

В. А. Чуриков

E-mail: vachurikov@list.ru.

НЕЙТРИНО, ВЕКТОРНЫЕ БОЗОНЫ, БЕТА-РАСПАДЫ И ВОЗМОЖНЫЕ НОВЫЕ ЧАСТИЦЫ В РАМКАХ ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКОЙ СУБКВАРКОВОЙ МОДЕЛИ РИТОНОВ

Аннотация. Показано, что из феноменологической субкварковая модель ритонов разных типов массы разных типов нейтрино выстраиваются в прямую иерархию масс. Запрещены осцилляции между нейтрино и анти-нейтрино. Бета-распады хорошо описываются моделью ритонов. Без-нейтринный двойной бета-распад запрещён, поэтому отрицательные эксперименты по его обнаружению говорят в пользу модели ритонов. Запрещены также осцилляции между нейтронами и антинейтронами, что тоже подтверждается экспериментами. Описываются осцилляции нейтральных каонов и других нейтральных мезонов в модели ритонов. Из модели ритонов следует возможность существования ризонов, частиц являющихся аналогами мезонов в модели кварков.

Ключевые слова. Кварки, лептоны, Стандартная модель, фундаментальные взаимодействия, ритон, тросон, тон, нейтрино, бета-распад,

Key words. Quarks, leptons, Standard model, fundamental interactions, riton, troson, tone, neutrino, beta decay.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	3
НЕЙТРИНО В РАМКАХ МОДЕЛИ РИТОНОВ	5
ВЕКТОРНЫЕ БОЗОНЫ КАК КОМБИНАЦИИ РИТОНОВ	7
ВОЗБУЖДЁННЫЕ СОСТОЯНИЯ ВЕКТОРНЫХ БОЗОНОВ	8
О ЛЕПТОННЫХ И БАРИОННЫХ ЧИСЛАХ ВЕКТОРНЫХ БОЗОНОВ	10
БЕТА-РАСПАДЫ В РАМКАХ МОДЕЛИ РИТОНОВ	11
ПРАВИЛО РАЗНОСТИ ЧИСЛА РИТОНОВ И АНТИРИТОНОВ ДО И ПОСЛЕ РЕАКЦИИ	12
ДВОЙНОЙ БЕТА-РАСПАД.....	13
ДВОЙНОЙ БЕЗНЕЙТРИННЫЙ БЕТА-РАСПАД	15
ОСЦИЛЛЯЦИИ НЕЙТРАЛЬНЫХ КАОНОВ И ДРУГИХ НЕЙТРАЛЬНЫХ МЕЗОНОВ.....	17
ОСЦИЛЛЯЦИИ НЕЙТРОН \leftrightarrow АНТИНЕЙТРОН.....	19
РИЗОНЫ КАК МЕЗОНЫ ТИПА РИТОН-АНТИРИТОН	20
ПЕРЕКРЁСТНЫЕ РИЗОНЫ $V\tilde{T}$ И $\tilde{V}T$	21
МУЛЬТИРИТОНЫ.....	21
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	22
ЛИТЕРАТУРА.....	22

Введение

Феноменологическая субкварковая модель ритонов является дальнейшим развитием модели рионов [1-3]. В соответствии с феноменологической моделью ритонов кварки, лептоны и векторные бозоны Стандартной модели состоят из ритонов.

Свойства ритонов и как из их комбинаций получаются частицы Стандартной модели, даны в табл. 1 и табл. 2. Более подробно о модели ритонов можно узнать из работ [4-8].

Таблица 1. Ритоны, антиритоны, тросон и некоторые их характеристики

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

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

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.

Важным и неожиданным свойством ритонов является решение проблемы асимметрии материи и антиматерии во Вселенной. Из астрофизических данных по числу разных типов частиц во Вселенной и из свойств ритонов, следует, что число ритонов и антиритонов во Вселенной одинаково [4 - 6].

Кроме этого, есть и другие важные следствия феноменологической модели ритонов. Были предсказаны массы нейтрино до их экспериментального обнаружения.

Хорошее согласие с известными процессами, например с осцилляциями между нейтральными мезонами K^0, D^0, B^0 и их античастицами. Хорошо описываются разные типы бета-распадов.

Из ритонов легко «сконструировать» и некоторые другие частицы, которые не следуют из Стандартной модели.

Рассмотрим подробнее эти вопросы.

Нейтрино в рамках модели ритонов

Все три типа нейтрино Стандартной модели состоят из трёх ритонов $\nu(VVV)$, а все типы антинейтрино из трёх антиритонов $\bar{\nu}(\tilde{V}\tilde{V}\tilde{V})$. Ввиду того, что ритоны V и \tilde{V} являются друг для друга античастицами и не тождественны между собой, поэтому все нейтрино имеют своих нетождественных им двойников – антинейтрино, которые являются античастицами для нейтрино. *Из этого следует, что в модели ритонов нейтрино не могут быть майорановскими частицами.*

Из массивности фермионов Стандартной модели, что Ритоны массивные частицы, и как следствие, все типы нейтрино однозначно являются массивными, что было предсказано в 2004 г. [5] до надёжного экспериментального открытия массы нейтрино в 2011 г., что описано в обзоре [9]. *Наличие массы у нейтрино и её предсказание является важным аргументом в пользу модели ритонов.*

В настоящее время вопрос о массах нейтрино разных поколений, т. е. вопрос об иерархии масс нейтрино остаётся открытым. Рассматривается иерархия, когда масса нейтрино растёт от первого поколения ко второму, а потом к третьему, $m_{\nu_e} < m_{\nu_\mu} < m_{\nu_\tau}$, что называется *прямой иерархией* или *нормальный спектр* масс нейтрино. Также рассматривается *обратная иерархия* или *обобщённый спектр*, когда масса электронного нейтрино наибольшая, а массы остальных типов нейтрино меньше, например $m_{\nu_\tau} < m_{\nu_e} < m_{\nu_\mu}$ [10].

В модели ритонов от первого поколения ко второму, а затем и к третьему растёт возбуждение нейтрино, что должно приводить к росту их массы, а следовательно к прямой иерархии масс нейтрино. Это следствие можно рассматривать как предсказание модели ритонов.

Из массивности нейтрино следует, что они являются четырёхкомпонентными дираковскими частицами, а не двухкомпонентными вейлевскими. Строго говоря, уравнение Вейля для массивных нейтрино могут описывать нейтрино приближённо и тем точнее, чем меньше их массы.

Вопрос об осцилляциях нейтрино в рамках модели ритонов требует отдельного рассмотрения. Осцилляции, как между разными типами нейтрино, например, $\nu_e(VVV) \leftrightarrow \nu_\mu(VVV)$, так и между разными типами антинейтрино, таких как $\tilde{\nu}_e(\tilde{V}\tilde{V}\tilde{V}) \leftrightarrow \tilde{\nu}_\mu(\tilde{V}\tilde{V}\tilde{V})$ приводят к изменениям лептонных чисел у нейтрино разных поколений и антилептонных чисел между антинейтрино разных поколений. Осцилляции нейтрино должны приводить к осцилляциям лептонных чисел, которые должны переходить друг в друга, но всегда какое-либо лептонное число из трёх обязательно сохраняется, но не уничтожаться и/или не возникает. Такое положение можно назвать слабым *законом слабого сохранения лептонных чисел*.

