилировали до конца, то их концентрация была бы значительно меньше, чем у современной барионной материи. При этом количество лептонов и антилептонов, барионов и антибарионов было бы одинаковым, а их аннигиляция во Вселенной продолжалась бы ещё очень долго.

Кроме этого, в случае несимметричной рекомбинации, важен вопрос о доле ритонов и антиритонов, которые проаннигилировали на ранних этапах эволюции Вселенной и доле ритонов и антиритонов, которые остались после аннигиляции в составе кварков, электронов, нейтрино и антинейтрино. Если обозначить число ритонов и антиритонов во Вселенной, которые были в ритонной плазме изначально за  $N_V^U$ ,  $N_T^U$ ,  $N_{\bar{V}}^U$  и  $N_{\bar{T}}^U$ , причём предполагаются справедливыми равенства  $N_V^U = N_{\bar{V}}^U$  и  $N_T^U = N_{\bar{T}}^U$ . Тогда доли оставшихся после аннигиляции ритонов и антиритонов во Вселенной  $\alpha_T$  и  $\alpha_V$ , будут

$$\alpha_T = \frac{N_T}{N_T^U} = \frac{N_{\bar{T}}}{N_{\bar{T}}^U}; \quad 0 < \alpha_T < 1;$$

$$\alpha_V = \frac{N_V}{N_V^U} = \frac{N_{\bar{V}}}{N_{\bar{V}}^U}; \quad 0 < \alpha_V < 1.$$

Можно ввести общую долю от числа всех типов ритонов или всех типов антиритонов оставшихся после аннигиляции ритонов и антиритонов

$$\alpha_{VT} = \frac{N_V + N_T}{N_V^U + N_T^U} = \frac{N_{\bar{V}} + N_{\bar{T}}}{N_{\bar{V}}^U + N_{\bar{T}}^U}; \quad 0 < \alpha_{VT} < 1.$$

Очень важно знать соотношение между изначальным числом V и T-ритонов во Вселенной

$$\zeta_{TV} = \frac{N_T^U}{N_V^U}.$$

Исходя из современных представлениях о числе V и T-ритонов, должно быть справедливо неравенство  $\zeta_{TV} \ll 1$ .

Соотношения между коэффициентами  $\alpha_V$ ,  $\alpha_T$ ,  $\alpha_{TV}$  и  $\zeta_{TV}$  будет

$$\alpha_{TV} = \frac{\alpha_V N_V^U + \alpha_T N_T^U}{N_V^U + N_T^U} = \frac{\alpha_V + \alpha_T \zeta_{TV}}{1 + \zeta_{TV}}.$$

Доли проаннигилировавших ритонов  $N_V^\times, N_T^\times$  и антиритонов  $N_{\bar{T}}^\times, N_{\bar{V}}^\times$  будут

$$N_T^\times = N_{\bar{T}}^\times = (1 - \alpha_T) N_T^U = (1 - \alpha_T) N_{\bar{T}}^U;$$

$$N_V^\times = N_{\bar{V}}^\times = (1 - \alpha_V) N_V^U = (1 - \alpha_V) N_{\bar{V}}^U.$$

Общая доля от числа ритонов и антиритонов после аннигиляции

$$N_V^\times + N_{\bar{V}}^\times = N_V^\times + N_{\bar{T}}^\times = (1 - \alpha_{TV})(N_T^U + N_V^U) = (1 - \alpha_{TV})(N_{\bar{T}}^U + N_{\bar{V}}^U).$$

Очевидно, что первоначальные числа ритонов и антиритонов равны суммам соответствующих ритонов и антиритонов, которые проаннигилировали и которые остались после аннигиляции

$$N_V^U = N_{\bar{V}}^U = N_V^\times + N_V = N_{\bar{V}}^\times + N_{\bar{V}};$$

$$N_T^U = N_{\bar{T}}^U = N_T^\times + N_T = N_{\bar{T}}^\times + N_{\bar{T}}.$$

Вопросы о доле проаннигилировавших ритонов и антиритонов во Вселенной т. е. материи и антиматерии на этапе тресон-ритонной плазмы, затем кварк-глюонной плазмы, на этапе адронизации материи и т. д., очень важен для правильного понимания эволюции Вселенной и требуют отдельного исследования.

