

О природе безмассовых бозонов и нейтрино

В.В. Чернуха

Аннотация

В рамках представлений поляризационной теории, в которой безмассовые частицы состоят из частиц с разными знаками массы, рассматривается состав и структура переносящих взаимодействия безмассовых бозонов – фотонов, глюонов, гравитонов и гравиионов, а также трех безмассовых нейтрино. Гравиионы являются переносчиками нового – гравиионного – взаимодействия между квинтетом новых, названных вкусовыми, зарядов, которое порождает вращение вещества. Групповые симметрии гравитационного взаимодействия и четырех взаимодействий между зарядами допускают объединение этих взаимодействий. Рассмотренные структура и состав безмассовых нейтрино делают возможным возникновение посредством поляризационных механизмов нейтринных осцилляций, расчетные характеристики которых согласуются с экспериментальными данными. Поэтому складывающееся представление о существовании у нейтрино массы нельзя считать достаточно обоснованным.

1. Введение

В Стандартной модели (СМ) элементарных частиц считается, что частицы рождаются безмассовыми и некоторые из них приобретают массу, взаимодействуя с гипотетическим полем Хиггса. В СМ масса нейтрино принята равной нулю. Но обнаружение феномена нейтринных осцилляций привело к представлению о ненулевой массе нейтрино. Природа массы частиц является сегодня одной из основных нерешенных проблем в фундаментальной физике. Стандартная модель не обладает потенциалом для вычисления массы лептонов и кварков, без чего ни одна теория не может претендовать на понимание природы происхождения массы.

В поляризационной теории [1, 2] массы известных фундаментальных частиц – трех лептонов, шести кварков, пионов и промежуточных векторных бозонов – являются производными от массы планковской частицы, известной с точностью около 10^{-4} . В пределах этой погрешности рассчитанные массы фундаментальных частиц удовлетворительно согласуются с их экспериментальными значениями. Такая точность вычислений является рекордной, поскольку планковская масса более чем на 22 порядка превышает массу электрона. Это позволяет быть уверенным в поляризационном механизме приобретения частицами массы и на его основе подойти к проблеме частиц с нулевой массой. Тем самым отвергается принятая сейчас гипотеза о возникновении масс посредством механизма Хиггса, предполагающего спонтанное нарушение симметрии физического вакуума.

Поляризационная природа массы следует из свойств физического вакуума поляризационной теории, в котором средние значения *всех* физических величин (включая энергию¹) равны нулю и спонтанного нарушения симметрии нет [1, 2]. Идущие в нем процессы, названные *поляризационными*, происходят без изменения нулевых суммарных значений участвующих в них физических величин, т.е. возможны только такие процессы, в которых реализуются законы сохранения поляризующихся физических величин. Поэтому вместе с частицами рождаются их *антинегачастицы* – частицы с антизарядами и

¹ В физическом вакууме Дирака только энергия не равна нулю. Неравноправный статус физических величин, имеющих общее поляризационное происхождение, для поляризационной теории неприемлем.

отрицательными массами. Связанные пары таких *контрчастиц* образуют кванты физических полей с нулевой массой покоя.

В физическом вакууме одновременно рождаются Вселенная и *Антинегавселенная*, антинегачастицы которой компенсируют заряды и массу частиц Вселенной. Другую пару вселенных составляют Антивселенная и *Негавселенная*, населенные соответственно античастицами и *негачастицами* (частицами с отрицательной массой). Эти пары вселенных имеют общий физический вакуум, делающий возможным появление в каждой из вселенных частиц трех других вселенных. Во Вселенную проникают несущие положительную энергию античастицы и отрицательную энергию негачастицы и антинегачастицы. Появление и исчезновение частиц с отрицательной массой заметить трудно, так как при их аннигиляции с частицами энергия не меняется.

В поляризационной теории все физические величины в общем случае являются комплексными. Это является обобщением сложившейся ситуации в физике, в которой фигурируют действительные, мнимые и комплексные величины. Комплексным является и пространство-время Вселенной и ее физического вакуума. В настоящее время изучается лишь часть Вселенной с действительным сферически-симметричным пространством. Пространство физического вакуума является центрально-симметричным. Его симметрия определяет возможный в нем спектр полей, участвующих в образовании спектра фундаментальных частиц. Они являются вкраплениями физического вакуума в пространстве Вселенной. Различие симметрий внутреннего и внешнего пространства частиц приводит к появлению у них границы и массы. В сферически-симметричном пространстве Вселенной действительной компонентой массы является инертная масса, а мнимой – гравитационная масса с таким же модулем, что и у инертной массы, на образование которой затрачивается энергия mc^2 .