Осцилляции между электронными и мюонными нейтрино были предсказаны Б. Понтекорво в 1957 г. [11 - 12].

После многих экспериментов, осцилляции между электронными и мюонными солнечными нейтрино $\nu_e(VVV) \leftrightarrow \nu_\mu(VVV)$ окончательно были установлены в 2011 г. в международном эксперименте коллаборации T2K (Tokai-to-Kamioka) [13 - 14].

Открытие осцилляций нейтрино означает открытие массы нейтрино, что, в свою очередь является аргументом в пользу модели ритонов.

В случае осцилляций между нейтрино и антинейтрино $\nu_i(VVV) \leftrightarrow \tilde{\nu}_i(\tilde{V}\tilde{V}\tilde{V})$ лептонные числа должны переходить в антилептонные числа и наоборот. Причём каждый такой переход должен сопровождаться одновременным нарушением лептонного числа у лептонов и антилептонов, т. е. $\Delta L = \pm 2$. Поэтому такие осцилляции возможны только при двойных нарушениях лептонных чисел. Кроме этого, при таких осцилляциях должны происходить тройные переходы между ритонами V и антиритонами \tilde{V} , т. е. $V \leftrightarrow \tilde{V}$, что с точки зрения модели ритонов невозможно. Кроме этого, при переходах $V \leftrightarrow \tilde{V}$, у ритонов должны ещё меняться цвета на антицвета и обратно, а также тоны на антитоны и обратно. В этом случае будут двойные нарушения законов сохранения цвета и тона, поэтому *в модели ритонов запрещены осцилляции между нейтрино и антинейтрино*.

Из всех типов нейтрино стабильны, возможно, только электронные нейтрино, ввиду того, что они не являются возбуждёнными состояниями и находятся в самом низком энергетическом состоянии. Мюонное и тау-нейтрино в рамках модели ритонов могут оказаться как стабильными, так и метастабильными, с достаточно большим временем жизни. Ответ на этот вопрос требует дополнительных данных. Необходимо разобраться с природой лептонных чисел, поскольку мюонное лептонное число и тау-лептонное число должны сохраняться при распадах мюонного и тау-нейтрино, если такие распады возможны, но эти лептонные числа могут переходить одно в другое при осцилляциях разных типов нейтрино. Например, мюонное или тау леп-

тонные числа могут переходить между собой и переходить в электронное лептонное число. Если лептонные числа сохранялись бы строго, то невозможны были бы осцилляции, например между электронными и мюонными нейтрино.

Нестабильные нейтрино, видимо не могут распадаться в электромагнитных взаимодействиях, ввиду нулевого электрического заряда V-ритонов из которого они состоят. Но, видимо, могут распадаться в слабых, цветовых или межритонных взаимодействиях, которые удерживают между собой ритоны.

В соответствии со Стандартной моделью нейтрино участвует только в слабых и гравитационных взаимодействиях. В модели ритонов, нейтрино имеют скрытый цвет, поэтому они могут участвовать в цветовых взаимодействиях, но при очень больших энергиях, возможно от нескольких ТэВ и выше. Этот вывод справедлив и для заряженных лептонов и антилептонов.

Способность нейтрино к цветовым взаимодействиям даёт возможность объяснить наличие космических лучей сверхвысоких энергий, порядка 10^{19} эВ и более. Существование электрически заряженных космических лучей сверхвысоких энергий резко ограничено энергией 5×10^{19} эВ, называемой *пределом Грейзена - Зацепина – Кузьмина* (1964) [15]. Это связано с тем, что при высоких энергиях электрически заряженные космические лучи начинают рассеиваться на фотонах реликтового излучения, что снижет их энергию. Наблюдения за космическими лучами показало, что космических лучей сверхвысоких энергий существенно больше, чем следует из расчётов и большинство из них имеет внегалактическое происхождение. *Это можно объяснить наличием в составе космических лучей нейтрино сверхвысоких энергий, у которых сечение цветового взаимодействия должно расти с увеличением энергии нейтрино и будет достаточно большим при энергиях 10^{19} эВ и более.* С другой стороны, в соответствии с моделью ритонов, нейтрино не имеют электрического заряда, даже скрытого, поэтому они не должны будут рассеиваться на реликтовых фотонах. Поэтому, время жизни и длина пробега в космическом пространстве, у таких нейтрино будет на много порядков больше, чем у электрически заряженных космических лучей сверхвысоких энергий.

Векторные бозоны как комбинации ритонов

Векторные W^{\pm} -бозоны являются частицами с тройным элементарным электрическим зарядом, $\pm 3e_e$, поэтому они являются составными частицами и состоят из шести ритонов или антиритонов (гексаритоны).

Векторные W^{\pm} -бозоны состоят из трёх ритонов TTT и трёх ритонов VVV

$$W^+ = W^+(TTTVVV).$$

W^- -бозоны являются античастицами W^+ -бозонов и состоят из трёх антиритонов $\tilde{T}\tilde{T}\tilde{T}$ и трёх антииритонов $\tilde{V}\tilde{V}\tilde{V}$

$$W^- = W^-(\tilde{T}\tilde{T}\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V}\tilde{V}).$$

Рождение W^+ -бозона можно получить, например, в протон-антипротонном столкновении, как показано на диаграмме **рис. 1**.

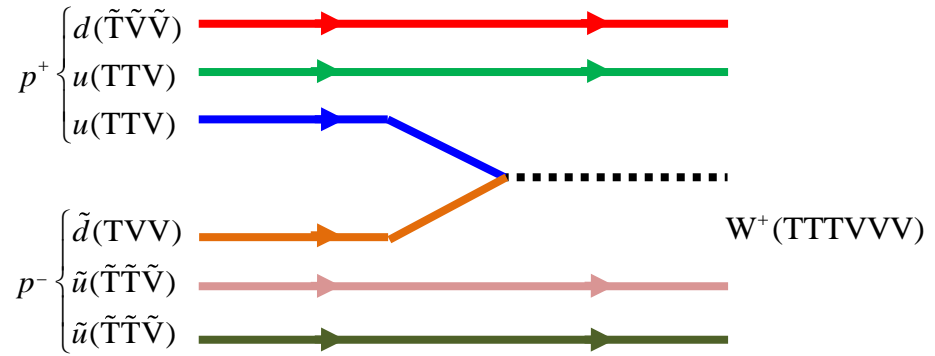


Рис. 1. Рождение заряженного бозона W при столкновении протона и антипротона

Нейтральный бозон Z^0 является смешанным состоянием системы трёх ритонов TTT и трёх антиритонов $\tilde{T}\tilde{T}\tilde{T}$ с одной стороны и с другой стороны с системой из трёх ритонов VVV и трёх антиритонов $\tilde{V}\tilde{V}\tilde{V}$

$$Z^0 = Z^0 \left(\frac{TTT\tilde{T}\tilde{T}\tilde{T} \pm VVV\tilde{V}\tilde{V}\tilde{V}}{\sqrt{2}} \right).$$

Здесь два знака « \pm » поставлены для общности.