### Почему ритоны и антиритоны в барионах и атомах не аннигилируют?

Модель ритонов решая вопрос о равном количестве материи и антиматерии во Вселенной, но при этом ставит важный вопрос о стабильности барионной материи, прежде всего протонов. Почему ритоны и антиритоны в составе протонов, нейтронов и атомов не аннигилируют или их аннигиляция сильно подавлена?

При аннигиляционном распаде протона можно предположить аннигиляцию одной пары, двух пар и трёх пар ритонов и антиритонов одновременно. Имеется два варианта аннигиляции, одного ритона и антиритона  $T$  и  $\tilde{T}$  или  $V$  и  $\tilde{V}$ , а также два варианта сразу двух пар  $VV$  и  $\tilde{V}\tilde{V}$  или  $TV$  и  $\tilde{T}\tilde{V}$ , и кроме этого, один вариант одновременной аннигиляции сразу трёх пар ритонов и антиритонов. Например, при аннигиляции сразу трёх пар возможны реакции типа

$$\left[ p^+ [u(TTV), u(TTV), d(\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V})] \right]_{L=0}^{B=1} \xrightarrow[\Delta L=-1]{\Delta B=-1} \left[ l_i^+ (TTT) + ? \right]_{L=-1}^{B=0}.$$

Здесь  $l_i^+ (TTT)$  один из вариантов антилептона: позитрона  $i=1$ , антимюона  $i=2$  и антитауона  $i=3$ .

Такие реакции потребует сложная перестройка системы ритонов, что снижает вероятность распада. В этом случае должны проаннигилировать все три антиритона у  $d$ -кварка одна пара ритонов должна принадлежать одному из  $u$ -кварков, а один аннигилирующий ритон должен принадлежать другому  $u$ -кварку. Оставшиеся ритоны должны объединиться в заряженный лептон с положительным элетрическим зарядом. При тройной аннигиляции будет происходить нарушение закона барионного числа, связанное с его «исчезновением» в левой части равенства, где он равен 1 и одновременное нарушение лептонного числа в виде его «появления» у заряженного лептон, который бует равет -1.

Аннигиляционные распады с одной и двумя парами ритонов тоже связаны с нарушением сразу двух законов сохранения - барионного числа и лептонных числа, поэтому такие распады тоже невозможны.

Рассмотрим распады по каналам, которые не связаны с аннигиляцией ритонов, а с их перерекombинацией, например

$$p^+ [u(TTV), u(TTV), d(\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V})] \rightarrow l_i^+ (TTT) + \pi^0 [\tilde{d}(TVV), d(\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V})].$$

Такие распады, очевидно, тоже должны сопровождаться нарушением барионного и лептонного числа, а поэтому тоже запрещены.

Можно предположить полную и одновременную аннигиляция всех шести ритонов и шести антиритонов в атоме водорода  ${}^1\text{H}$  в несколько фотонов

$${}^1\text{H} \{ p [u(TTV), u(TTV), d(\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V})] + e^- (\tilde{T}\tilde{T}\tilde{T}) \} \rightarrow n\gamma + ?.$$

В этом случае опять же нарушается закон сохранения барионного числа и лептонного числа, поэтому такие распады невозможны.

В случае аннигиляционных распадов с одной, двумя, тремя, четырьмя и пятью парами ритонов и антиритонов невозможны, ввиду того, что в результате могут образовываться частицы с открытым цветом. При этом также должны быть нарушения закона сохранения барионного числа и/или лептонных чисел, поэтому такие распады тоже запрещены.

Перерекombинации ритонов в атоме водорода, опять будет приводить к нарушению барионного и/или лептонного числа.