Известные из эксперимента частицы относятся к первому иерархическому уровню адронного вещества, а темное вещество – к нулевому иерархическому уровню, на котором образование фермионов невозможно [1, 2]. Из поляризационной теории образования фундаментальных частиц следует существование аналогов известным фундаментальным частицам, принадлежащих более высоким иерархическим уровням и соответственно больших (в $e^8 = 2981$ раз при переходе на следующий уровень) размеров и меньших (во столько же раз) масс. Эти легкие *иерочастицы* участвуют в формировании барионных структур Вселенной всех масштабов. Частицы разных иерархических уровней рождаются в комплексном пространстве-времени физического вакуума, размерности которого могут различаться. В 11-мерном пространстве-времени (это максимальная размерность), содержащем три трехмерных подпространства разной симметрии и два временных подпространства, рождаются фундаментальные частицы первого и шестого иерархического уровней [1]. Они играют важную роль в рассматриваемой ниже модели безмассового нейтрино, которая, как показано, согласуется с опытными данными по нейтринным осцилляциям.

2. Бозоны с нулевой массой покоя

В поляризационной теории фундаментальные частицы с нулевой массой покоя рождаются не могут, так как время их рождения бесконечно. Реальные частицы с нулевой массой покоя (безмассовые частицы) должны состоять из обладающих массой контрчастиц. Наличие у безмассовых частиц спина, т.е. внутреннего момента количества движения, свидетельствует о существовании в их структуре вращающихся положительных и отрицательных масс, определяющих конечное время рождения безмассовых частиц. Они принадлежат сразу двум мирам с разным знаком массы – Вселенной и Антинегавселенной, и в зависимости от знака своей энергии оказываются локализованными в одном из них. Как показано в [1-3], в центрально-симметричном пространстве физического вакуума возможны переносящие взаимодействия безмассовые

бозоны со спином не более 2. Они являются квантами соответствующих безмассовых полей.

Естественно предположить, что контрчастицы с массами покоя m_{\pm} совершают потенциальное и синхронное (с угловой частотой ω) вращение в одном направлении соответственно на орбитах радиуса R_{\pm} с квантовыми числами циркуляции N_{\pm} (знаки в индексах означают характеристику частиц с разными знаками масс), т.е.

$$m_{\pm}\omega R_{\pm}^2 = N_{\pm}\hbar. \quad (1)$$

Спин такой безмассовой частицы $S = (N_+ - N_-)$, т.е. при нулевом спине вращение контрчастиц происходит на одной орбите, при спине 1 – на соседних орбитах. Спин безмассовой частицы направлен по оси вращения, вдоль которой она перемещается со световой скоростью. Предполагается, что стационарное состояние свободных частиц поддерживается поляризационными процессами, порождающими поляризационно-реактивную силу, удерживающую контрчастицы на орбитах [1]. Возможны два направления движения безмассового бозона и, соответственно, два физически разных мира с разными знаками спиральности. Судя по фотону, в нашем мире спин и направление скорости бозона совпадают.

На удаленных орбитах ($N_{\pm} \gg 1$) вращение частиц нерелятивистское, и их кинетическая энергия пропорциональна спину S :

$$\varepsilon_{\omega} = m_+\omega^2(R_N^2 - R_{N-S}^2)/2 = S\hbar\omega/2. \quad (2)$$

У кванта скалярного поля эта энергия вращения равна нулю, т.е. его энергия определяется колебаниями пары контрчастиц, происходящих с одной и той же частотой, но разными амплитудами. Энергия кванта $\hbar\omega$ является энергией вращения пары только для спина $S = 2$. Существование безмассовых полей с большим спином в рассматриваемой модели, также как и в поляризационной теории образования фундаментальных частиц и полей [1-3], невозможно, и такие поля не обнаружены. У векторных безмассовых частиц, представляющих колебательно-вращательные возбуждения (вращающиеся частицы колеблются относительно своих орбит), энергии колебаний и вращения пары одинаковы и равны $\hbar\omega/2$. Изменение энергии безмассовых бозонов приводит к замедлению или ускорению вращения образующих их контрчастиц.