Возбуждённые состояния векторных бозонов

У векторных бозонов могут быть возбуждённые состояния $W^{\pm*}$ и Z^{0*} , которые будут векторными частицами

$$W^{+*} = W^{+*}(TTTVVV), \quad W^{-*} = W^{-*}(\tilde{T}\tilde{T}\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V}\tilde{V}),$$

$$Z^{0*} = Z^{0*} \left(\frac{TTTT\tilde{T}\tilde{T} \pm VVV\tilde{V}\tilde{V}}{\sqrt{2}} \right).$$

Не исключено, что, векторные бозоны могут иметь несколько аналогов с разными зарядами, массами и спинами ($s=0, 2, 3$), которые тоже являются возбуждёнными состояниями W^\pm и Z^0 бозонов

$$W_{s=0,2,3}^{+*} = W_{s=0,2,3}^{+*}(TTTTVVV), \quad W_{s=0,2,3}^{-*} = W_{s=0,2,3}^{-*}(\tilde{T}\tilde{T}\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V}\tilde{V}),$$

$$Z_{s=0,2,3}^{0*} = Z_{s=0,2,3}^{0*} \left(\frac{TTTT\tilde{T}\tilde{T} \pm VVV\tilde{V}\tilde{V}}{\sqrt{2}} \right).$$

Бозоны $W^{\pm*}$, Z^{0*} , $W_{s=0,2,3}^{\pm*}$ и $Z_{s=0,2,3}^{0*}$ могут быть переносчиками взаимодействий, аналогичных слабому, но на несколько порядков слабей и которые можно назвать *сверхслабыми взаимодействиями* по аналогии с ранее предложенными взаимодействиями [16]. Такие частицы могут проявляться как резонансы с массами бóльшими, чем у векторных бозонов.

Для всех возбуждённых состояний векторных бозонов для всех возможных спинов $s=0, 1, 2, 3$, можно ввести единые обозначения

$$W_{s=0,1,2,3}^{+*} = W_{s=0,1,2,3}^{+*}(TTTTVVV), \quad W_{s=0,1,2,3}^{-*} = W_{s=0,1,2,3}^{-*}(\tilde{T}\tilde{T}\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V}\tilde{V}),$$

$$Z_{s=0,1,2,3}^{0*} = Z_{s=0,1,2,3}^{0*} \left(\frac{TTTT\tilde{T}\tilde{T} \pm VVV\tilde{V}\tilde{V}}{\sqrt{2}} \right).$$

Кроме этого не исключено, что могут возникать резонансы с двойным электрическим зарядом протонов или электронов или шестикратным e_e

$$W_{s=0,1,2,3}^{2+} = W_{s=0,1,2,3}^{2+}(TTTTTTT), \quad W_{s=0,1,2,3}^{2-*} = W_{s=0,1,2,3}^{2-*}(\tilde{T}\tilde{T}\tilde{T}\tilde{T}\tilde{T}\tilde{T}).$$

Такие частицы могут быть также в возбуждённых состояниях и с разными сочетаниями ориентаций спинов у ритонов

$$W_{s=0,1,2,3}^{2+*} = W_{s=0,1,2,3}^{2+*}(TTTTTTT), \quad W_{s=0,1,2,3}^{2-*} = W_{s=0,1,2,3}^{2-*}(\tilde{T}\tilde{T}\tilde{T}\tilde{T}\tilde{T}\tilde{T}).$$

Не исключено, что и такие частицы могут оказаться переносчиками взаимодействий, которые аналогичны слабым взаимодействиям, но значительно слабее их.

Вопрос об энергетических спектрах возбуждённых состояниях векторных бозонов и других систем ритонов, может быть решён в теории взаимодействия ритонов.

Естественно предположить, что взаимодействия с участием возбуждённых бозонов $W_{s=0,1,2,3}^{+}$, $W_{s=0,1,2,3}^{-*}$ и $Z_{s=0,1,2,3}^{0*}$ могут приводить к нарушению CP-инвариантности.*

О лептонных и барионных числах векторных бозонов

Из таблицы комбинации, что барионное число B и лептонные числа L_e , L_μ , L_τ характерны для тройных комбинаций ритонов или антиритонов.

Лептонные числа появляются в комбинациях антиритонов и ритонов

$$\tilde{T}\tilde{T}\tilde{T}, \quad VVV$$

Для антилептонных чисел характерны комбинации ритонов и антиритонов

$$TTT, \quad \tilde{V}\tilde{V}\tilde{V}$$

Для барионных чисел характерны комбинации ритонов и антиритонов

$$TTV, \quad \tilde{T}\tilde{V}\tilde{V}$$

Для антибарионных чисел характерны комбинации антиритонов и ритонов

$$\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V}, \quad TVV$$

Векторные бозоны не имеют открытых барионных и лептонных чисел, но их можно рассматривать как частицы со скрытыми лептонными числами и одновременно скрытыми барионными числами

У векторного бозона W^+ имеется скрытое антилептонное число $-L$, которое следует из комбинации ритонов (TTT), которое, в свою очередь, компенсируется лептонным числом равным $+L$ из-за комбинации (VVV), а также барионное число $B/3$ из-за комбинации (TTV) и антибарионное $-B/3$, благодаря комбинации (TVV)

$$W^+ = W^+ \begin{pmatrix} TTT & VVV \\ -\tilde{L} & L \end{pmatrix} = W^+ \begin{pmatrix} TTV & TVV \\ B/3 & -B/3 \end{pmatrix}.$$

Аналогично, у векторного бозона W^- имеются скрытые лептонное и антилептонное, а также барионное и антибарионное числа.

$$W^- = W^- \begin{pmatrix} \tilde{T}\tilde{T}\tilde{T} & \tilde{V}\tilde{V}\tilde{V} \\ L & -L \\ -B/3 & B/3 \end{pmatrix} = W^- \begin{pmatrix} \tilde{T}\tilde{T}\tilde{V} & \tilde{T}\tilde{V}\tilde{V} \\ -B/3 & B/3 \end{pmatrix}.$$

У нейтрального векторного бозона Z^0 имеются скрытые лептонное и антилептонное числа

$$Z^0 = Z^0 \left(\frac{1}{\sqrt{2}} [\begin{pmatrix} TTT & \tilde{T}\tilde{T}\tilde{T} \\ -L & L \end{pmatrix} \pm \begin{pmatrix} VVV & \tilde{V}\tilde{V}\tilde{V} \\ L & -L \end{pmatrix}] \right).$$

Не исключено, что у нейтральный векторный бозон можно также рассматривать как частицу со скрытыми барионным и антибарионным числами

$$Z^0 = Z^0 \left(\frac{1}{\sqrt{2}} [\begin{pmatrix} TTV & \tilde{T}\tilde{T}\tilde{V} \\ B/3 & -B/3 \end{pmatrix} \pm \begin{pmatrix} TVV & \tilde{T}\tilde{V}\tilde{V} \\ -B/3 & B/3 \end{pmatrix}] \right).$$

Чем объясняется наличие у кварков и антикварков (анти)барионного числа и (анти)лептонных чисел у лептонов и антилептонов? На этот сейчас нет ответа, но возможно, что в модели ритонов эти числа будут объяснены. Возможно, что эти числа возникают после рекомбинации (анти)ритонов в (анти)кварки и в (анти)лептоны. Если это так, то в ритонной плазме барионные и лептонные отсутствуют, что должно приводить к аннигиляции ритонов и рекомбинации ритонов и антиритонов с появлением у кварков и лептонов барионного и лептонных чисел.