Получили, что для стабильности барионной материи принципиальную роль играют законы сохранения барионного и лептонных чисел, которые удерживают от распада протоны. Поэтому кварк-лептонная материя Вселенной стабильна. Если распад протона не является абсолютно запрещёнными, то очень сильно подавлен. Нижнее экспериментальное ограничение времени жизни протона по всем каналам распада было получено в Канадской нейтринной лаборатории Sudbury Neutrino Observatory и составляет  $t_p > 2,1 \times 10^{29}$  лет [14].

Устойчивость ритонной материи появляется после несимметричной рекомбинации ритонной плазмы в кварк-лептонную материю, которая теряет способность к аннигиляции ритонов в барионах и лептонах и к невозможности распада за счёт перерекомбинации, благодаря закону сохранения барионного числа и законам сохранения лептонных чисел.

## Литература

1. Сахаров А. Д. Кварк-мюонные токи и нарушение СР-инвариантности // Письма ЖЭТФ, Т. 5, №1, сс. 36-39.
2. Игнатъев А. Ю., Кузьмин В. А., Шапошников М. Е. О происхождении барионной асимметрии Вселенной // Письма ЖЭТФ, 1979. Т 30. №11, сс. 726-730.
3. Вилчек Ф. Космическая асимметрия между материей и антиматерией, пер. с англ. // Успехи физ. наук. 1982 Т. 136, №1, сс. 149-165.
4. Сахаров А. Д. Барионная асимметрия Вселенной // Обзорный доклад на конференции, посвящённой 100-летию А. А. Фридмана. Ленинград, 22-26 июня 1988 г. (Успехи физических наук. 1991. Т. 161, № 5, сс. 110-120).
5. Чуриков В.А. Модель ришонов – составная модель кварков и лептонов // Труды IV Международной конференции студентов и молодых учёных: Перспективы развития фундаментальных наук. Россия, Томск, 15 – 18 мая 2007 г., сс. 122 – 125. (IV International Conference “Prospects of fundamental sciences development”. Russia, Tomsk, May 15 – 18, 2007 - Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2007, сс. 122–125).
6. Чуриков В. А. Субкварковая феноменологическая модель фундаментальных частиц на основе ритонов // PREPRINTS.RU. 2021. 04. 01. [<https://doi.org/10.24108/preprints-3112210>].
7. Harari H. A schematic model of quarks and leptons // Physics Letters 1979. V. 86 B, № 1, pp. 83-86.
8. Shupe M. A. A composite model of leptons and quarks // Physics Letters 1979. V. 86 B, № 1, pp. 87-92.
9. Гринберг О. У. Новый структурный уровень // Успехи физических наук, 1987. Т. 153, № 2, 335-351. (Greenberg O. W. A New Level of Structure // Physics Today, 1985, V. 38. № 9, pp. 22-30).
10. Чуриков В.А. Калибровочные теории с векторным цветом // Труды IV Международной конференции студентов и молодых учёных: Перспективы

развития фундаментальных наук. Россия, Томск, 15 – 18 мая 2007 г.– С. 125 – 128. (IV International Conference “Prospects of fundamental sciences development”. Russia, Tomsk, May 15 – 18, 2007. pp. 125 –128) - Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2007, – сс. 122 –125).

11. Чуриков В. А. 2021. Модель составных кварков и лептонов следует из принципа фундаментальности частиц // PREPRINTS.RU. 2021. 04. 25. <https://doi.org/10.24108/preprints-3112221>.

12. Чуриков В. А. Барионная асимметрия Вселенной в рамках модели ришонов. Депонировано ВИНТИ, 1990. № 12 78 - В90. 8 с. От 13.02.1990 Печатается в соответствии с решением бюро редколлегии журнала «Известия вузов. Физика».

13. Don N. Page. Are Most Particles Gravitons? // arXiv:1605.04351v1. 2016, pp. 1-9. [<https://arxiv.org/abs/1605.04351v1>].

14. Ahmed S.N. et al. (SNO Collaboration) // Constraints on nucleon decay via invisible modes from the Sudbury Neutrino Observatory. *Physical Review Letters*. 2004. V 92. № 10. DOI:[10.1103/PhysRevLett.92.102004](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.92.102004). PMID 15089201.