Энергия безмассовых бозонов определяется кинетической энергией колебаний и вращений контрчастиц, которую можно выразить через их инерционную массу $m(N_{\pm})$:

$\varepsilon_{\omega} = [m(N_+) - m(N_-)]c^2$. Отсюда следует, что кванты безмассовых полей имеют пропорциональную их энергии инерционную и гравитационную массы.

Существуют два механизма поляризации заряда: в одном или двух мирах. Поляризация заряд–антизаряд связывает миры и антимир частиц с положительной или отрицательной массой и возможна для всех зарядов. Если число зарядов больше единицы, то возможна еще поляризация зарядов в каждом из этих четырех миров. Структура квантов переносящих взаимодействие полей зависит от механизма поляризации заряда.

Механизм взаимодействия безмассовых бозонов с фундаментальными частицами должен быть поляризационным. Процессы образования и аннигиляции пар контрчастиц идут в веществе непрерывно и коррелировано, приводя к образованию полевых субстанций. Эти процессы незаметны, так как в них не меняются энергия, импульс и момент количества движения. Образовавшиеся пары контрчастиц могут взаимодействовать с частицами вещества, получая от них энергию и импульс. Так возникает генерация безмассовых бозонов. Обратный ей процесс, при котором бозон отдает энергию и импульс и аннигилирует, является процессом поглощения бозона. Когда поглощение бозона сопровождается генерацией нового бозона с той же или меньшей энергией, но с другим направлением импульса, то имеет место упругое или неупругое рассеяние. При взаимодействии с веществом заряды контрчастиц могут меняться.

В состав фотонов и глюонов должны входить соответственно носители электрического и цветового зарядов, т.е. контрчастицы лептонов и кварков. Гравионы не взаимодействуют с этими зарядами. Поэтому можно предположить, что в их состав входят контрчастицы нейтральных скалярных бозонов, например, рождающихся вместе с фундаментальными частицами [2].

Для того чтобы гравитон осуществлял только гравитационное взаимодействие в его состав должны входить скалярные нейтральные планковские и негачастицы частицы, рождение которых сопровождается образованием гравитационного поля.

Бозоны векторных фундаментальных полей

Известные безмассовые векторные бозоны реализуют два вида взаимодействий – электромагнитное, переносимое фотонами, и сильное, переносимое глюонами. Эти бозоны различаются своей пространственной локализацией: фотоны являются резидентами пространства Вселенной, а глюоны – ее физического вакуума. Группой электромагнитного поля является $U(1)$. Глюоны, согласно [1, 2], локализованы в центрально-симметричном пространстве физического вакуума. Согласно [2], свойства поляризации рождающихся в центрально-симметричном пространстве физических величин отражаются симметриями специальных унитарных групп $SU(N)$ и геометрии додекаэдра и икосаэдра, которая разрешает существование двух видов «пространственных» зарядов: цветового заряда и нового вида зарядов – *вкусового* (см. ниже). Слабое взаимодействие здесь не рассматривается, так как инициируется двумя «зарядами времени» и переносится массивными промежуточными векторными бозонами, не являющимися составными частицами [1, 2]. Его группа симметрии $SU(2)$.

Фотоны. В поляризионной теории электромагнитное поле является комплексным полем с $|\vec{E} + i\vec{H}| = 0$. Поэтому в электромагнитной волне $E^2 = H^2$. Фотоны состоят из максимально удаленных на орбитах друг от друга (разница фаз равна π) лептонных контрчастиц (их вращение создает магнитное поле) трех поколений. Поэтому должны существовать три поколения фундаментальных фотонов: e^- , μ^- и τ^- -фотоны и их антифотоны, состоящие из антилептонов и негалептонов. При распаде фотона происходит образование разлетающейся лептон-антинегалептонной пары.

Глюоны. Как показано в [2], симметрия икосаэдра порождает три цветовых заряда по числу u образующих его равносторонних треугольников трех сторон или вершин. Цветовые заряды имеют три фазы: $0, \pm 2\pi/3$. У незаряженных глюонов контрчастицы располагаются на орбитах на максимальном удалении друг от друга (сдвинуты по фазе на π). У заряженных глюонов сдвиг по фазе составляет $\pm 2\pi/3$.

В сферически-симметричном пространстве Вселенной возможны только частицы с нулевым цветовым зарядом – барионы и мезоны. Три цветовых заряда порождают поля группы сильного взаимодействия $SU(3)$, размерности первых трех неприводимых представлений которой равны 1, 3 и 8. Эти представления определяют три вида глюонных полей, образующих 12-плет, соответствующий числу граней додекаэдра и числу вершин икосаэдра [1, 2].