В любой ритонной плазме, для полной аннигиляции и рекомбинации ритонов и антиритонов должно быть число ритонов и антиритов таким, чтобы как сумма цветов, так и сумма тонов у ритонов и антиритов должны давать ноль. Другими словами ритонная плазма должна быть бесцветна и с нулевым тоном. В противном случае после аннигиляции и рекомбинации ритонов могут остаться свободные частицы с открытым цветом и открытым тоном, что запрещено.

Бета-распады в рамках модели ритонов

Бета-распад нейтрона $n \rightarrow p^+ + W^- \rightarrow p^+ + e^- + \tilde{\nu}_e$ легко описать с помощью феноменологической модели ритонов

$$\begin{aligned}
& n[u(TTV), d(\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V}), d(\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V})] \rightarrow \\
& \rightarrow p^+[u(TTV), u(TTV), d(\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V})] + W^-(\tilde{T}\tilde{T}\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V}\tilde{V}) \rightarrow \\
& \rightarrow p^+[u(TTV), u(TTV), d(\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V})] + e^-(\tilde{T}\tilde{T}\tilde{T}) + \tilde{\nu}_e(\tilde{V}\tilde{V}\tilde{V}).
\end{aligned}$$

Диаграмма такого распада показана на **рис. 2**

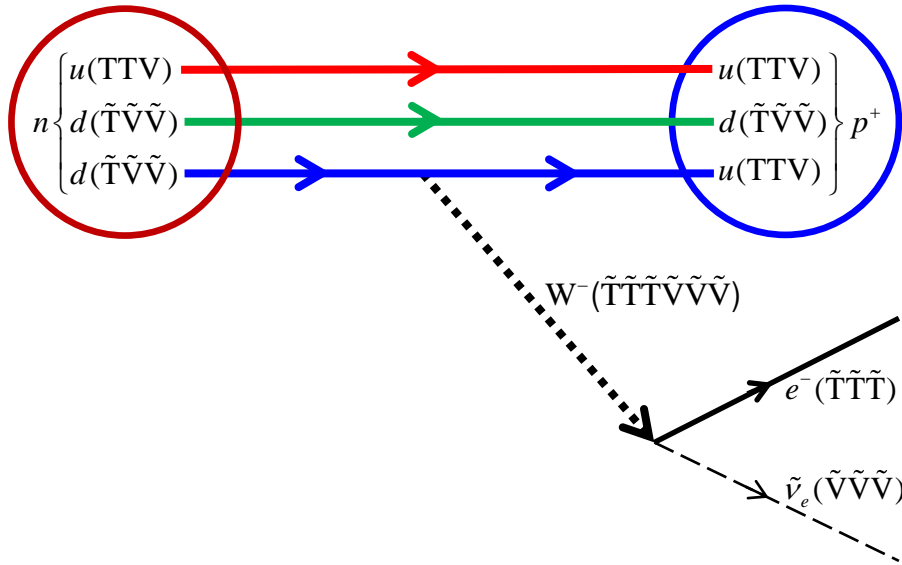


Рис. 2. Бета-распад нейтрона

Правило разности числа ритонов и антиритонов до и после реакции

В реакции с участием кварков и лептонов строго сохраняется баланс числа ритонов T и V и соответствующих им антиритонов \tilde{T} и \tilde{V} до и после реакции. Для расчёта баланса ритонов и антиритонов удобно использовать простую алгебраическую структуру, когда ритонов имеется a и антиритонов b . Знак «+» относится к ритонам, а «-» к антиритонам

$$aT - b\tilde{T} = \begin{cases} (a-b)T, & a-b > 0 \\ 0, & a-b = 0 \\ -(a-b)\tilde{T}, & a-b < 0 \end{cases} \quad aV - b\tilde{V} = \begin{cases} (a-b)V, & a-b > 0 \\ 0, & a-b = 0 \\ -(a-b)\tilde{V}, & a-b < 0 \end{cases}$$

В частности, разность одного ритона и одного антиритона каждого типа получается: $T - \tilde{T} = 0$ и $V - \tilde{V} = 0$.

Рассмотрим это правило в бета-распаде нейтрона до и после реакции.

Баланс ритонов в начале реакции

$$2T - 2\tilde{T} + V - 4\tilde{V} = -3\tilde{V}.$$

Баланс ритонов в конце реакции

$$4T - 4\tilde{T} + 2V - 5\tilde{V} = -3\tilde{V}.$$

Получили, что правило разности числа ритонов и антиритонов до и после реакции равны $-3\tilde{V}$, т. е. разность сохраняется, что говорит о возможности такой реакции в модели ритонов.

Двойной бета-распад

С помощью модели ритонов можно показать двойной безнейтринный бета-распад [17 - 18]. В этом случае сразу два нейтрона одного ядра испытывают бета-распад с излучением двух электронов и двух электронных анти-нейтрино

$$\begin{aligned} & n[u(TTV), d(\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V}), d(\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V})] + n[u(TTV), d(\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V}), d(\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V})] \rightarrow \\ & \rightarrow p^+[u(TTV), u(TTV), d(\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V})] + p^+[u(TTV), u(TTV), d(\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V})] + \\ & \quad + W^-(\tilde{T}\tilde{T}\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V}\tilde{V}) + W^-(\tilde{T}\tilde{T}\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V}\tilde{V}) \rightarrow \\ & \rightarrow p^+[u(TTV), u(TTV), d(\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V})] + p^+[u(TTV), u(TTV), d(\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V})] + \\ & \quad + e^-(\tilde{T}\tilde{T}\tilde{T}) + \tilde{\nu}_e(\tilde{V}\tilde{V}\tilde{V}) + e^-(\tilde{T}\tilde{T}\tilde{T}) + \tilde{\nu}_e(\tilde{V}\tilde{V}\tilde{V}). \end{aligned}$$