Триплет глюонов. Кварк и его антинегакварк образуют незаряженный глюон. Этот вид глюонов образует триплет и осуществляет взаимодействие кулоновского типа между одинаковыми цветовыми зарядами. Эти три незаряженных глюонных поля участвуют в формировании стационарных состояний адронов.

Октет глюонов. Так как масса кварка не зависит от цветового заряда, то возможны глюоны, кварки и антинегакварки которых могут иметь любые цветовые заряды. Возможное число таких различных глюонов равно 3^2 , из них шесть глюонов являются заряженными, а три цветонейтральными, из которых независимых два. Поэтому 9-плет глюонов распадается на октет глюонов, поля которых локализованы в центрально-

симметричном пространстве физического вакуума, и цветонейтральный синглет, локализованный в пространстве Вселенной. Глюоны октета являются квантами янг-миллсовских полей с группой симметрии $SU(3)$, которые играют важную роль в переходных процессах, идущих с изменением цвета кварковых подсистем.

Так как в сферически-симметричном пространстве Вселенной возможны только бесцветные частицы, то в нем из трех цветовых зарядов независимыми являются два, т.е. происходит изменение цветовой зарядовой симметрии, приводящее к редукции группы $SU(3) \rightarrow SU(2) \times U(1)$, которая совпадает с группой электрослабого взаимодействия. Это групповое сходство делает возможным Великое объединение векторных фундаментальных взаимодействий, лежащее в основе СМ.

Тензорные бозоны

Гравионы. Симметрия додекаэдро-икосаэдрной системы физического вакуума порождает отсутствующий в СМ вид взаимодействия, названный *гравиионным* [1, 2]. Его можно связать с пентасимметрией граней додекаэдра, имеющего пять эквивалентных пространственных положений при его вращении вокруг проходящей через центр оси симметрии. Пентасимметрия делает возможной поляризацию пяти проекций спина и соответствующего им квинтета зарядов, названных *вкусowymi* [1, 2]. Гравиионное взаимодействие обладает $SU(5)$ -симметрией, а реализующие его *гравиионные* поля образуют мультиплеты с размерностями 1, 5 и 24, сумма которых равна числу ребер у додекаэдра или икосаэдра. Поля 24-плета являются полями Янга-Миллса, способными изменять вкусовой заряд частиц. Гравионы квинтета же вкусовой заряд частиц не меняют. Их незаряженные гравиионные поля реализуют пять взаимодействий кулоновского типа между одинаковыми вкусовыми зарядами.

У квинтета нейтральных гравиионов контрчастицы имеют сдвиг фаз, равный π . У заряженных гравиионов сдвиг фаз составляет $\pm 2\pi/5$ и $\pm 4\pi/5$.

В сферически-симметричном пространстве Вселенной возможны только нулевые вкусовые заряды, т.е. независимыми являются четыре из них. Это приводит к редукции группы $SU(5) \rightarrow SU(4) \times U(1)$. Из взаимодействий этих двух подгрупп в объединении с векторными взаимодействиями может участвовать только синглетное гравиионное взаимодействие. Это приводит к образованию *грависильного* $U(1) \times SU(2)$ -взаимодействия.

Таким образом, в пространстве Вселенной реализуются два $U(1) \times SU(2)$ -взаимодействия – электрослабое и грависильное, т.е. возможно объединение четырех зарядовых взаимодействий. Поскольку, согласно [3], тензорное гравитационное $U(1)$ -взаимодействие рождается вместе с гравиионным $U(1)$ -взаимодействием, то оказывается возможным связать его с двумя парами $U(1) \times SU(2)$ -взаимодействий между зарядами. В [1, 3] такое объединение пяти фундаментальных полей названо *Гиперобъединением* и показано, что этот подход позволяет вычислить постоянную тонкой структуры с точностью до девятого знака.

Незаряженные векторные и тензорные поля могут образовывать парные комбинации со спином 1 и 2, названные *комбинированными* полями. Их комбинации образованы векторным квартетом, включающим электромагнитный синглет и глюонный триплет, и тензорным секстетом, образованным гравитационным синглетом и гравиионным квинтетом. Синглетные $U(1)$ -поля Вселенной и $SU(N)$ -поля физического вакуума становятся компонентами некоторых комбинированных полей, взаимодействующих одновременно с веществом Вселенной и физического вакуума. Один векторный и два тензорных 24-плета комбинированных полей играют важную роль в образовании фундаментальных частиц, являясь их внутренними полями [1, 2]. Кванты комбинированных полей состоят из соответствующих комбинаций нейтральных безмассовых бозонов. Комбинированные поля реализуют спин-орбитальные взаимодействия.

24-плеты комбинированных полей разделяются на 20-плет полей образованных квинтетом гравитонных полей и квартет, содержащий электромагнитное поле и триплет глюонных полей. Группой 20-плета является SU(4), три первых неприводимых представления которых имеют размерности 1, 4 и 15. Произведения гравитонных и глюонных полей образуют 15-плет. Из пяти *фотоногравитонных* полей 4 являются независимыми. Таким образом, пространства физического вакуума и Вселенной порождают отражающие симметрии этих пространств поля групп U(1), SU(3), SU(4) и SU(5).

Гравитоны. В поляризационной теории гравитация возникает при образовании в сферически-симметричном пространстве Вселенной первичных – планковских – частиц, являющихся массивными нейтральными скалярными бозонами. Первичное гравитационное поле было скалярным и содержало нейтральные скалярные контрчастицы. По мере образования частиц с все меньшей массой гравитационное поле посредством изменения расстояния между орбитами контрчастиц гравитонов становится сначала векторным, а затем тензорным полем [3], но, можно предположить, что нейтральность и нулевой спин образующих гравитоны контрчастиц, а значит, и группа U(1), сохраняются.

В рассматриваемой модели безмассовых бозонов в гравитоне носителем гравитационного взаимодействия являются планковские контрчастицы, располагающиеся на орбитах гравитона с сдвигом фаз, равным π . В этом случае возможно взаимодействие посредством гравитонов между любыми обладающими энергией частицами Вселенной, включая известное нам барионное вещество (первый иерархический уровень) и темную материю (нулевой иерархический уровень, на котором фермионы не образуются).

В удостоенной Нобелевской премии работе [4] для обнаружения гравитационных волн, испущенных во время слияния двух черных дыр, использовался метод сверхточного ($\sim 10^{-17}$ м) лазерного измерения расстояния между поверхностями двух подвешенных масс. Идея метода исходила из общей теории относительности, согласно которой гравитация изменяет метрику пространства, и этот эффект должен приводить к изменению измеряемого расстояния. При поляризационном подходе нельзя исключить, что при слиянии черных дыр вместе с гравитонами рождались скалярные гравитоны, которые также воздействовали на подвешенные массы, вращающиеся вместе с Землей. Так как согласно [3], константы гравитационного и гравитонного взаимодействий в низкоэнергетическом пределе одинаковы, то интерпретация эксперимента [4] как только гравитационного воздействия становится неоднозначной.

3. Нейтрино с нулевой массой покоя

Нейтрино – это особый фермион, о значении массы покоя которого существуют две точки зрения. В Стандартной модели полагается, что все три известных вида нейтрино имеют нулевую массу. Но эта модель не может объяснить явление *нейтринных осцилляций*, когда нейтрино одного вида сменяют нейтрино другого вида. Поскольку каких-то фундаментальных обоснований нулевой массы нейтрино в СМ нет, эффект осцилляций объясняют механизмом, для которого требуется, чтобы масса нейтрино, пусть не на много, но отличалась от нуля. Эксперимент дает ограничение на массы нейтрино сверху, т.е. допускает возможность обоих предположений о массе нейтрино. Но идея наличия у нейтрино малых масс (порядка электронвольта), несмотря на то, что природа их возникновения теорией не выявлена, а значения масс не вычислены, получила признание Нобелевского комитета, поскольку иного объяснения нейтринных осцилляций в рамках принятой парадигмы предложено не было.

В поляризационной теории нейтрино с малой массой не может быть фундаментальной частицей, так как минимальную массу среди фундаментальных частиц имеет электрон [1, 2]. Поэтому нейтрино как с нулевой, так и с ненулевой массой покоя

должны быть составными частицами, состоящими из фундаментальных частиц. Покажем, что в рамках поляризационной парадигмы нейтрино имеет нулевую массу покоя.