Диаграмма двойной бета-распад показана на **рис. 3**

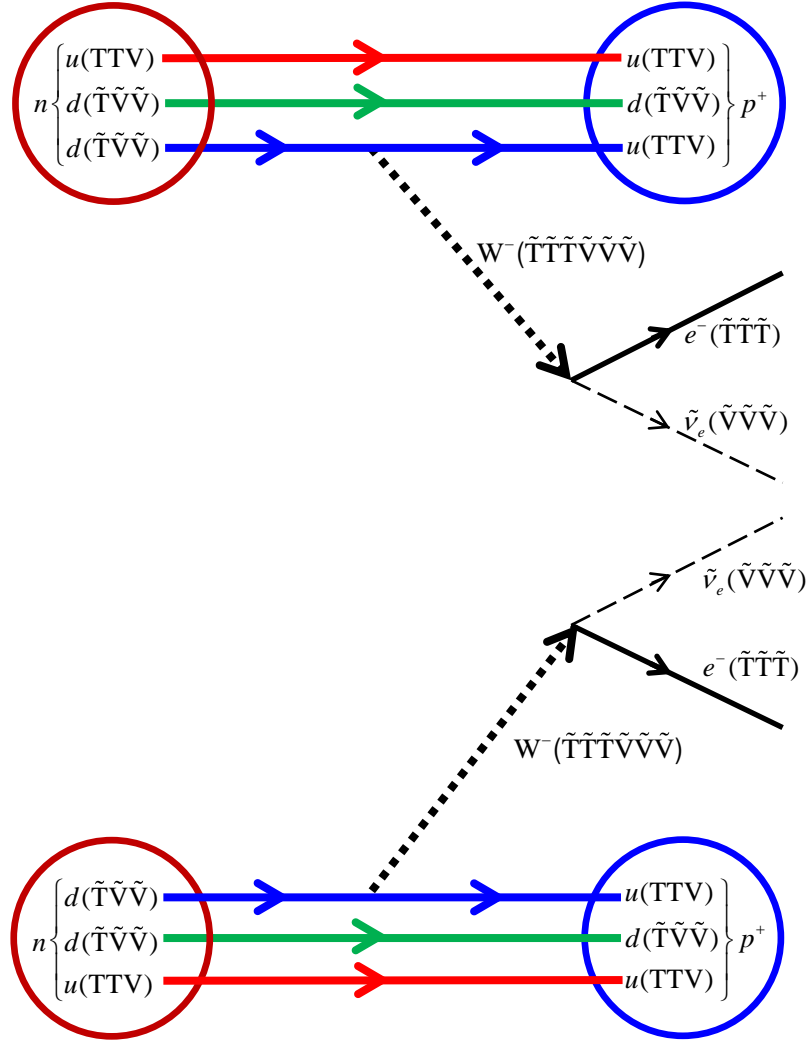


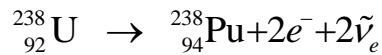
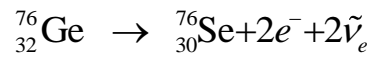
Рис. 3. Двойной бета-распад

Баланс ритонов и антиритонов в двойном бета-распаде в начале реакции и в конце реакции сохраняется

$$4T - 4\tilde{T} + 2V - 8\tilde{V} = -6\tilde{V},$$

$$8T - 8\tilde{T} + 4V - 10\tilde{V} = -6\tilde{V}.$$

Двойной нейтринный бета-распад наблюдался у ряда ядер [18], например



Двойной безнейтринный бета-распад

Если рассматривать двойной безнейтринный бета-распад, для которого характерны переходы между ядрами X и Y: ${}^A_Z X \rightarrow {}^A_{Z+2} Y + 2e^-$ [18]. В таком распаде на основе модели ритонов должна происходить реакция

$$\begin{aligned} & n[u(\text{TTV}), d(\tilde{\text{T}}\tilde{\text{V}}\tilde{\text{V}}), d(\tilde{\text{T}}\tilde{\text{V}}\tilde{\text{V}})] + n[u(\text{TTV}), d(\tilde{\text{T}}\tilde{\text{V}}\tilde{\text{V}}), d(\tilde{\text{T}}\tilde{\text{V}}\tilde{\text{V}})] \rightarrow \\ & \rightarrow p^+[u(\text{TTV}), u(\text{TTV}), d(\tilde{\text{T}}\tilde{\text{V}}\tilde{\text{V}})] + p^+[u(\text{TTV}), u(\text{TTV}), d(\tilde{\text{T}}\tilde{\text{V}}\tilde{\text{V}})] + \\ & \quad + W^-(\tilde{\text{T}}\tilde{\text{T}}\tilde{\text{T}}\tilde{\text{V}}\tilde{\text{V}}\tilde{\text{V}}) + W^-(\tilde{\text{T}}\tilde{\text{T}}\tilde{\text{T}}\tilde{\text{V}}\tilde{\text{V}}\tilde{\text{V}}) \rightarrow \\ & \rightarrow p^+[u(\text{TTV}), u(\text{TTV}), d(\tilde{\text{T}}\tilde{\text{V}}\tilde{\text{V}})] + p^+[u(\text{TTV}), u(\text{TTV}), d(\tilde{\text{T}}\tilde{\text{V}}\tilde{\text{V}})] + \\ & \quad + e^-(\tilde{\text{T}}\tilde{\text{T}}\tilde{\text{T}}) + e^-(\tilde{\text{T}}\tilde{\text{T}}\tilde{\text{T}}). \end{aligned}$$

Диаграмма безнейтринного двойного бета-распада приведена на [рис. 4](#)

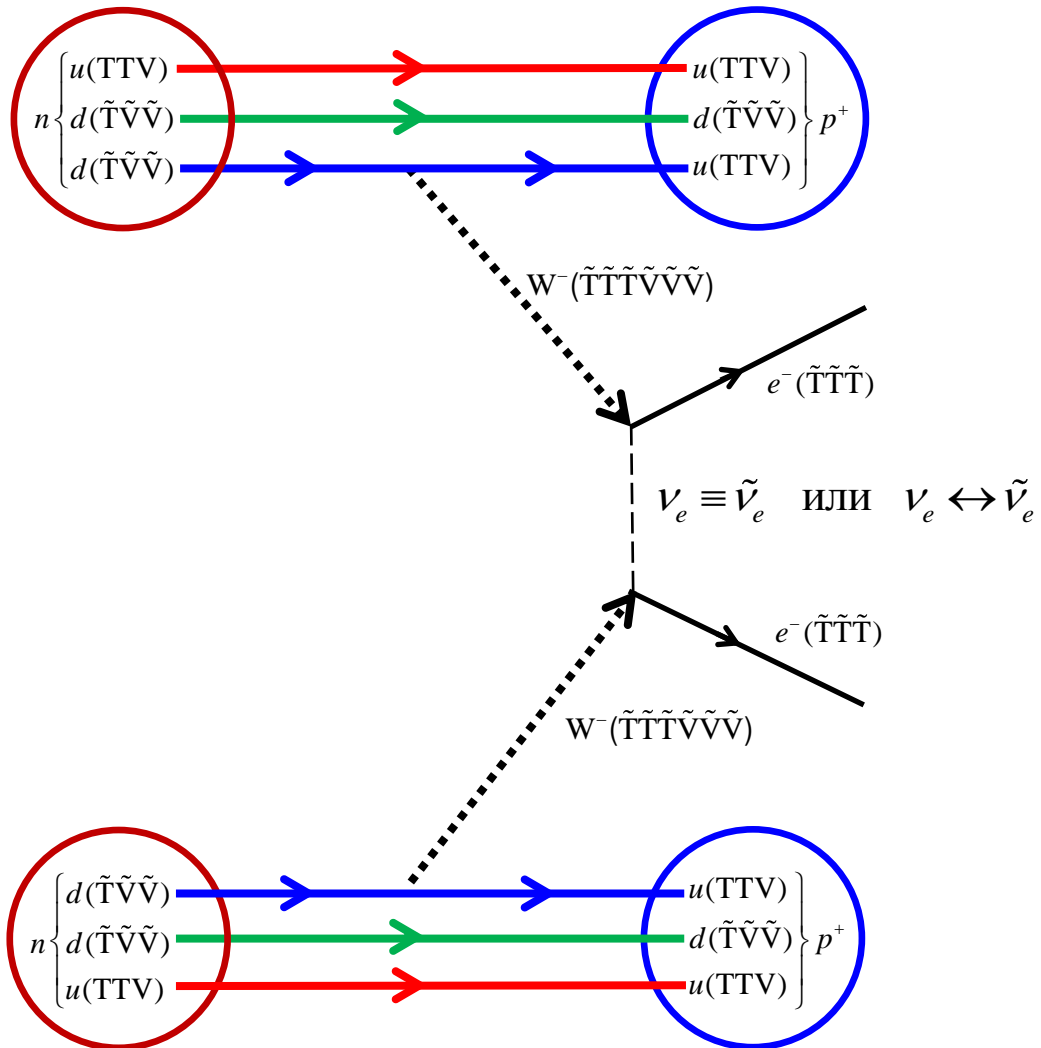


Рис. 4. Безнейтринный двойной бета-распада

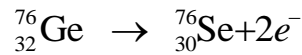
Баланс ритонов и антиритонов в безнейтринном двойном бета-распаде в начале реакции и в конце реакции уже не сохраняется

$$4T - 4\tilde{T} + 2V - 8\tilde{V} = -6\tilde{V},$$

$$8T - 8\tilde{T} + 4V - 4\tilde{V} = 0.$$

Здесь получается, что две тройки антиритонов $\tilde{V}\tilde{V}\tilde{V}$ и $\tilde{V}\tilde{V}\tilde{V}$ должны «исчезать» из-за эквивалентности нейтрино и антинейтрино или из-за осцилляции между нейтрино и антинейтрино $\nu_e \leftrightarrow \tilde{\nu}_e$. Но, ввиду того, что электронное нейтрино и электронное антинейтрино не являются античастицами друг для друга в модели ритонов ($\nu_e \neq \tilde{\nu}_e$), поэтому двойной безнейтринный бета-распад невозможен. Этот вывод также и следует из нарушения баланса числа ритонов и антиритонов.

Примером безнейтринного двойного бета-распада могла бы быть реакция



Было проведено много экспериментов и проводятся в настоящее время по обнаружению двойного безнейтринный бета-распад, но во всех случаях он не был зарегистрирован [18 - 19].

Кроме этого, двойной безнейтринный бета-распад возможен ещё и в случае, если происходят осцилляции между электронным нейтрино и электронным антинейтрино ($\nu_e \leftrightarrow \tilde{\nu}_e$), что возможно при двойном нарушении лептонного числа. Такие осцилляции тоже, как было указано, противоречат модели ритонов, а значит, невозможны в рамках модели ритонов.

Строго говоря, в модели ритонов запрещены осцилляции между любыми типами нейтрино и любыми типами антинейтрино

$$\nu_i \leftrightarrow \tilde{\nu}_j, \quad i, j \in \{e, \mu, \tau\}.$$

Отсутствие двойного безнейтринного бета-распада является важным экспериментальным фактом, говорящим в пользу модели ритонов.

Осцилляции нейтральных каонов и других нейтральных мезонов

Феноменологическая модель ритонов описывает осцилляции нейтральных каонов

$$K^0[d, \tilde{s}] \leftrightarrow \tilde{K}^0[\tilde{d}, s].$$

Осцилляции нейтральных каонов в рамках модели ритонов являются процессом передачи возбуждения от нижнего возбуждённого антикварка $\tilde{s}(\text{TVV})$ нижнему кварку $d(\tilde{\text{T}}\tilde{\text{V}}\tilde{\text{V}})$ в $K^0[d, \tilde{s}]$. При передаче возбуждения происходят превращения в K^0 мезоне у антикварка $\tilde{s} \rightarrow \tilde{d}$ и у кварка $d \rightarrow s$, что приводит к переходу $K^0[d, \tilde{s}] \rightarrow \tilde{K}^0[\tilde{d}, s]$. Затем происходит обратный переход в мезоне \tilde{K}^0 , $s \rightarrow d$ и $\tilde{d} \rightarrow \tilde{s}$, что приводит к обратному переходу $\tilde{K}^0[\tilde{d}, s] \rightarrow K^0[d, \tilde{s}]$.

Кварк $s(\tilde{\text{T}}\tilde{\text{V}}\tilde{\text{V}})$, имеющий странность (strange) +1, является первым возбуждённым состоянием кварка $d(\tilde{\text{T}}\tilde{\text{V}}\tilde{\text{V}})$, а антикварк $\tilde{s}(\text{TVV})$, имеющий странность -1, это первое возбуждённое состояние антикварка $\tilde{d}(\text{TVV})$. Тогда очевидно, что у трёхритонных состояний TVV и соответствующих им трёхантиритонных состояний $\tilde{\text{T}}\tilde{\text{V}}\tilde{\text{V}}$, будет один энергетический спектр возбуждений. В частности кварк $s(\tilde{\text{T}}\tilde{\text{V}}\tilde{\text{V}})$ и соответствующий ему антикварк $\tilde{s}(\text{TVV})$ будут иметь одну энергию возбуждения. Это значит, что передача возбуждений между кварками и антикварками при переходах $K^0[d, \tilde{s}] \leftrightarrow \tilde{K}^0[\tilde{d}, s]$ носят резонансный характер. Осцилляции нейтральных каонов определяются резонансными передачами энергии между возбуждённым кварком (антикварком) и антикварком (кварком) находящимся в нижнем стабильном состоянии.

Переходы $K^0[d, \tilde{s}] \leftrightarrow \tilde{K}^0[\tilde{d}, s]$ сопровождаются двойным нарушением странности, которая сохраняется в сильных взаимодействиях, но нарушается в слабых. Поэтому передача возбуждения во время осцилляций $K^0[d, \tilde{s}] \leftrightarrow \tilde{K}^0[\tilde{d}, s]$ осуществляется посредством обмена двумя заряженными векторными бозонами W^+ и W^- , что представляется с помощью двух диаграмм на **рис. 5**

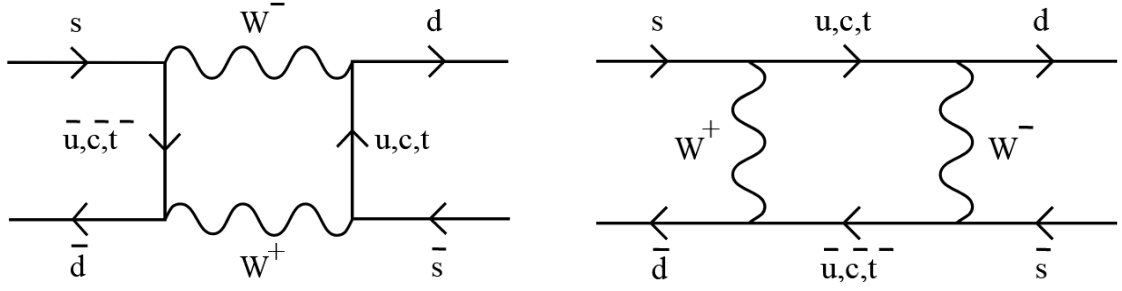


Рис. 5. Диаграммы осцилляций нейтральных каонов

Осцилляции нейтральных каонов легко записать на основе модели ритонов

$$\begin{aligned}
 & K^0[d(\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V}), \tilde{s}(\text{TVV})^*] \leftrightarrow \\
 & \leftrightarrow W^+(\text{TTTVVV}) + \textcolor{red}{u}\{c, t\}(\text{TTV}) + \textcolor{red}{\tilde{u}}\{\tilde{c}, \tilde{t}\}(\tilde{T}\tilde{T}\tilde{V}) + W^-(\tilde{T}\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V}\tilde{V}) \leftrightarrow \\
 & \leftrightarrow \tilde{K}^0[s(\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V})^*, \tilde{d}(\text{TVV})].
 \end{aligned}$$

Здесь $u\{c, t\}(\text{TTV})$ означают, что это один из верхних кварков u, c или t , а $\tilde{u}\{\tilde{c}, \tilde{t}\}(\tilde{T}\tilde{T}\tilde{V})$ - один из соответствующих им антикварков \tilde{u}, \tilde{c} или \tilde{t} .