Комплексное зарядовое пространство лептонов и кварков, образуемое электрическим зарядом и тремя цветовыми зарядами, четырехмерно (его группа $U(4)$) и имеет по $4^2 = 16$ зарядовых состояний фермионов и антифермионов: по 8 состояний в действительном и мнимом подпространствах Вселенной и Антигавселенной и их физического вакуума. В этих октетах состояния зарядов и масс отличается на $\pi/2$. При поляризационном рождении зарядового мультиплета число независимых зарядовых состояний равно 15 (группа $SU(4)$).

С учетом двух направлений спинов образуется кирально-симметричный 32-плет фермионов, но не все его фермионы обладают массой. Физическому вакууму принадлежит 30-плет фермионных состояний, имеющий нулевую массу и соответствующий «реберному» 30-плету икосаэдра или додекаэдра, а остальные два состояния локализованы в комплексном сферически-симметричном пространстве Вселенной: одно в ее действительном подпространстве, другое – в мнимом подпространстве.

Согласно [1, 2], в поляризационном спектре фундаментальных частиц Вселенной и Антигавселенной в каждом из их действительных и мнимых подпространств содержится по 7 обладающих массой левых и правых фермионов одного поколения: один лептон и шесть кварков – всего 28 фермионов. Имеющие суммарную нулевую массу 32-плеты и 28-плеты фермионов не удовлетворяют симметрии додекаэдро-икосаэдрной системы центрально-симметричного пространства физического вакуума. Поэтому как в действительном, так и мнимом подпространствах должны существовать еще по два фермиона и их антифермиона (их группа $U(1)$) с нулевой массой покоя и разной киральностью, т.е. левые и правые нейтрино и антинейтрино. Одна пара нейтрино-антинейтрино локализована в действительном подпространстве, где она вместе с 28-плетом образует 30-плет фермионов с действительными массами, а другая («лишняя») пара переходит в мнимое подпространство, в котором локализованы «мнимые» частицы, фазы зарядов и масс которых сдвинуты на $\pi/2$. Из него в действительное подпространство поступает пара «мнимых» нейтрино и антинейтрино, которые имеющимися экспериментальными методами обнаружить нельзя.

В результате в действительном подпространстве Вселенной формируются кирально-симметричные 16-плеты фермионов и антифермионов, включающие нейтринные синглеты действительного и мнимого подпространств. Поэтому 15-плеты фермионов действительного подпространства оказываются кирально-асимметричными: они содержат одно экспериментально обнаруживаемое нейтрино. Благодаря нулевым значениям масс покоя и зарядов нейтрино и антинейтрино, их поляризационный обмен между мирами «действительных» и «мнимых» частиц возможен, так как не нарушает законов сохранения масс и зарядов.

Как известно из опыта, в действительном пространстве Вселенной из двух нейтрино с разным направлением вращения присутствует одно – с левым вращением. Нейтрино с правым вращением оказывается в скрытом («потустороннем») мире Вселенной с мнимым подпространством. Таким образом, в поляризационной теории безмассовые нейтрино разделяют мир Вселенной на два: мир действительного подпространства с левыми нейтрино (и правыми мнимыми нейтрино) и мир мнимого подпространства с правыми нейтрино (и левыми мнимыми нейтрино), т.е. делает миры Вселенной кирально-асимметричными. При наличии у нейтрино массы такая имеющая место киральная асимметрия невозможна.

Таким образом, две трудные и связанные проблемы фундаментальной физики – проблемы массы покоя нейтрино и киральной асимметрии вещества – получают в поляризационной теории свое решение, учитывающее свойства симметрии пространства физического вакуума. Аналогичная киральная асимметрия вещества присуща

Антивселенной, Негавселенной и Антинегавселенной. Теперь предстоит выяснить, каков состав трех поколений нейтрино и как возникают осцилляции нейтрино.

Состав и осцилляции нейтрино

В гравитирующем мире существуют два механизма образования фермионов без затрат энергии. Наряду с «симметричным» механизмом рождения пары частица-античастица существует «суперсимметричный» механизм, когда наряду с движущимся с постоянной скоростью фермионом рождается неподвижный скалярный негабозон, компенсирующий энергию фермиона [1, 2]. Поэтому будем предполагать, что в состав электронного нейтрино входит вращающийся электрон e и рождающийся вместе с ним скалярный нейтральный негабозон e^0 (верхний индекс – значение спина). Так как негабозон рождается неподвижным (в движущейся системе координат), то он должен находиться на оси вращения электрона. Скорость рождающегося электрона, а значит, и скорость его вращения, согласно [1, 2], равна $u_\varphi = c \sin \theta_C = 0,236c$. Она определяет радиус вращения электрона, который на n -ой орбите в $n / \sin \theta_C$ раз больше радиуса электрона, равного $\hbar / m_e c$.