Феноменологическая модель ритонов хорошо описывает осцилляции между каонами и антикаонами $K^0 \leftrightarrow \tilde{K}^0$.

Аналогично осцилляциям между каонами модель ритонов может описать осцилляции других нейтральных мезонов, например $D^0[\tilde{u}, c] \leftrightarrow \tilde{D}^0[u, \tilde{c}]$. В этих осцилляциях происходит двойное нарушение чарма (charm) при каждом переходе. Кварк b находится на первом уровне возбуждения системы антиритонов $\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V}$, а соответствующий ему антикварк \tilde{b} из ритонов TVV . В модели ритонов такие осцилляции описываются

$$\begin{aligned}
 & D^0[\tilde{u}(\tilde{T}\tilde{T}\tilde{V}), c(\text{TTV})^*] \leftrightarrow \\
 & \leftrightarrow W^+(\text{TTTVVV}) + \textcolor{red}{d}\{s, b\}(\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V}) + \textcolor{red}{\tilde{d}}\{\tilde{s}, \tilde{b}\}(\text{TVV}) + W^-(\tilde{T}\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V}\tilde{V}) \leftrightarrow \\
 & \leftrightarrow \tilde{D}^0[\tilde{c}(\tilde{T}\tilde{T}\tilde{V})^*, u(\text{TTV})].
 \end{aligned}$$

Аналогично модель ритонов может описать и осцилляции мезонов, состоящих из нижних кварков $B^0[d, \tilde{b}] \leftrightarrow \tilde{B}^0[b, \tilde{d}]$, в которых происходит двойное нарушение красоты (beauty)

$$\begin{aligned}
& B^0[d(\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V}), \tilde{b}(\text{TVV})^{**}] \leftrightarrow \\
& \leftrightarrow W^+(\text{TTTVVV}) + u\{c, t\}(\text{TTV}) + \tilde{u}\{\tilde{c}, \tilde{t}\}(\tilde{T}\tilde{T}\tilde{V}) + W^-(\tilde{T}\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V}\tilde{V}) \leftrightarrow \\
& \leftrightarrow \tilde{B}^0[b(\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V})^{**}, \tilde{d}(\text{TVV})].
\end{aligned}$$

Осцилляции $B^0 \leftrightarrow \tilde{B}^0$ во многом аналогичны осцилляциям нейтральных каонов $K^0 \leftrightarrow \tilde{K}^0$. Принципиальным различием осцилляций этих двух пар является то, что кварк (антикварк) b (\tilde{b}) находится на втором энергетическом уровне возбуждения системы антиритонов (ритонов) $\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V}$ (TVV).

Особенность осцилляций всех нейтральных мезонов

$$K^0[d(\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V}), \tilde{s}(\text{TVV})^*] \leftrightarrow \tilde{K}^0[\tilde{s}(\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V})^*, \tilde{d}(\text{TVV})],$$

$$D^0[\tilde{u}(\tilde{T}\tilde{T}\tilde{V}), c(\text{TTV})^*] \leftrightarrow \tilde{D}^0[\tilde{c}(\tilde{T}\tilde{T}\tilde{V})^*, u(\text{TTV})],$$

$$B^0[d(\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V}), \tilde{b}(\text{TVV})^{**}] \leftrightarrow \tilde{B}^0[b(\tilde{T}\tilde{V}\tilde{V})^{**}, \tilde{d}(\text{TVV})],$$

заключается в том, что при таких переходах происходит изменение кваркового и антикваркового состава мезонов, но состав ритонов остаётся неизменным. Все такие осцилляции есть резонансные переходы между кварками находящимися в состояниях с разной степенью возбуждения.

Осцилляции нейтральных мезонов не только хорошо согласуются с моделью ритонов, но также являются аргументов в её пользу.

Осцилляции нейтрон \leftrightarrow антинейтрон

Модель ритонов запрещает осцилляции нейтронов и антинейтронов $n \leftrightarrow \tilde{n}$

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

Такие переходы возможны при двойном нарушении закона сохранения барионного числа, $\Delta B = \pm 2$, когда у нейтрона +1, а у антинейтрона -1. а это, в свою очередь не согласуется с моделью ритонов.

Баланс ритонов и антиритонов в осцилляциях $n \leftrightarrow \tilde{n}$ для нейтрона будет

$$2T - 2\tilde{T} + 1V - 4\tilde{V} = -3\tilde{V}.$$

Баланс для антинейтрона

$$2T - 2\tilde{T} + 4V - 1\tilde{V} = 3V.$$

Баланс ритонов и антиритонов при осцилляциях нейтрино не сохраняется, что говорит о невозможности данных осцилляций в модели ритонов.

В экспериментах осцилляции $n \leftrightarrow \bar{n}$ не были обнаружены [20], что тоже является экспериментальным фактом, говорящим в пользу ритонов.

Ризоны как мезоны типа ритон-антиритон

Системы из ритона и антиритона $V\tilde{V}$, и $T\tilde{T}$ имеют нулевые электрические заряды, цвет и тон. Такие частицы будем называть *свободными ризонами* (ритон+мезон \rightarrow ризон), которые будут скалярными частицами или псевдоскалярными, т. е. иметь спин равный нулю Π^0 , причём возможны ризоны с положительной и отрицательной чётностью, т. е. скалярные и псевдоскалярные ризоны

$$\Pi^{0+} = \frac{1}{\sqrt{2}}(V\tilde{V} + T\tilde{T}),$$

$$\Pi^{0-} = \frac{1}{\sqrt{2}}(V\tilde{V} - T\tilde{T}).$$

У свободных ризонов скрытые заряды - электрический, цветовые и тресонные, поэтому при достаточно высокой энергии они могут участвовать в электромагнитных, сильных и тресонных взаимодействиях, а при низких энергиях, преимущественно в гравитационных. Сечения взаимодействия таких ризонов с частицами материи могут оказаться сравнимыми или быть меньше подобных сечений у разных типов нейтрино.

Если бы свободные ризоны были бы стабильными или время жизни их было бы сравнимо с возрастом Вселенной, то они могли бы стать кандидатами на частицы тёмной материи и составлять её некоторую часть.

В случае возбуждённых состояний ризонов могут появляться возбуждённые состояния со спинами равными 0 и 1 (векторные частицы) P^0 . Такие частицы, скорей всего, будут вести себя как резонансы.

$$P^{0\pm} = \frac{1}{\sqrt{2}}(V\tilde{V} \pm T\tilde{T}).$$

Вопрос о возможной чётности ризонов, положительная «+» или отрицательная «-», является открытым.

Возбуждённые состояния Π^0 или P^0 будем называть *ризониями*. Ризонии должны образовывать спектр возбуждений, которые должны проявляться как резонансы. Ризонии аналогичны кваркониям в физике кварков.

Массы ризонов могут оказаться не только меньше массы электрона (0,511 МэВ), но и, возможно, меньше массы самого лёгкого нейтрино.