В трехмерном действительном пространстве возможны шесть проекций спина электрона, определяющих спиновые состояния электронов нейтрино: два вдоль оси и четыре в плоскости вращения. Отличная от нуля спиральность нейтрино означает, что его спин направлен вдоль скорости перемещения. У безмассового нейтрино возможны два независимых его состояния – с левым и правым вращением. На каждое из них приходится одно состояние электрона со спином, направленным вдоль вектора скорости нейтрино и два состояния электрона, спины которых лежат в плоскости вращения и компенсируют друг друга. Поэтому нейтрино должно содержать три вращающихся электрона, из которых вклад в момент вращения нейтрино дает один электрон, а моменты двух других электронов компенсируют друг друга. Вращение электрона устойчиво, если он вращается на нижней орбите, т.е. его циркуляция минимальна и равна \hbar . Если орбитальное и спиновое вращение электрона противоположны по направлению, то возникает нейтрино со спином $1/2$. Помимо трех вращающихся электронов это нейтрино будет содержать три скалярных бозона e^0 с массами $-m_{e^0}$, компенсирующих энергию электронов. Таким образом, положительная и отрицательная масса компонент электронного нейтрино составляет $\pm 3m_{e^0}$. Энергия нейтрино определяется энергией вращения и колебания электронов.

Осцилляции нейтрино означают, что три наблюдаемых вида нейтрино должны рассматриваться как суперпозиции трех фундаментальных нейтринных состояний, обозначаемых как ν_1, ν_2, ν_3 . Их положительные и незначительно различающиеся массы обозначим соответственно m_1, m_2 и m_3 . Для проверки модели нам надо определить состав этих нейтрино и углы их смешивания при образовании нейтрино трех видов. Покажем, что в рассматриваемой поляризационной модели возможны три различных фундаментальных нейтрино.

Согласно [1], поляризационное образование фермионов первого и шестого иерархических уровней происходит в 11-мерном пространстве-времени физического вакуума. Поэтому нейтрино могут содержать фермионы этих двух уровней. В поляризационной теории образования массивных фундаментальных частиц лептоны и кварки рождаются в двух состояниях – свободном и связанном [1, 2]. В свободном состоянии рождаются электроны и u -кварки, а также мюон. Остальные кварки и тау-лептон образуются в связанном состоянии и не участвуют в формировании нейтринной структуры. Длительно живущие нейтрино могут образовывать только электроны, так как

массы мюона и его бозона одинаковы, т.е. массово асимметричный механизм образования нейтрино у них отсутствует.

Мюоны и u -кварки шестого иерархического уровня нейтрино не образуют (иерархический уровень будет указываться у символа частицы в скобках). Эти фермионы и их антифермионы формируют нейтральные скалярные структуры с очень малой положительной и отрицательной массой, дополняющие электронное нейтрино и тем самым создающие два новых вида нейтрино. Бесцветная кварковая компонента нейтрино будет содержать все три вида частиц: кварк $u(6)$, антикварк $u^-(6)$, нейтральный скалярный бозон $u^0(6)$. Такая же трехчастичная структура будет и у их негачастиц. Так как массы мюона и его бозона одинаковы, то вращающийся мюон образуется вместе не с его негачастицей, а антинегачастицей. Поэтому имеющая нулевую массу мюонная структура нейтрино будет содержать мюон $\mu(6)$, антимюон $\mu^-(6)$ и их негачастицы. Если частица и ее антинегачастица этих структур вращаются на одной орбите с одинаковой угловой скоростью, то заряд, энергия вращения и момент импульса пары равны нулю. Но пара может иметь колебательную энергию обоих знаков: положительную во Вселенной и отрицательную в Антинегавселенной.

Таким образом, эти три разных свободных фермиона порождают три вида фундаментальных нейтрино ν_1 , ν_2 и ν_3 , смешивание состояний которых приводит к образованию трех видов нейтрино ν_e , ν_μ и ν_τ , взаимодействующих с лептонами и кварками трех поколений.