Перекрёстные ризоны $V\tilde{T}$ и $\tilde{V}T$

Комбинации ризона и антиризона $V\tilde{T}$ и $\tilde{V}T$ будем называть *перекрёстными ризонами*, которые могут быть скалярными

$$\Pi^+ = V\tilde{T}, \quad \Pi^- = \tilde{V}T.$$

Комбинации $V\tilde{T}$ и $\tilde{V}T$ могут задавать перекрёстные векторные ризоны

$$P^+ = V\tilde{T}, \quad P^- = \tilde{V}T,$$

$$\Phi^+ = V\tilde{T}, \quad \Phi^- = \tilde{V}T.$$

Особенностью их является нулевой тон ненулевой электрический заряд равный $\pm 1/3$ и наличие двойного открытого цвета или антицвета. Поэтому в свободном состоянии перекрёстные ризоны существовать не могут. Такие частицы могут возникать и существовать в пределах адронных мешков с нулевым цветом, т. е. они асимптотически свободны в глюонном поле как кварки. Кроме этого, перекрёстные ризоны могут существовать в кварк-глюонной плазме.

Скалярные и векторные ризоны могут быть переносчиками короткодействующих сил по аналогии с мезонами π^\pm , π^0 , ρ^\pm , ω , η^0 , которые являются переносчиками ядерных взаимодействий.

Интересно, что перекрёстные ризоны имея «дробный» электрический заряд не могут быть свободными частицами также как кварки.

Мультиритоны

Кроме ризонов возможны и кратные ризонные состояния. Возможность существования диризонов $V\tilde{V}T\tilde{T}$ триризонов... и k -ризонов ($k=1, 2, 3, 4, 5$).

Такие частицы будем также называть *свободными мультиритонами*, такие как *тетраритоны, гексаритоны, ... n-ритоны*,

Например, тетраритоны $V\tilde{V}V\tilde{V}$, $V\tilde{V}T\tilde{T}$, $T\tilde{T}T\tilde{T}$ имеют скрытый цвет и скрытый тон, поэтому они могут существовать в свободном виде с малым временем жизни, т. е. проявляться в виде резонансов.

Кроме свободных мультиритонов, возможны и перекрёстные мультиритоны, такие как тетраритоны $V\tilde{V}V\tilde{T}$, $V\tilde{V}T\tilde{T}$, $T\tilde{T}T\tilde{T}$, $V\tilde{V}TV$, $T\tilde{T}VT$ и др., у которых должны быть открытые цвета и тоны, поэтому такие мультиритоны могут существовать в ритонной плазме состоящей из ритонов и антиритонов. Такие мультиритоны будем называть *перекрёстными мультиритонами*.

Возможно существование пентаритонов, гексаритонов и т. д., которые, могут, например, возникать в ритонной плазме как квазичастицы с очень малыми временами жизни.

Подобные частицы должны быть резонансами и жить очень мало, поэтому зарегистрировать их будет сложно.

Заключение

Феноменологическая модель ритонов хорошо описывает многие процессы, в которых участвуют частицы Стандартной модели – кварки, лептоны, векторные бозоны. Но, рассмотрение на феноменологическом уровне даёт возможность рассмотреть следствия модели ритонов на качественном уровне или приближённо количественно, например, на основе законов сохранения и не позволяют получить детальную информацию.

С другой стороны, хорошая согласованность модели ритонов со Стандартной моделью даёт основание рассмотреть модель ритонов уже на более глубоком квантовополевоом уровне. Для более детальных расчётов необходима квантово-полевая модель взаимодействия ритонов, что предполагается рассматривать в последующих моделях взаимодействия ритонов на основе калибровочных полей.

Литература

1. Harari H. A schematic model of quarks and leptons // Physics Letters 1979. T. 86 B, № 1, pp. 83-86.
2. Shupe M. A. A compozite model of leptons and quarks // Physics Letters 1979. T. 86 B, № 1, pp. 87-92.
3. Гринберг О. У. Новый структурный уровень // Успехи физических наук. 1987. Т. 153, № 2, 335-351. (Greenberg O. W. A New Level of Structure // Physiscs Today, 1985, V. 38. № 9, p. 22-30).

4. 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».

5. Чуриков В.А. Феноменологическая модель ришонов // В.А. Чуриков. Работы по физике. М., 2004.— 99 с. Деп. в ВИНТИ 27. 12. 2004, № 2061-В2004.— С. 46–53. (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.— С. 122 – 125. (IV International Conference “Prospects of fundamental sciences development”. Russia, Tomsk. May 15 – 18, 2007 - Томск: Изд-во Томского политехнического ун-та, 2007, – 322 p.).

6. Чуриков В. А. 2021. О решении проблемы асимметрии материи и антиматерии во вселенной на основе субкварковой модели ритонов // PREPRINTS.RU 2021. 05. 05. <https://doi.org/10.24108/preprints-3112224>.

7. Чуриков В. А. Субкварковая феноменологическая модель фундаментальных частиц на основе ритонов // PREPRINTS.RU. 2021. 04. 01. <https://doi.org/10.24108/preprints-3112210>.

8. 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>.

9. Bellini G., Ludhova L., Ranucci G., Villante F.L. Neutrino oscillations - 2013. — [arXiv:1310.7858](https://arxiv.org/abs/1310.7858). <https://arxiv.org/abs/1310.7858>.

10. Шимковиц Ф. Нейтрино: массы, взаимодействия и лабораторные эксперименты // УФН, 2021, т 191, № 12, 1307–1332; (*Phys. Usp.*, 64:12 (2021), 1238–1260. DOI: <https://doi.org/10.3367/UFNr.2021.08.039036>) (Mi ufn6976)

11. Понтекорво Б. Мезоний и антимезоний // Журнал экспериментальной и теоретической физики // 1957. - Т. 33, с. 549-551.

12. Биленький С.М., Понтекорво Б.М. Смешивание лептонов и осцилляции нейтрино // Успехи физических наук. 1977. - Т. 123, с. 181.

13. 1) T2K CoLLaboration, [arXiv: 1106.2822](https://arxiv.org/abs/1106.2822); 2) T2K CoLLaboration, [arXiv: 1106.1238](https://arxiv.org/abs/1106.1238) 3. <http://minos-docdb.fnal.gov>.

14. Куденко Ю.Г. Осцилляции нейтрино: последние результаты и ближайшие перспективы // Успехи физических наук. - 2018. - Т. 188, № 8. - С. 821–830. - doi:10.3367/UFNr.2017.12.038271.

15. Мурзин В.С. Астрофизика космических лучей. - М.: Университетская книга; Логос, 2007. — 477 с. https://zen.yandex.ru/media/id/5c75fe0a06dc8700b30ecfa5/kosmicheskie-luchi-i-reliktovoe-izluchenie-vo-vselennoi-5c82045d94a19600b30b6225?utm_source=serp.

16. Окунь Л.Б. Лептоны и кварки. М.: Наука. – 1990. – 346 с.

17. Лазаренко В.Р. Двойной бета-распад и свойства нейтрино // Успехи физических наук. - 2018, 1966. - Т. 90, № 4, 1966. 601-622 с.

18. Двойной бета-распад / Под ред. Б.С. Ишханова. - М.: КДУ, 2016. - 204 с.

19. Барабаш А.С. Обзор современных экспериментов по двойному бета-распаду // Ядерная физика. - 2007. – Т. 70. № 7. - С. 1230-1241.

20. Phillips II D.G. *et al.* Neutron-Antineutron Oscillations: Theoretical Status and Experimental Prospects // Physics Reports journal. - 2016. - Vol. 612. - P. 1-45. - [doi:10.1016/j.physrep.2015.11.001](https://doi.org/10.1016/j.physrep.2015.11.001). - [arXiv:1410.1100v2](https://arxiv.org/abs/1410.1100v2).