Согласно вышесказанному, будем далее полагать, что ν_1 состоит только из триплета электронов ν_1 и триплета их негачастиц $\bar{\nu}_1$ (чертой сверху будут отмечаться негачастицы):

$$\nu_1 = \nu_1 + \bar{\nu}_1; \quad \nu_1 = 3e(1), \quad \bar{\nu}_1 = 3e^0.$$

Два других фундаментальных нейтрино имеют следующий состав:

$$\nu_2 = \nu_1 + \nu_2 + \bar{\nu}_2; \quad \nu_2 = \varepsilon[u(6)]; \quad \varepsilon[u(6)] = u(6) + u^-(6) + u^0(6);$$

$$\nu_3 = \nu_1 + \nu_3 + \bar{\nu}_3; \quad \nu_3 = \varepsilon[\mu(6)]; \quad \varepsilon[\mu(6)] = \mu(6) + \mu^-(6).$$

Максимальной массой компонент обладает ν_3 , а минимальной ν_1 . Массы, образующих нейтрино частиц, вычислены в [2]. В единицах $MэВ/c^2$ они равны $m_{e^\pm(1)} = 0,510639(31)$, $m_{e^0(1)} = 0,525443(31)$, $m_{\mu^\pm(1)} = 105,696(63)$, $m_{u^\pm(1)} = 2,31698(13)$ и $m_{u^0(1)} = 2,62721(15)$. Рассчитанные массы электрона, мюона и u -кварка отличаются от принятых экспериментальных значений менее чем на 0,1%. Между массами частиц первого и шестого иерархических уровней имеет место соотношение [1, 2]:

$$m(6) = e^{-40} m(1).$$

Поскольку во взаимодействии с веществом Вселенной участие принимают только компоненты нейтрино с положительной массой, то для того чтобы перейти к интерпретации экспериментов в рамках принятой сейчас модели нейтрино с ненулевой массой, будем рассматривать нейтрино как одну частицу, масса которой равна сумме масс его частиц с положительной массой. В этом случае знание масс компонент фундаментальных нейтрино позволяет вычислить измеряемые в осцилляционных экспериментах с высокоэнергичными нейтрино значения разности квадратов масс $\delta m_{ij}^2 = m_i^2 - m_j^2$ ($i, j = 1; 2; 3$):

$$\delta m_{21}^2 = 2m(\nu_1)m\{\varepsilon[u(6)]\} = 7,45 \cdot 10^{-5} \varepsilon B^2 / c^4;$$

$$\delta m_{32}^2 = 2m(\nu_1)\langle m\{\varepsilon[\mu(6)]\} - m\{\varepsilon[u(6)]\} \rangle = 2,65 \cdot 10^{-3} \varepsilon B^2 / c^4.$$

Они близки к рекомендуемым данным осцилляционных экспериментов [5]:

$$\delta m_{21}^2 = (7,58_{-0,26}^{+0,22}) \cdot 10^{-5} \text{эВ}^2 / c^4 \text{ и } \delta m_{32}^2 = (2,35_{-0,09}^{+0,12}) \cdot 10^{-3} \text{эВ}^2 / c^4.$$

Таким образом, сделанные в рамках теории образования фундаментальных частиц предположения о структуре безмассовых нейтрино и составе образующих их частиц получают экспериментальное подтверждение. Имеющееся расхождение в 10% для δm_{32}^2 останется и в случае использования экспериментальных значений масс фермионов.

Рассматриваемое безмассовое нейтрино состоит из частиц и их антигачастиц и потому не имеет ни зарядовой, ни массовой четности. Поскольку частица и гачастица рождаются в пространствах с противоположным направлением координат, то возможна зеркальная симметрия, т.е. в поляризационной теории нейтрино не обладает P-четностью. Так как нейтрино отличается от антинейтрино, то T-четность сохраняется.

Как видно из составов нейтрино, при изменении знака заряда и массы входящих в рассматриваемые нейтрино частиц состав частиц первого иерархического уровня меняется и возникает новые частицы – антинейтрино, неганейтрино и антинеганейтрино. Таким образом, в поляризационной теории безмассовое нейтрино четырехкомпонентно. Предположение о существовании двухкомпонентного безмассового нейтрино со спином 1/2 было сделано в 1929 г. Г. Вейлем, который построил для описания их свободного движения релятивистски ковариантные уравнения. Они не обладают ни C-, ни P-симметрией, но инвариантны относительно CP- и U(1)-преобразований. Решения уравнения Вейля имеют строго фиксированную спиральность. Безмассовые нейтрино поляризационной теории являются обобщением вейлевских нейтрино, учитывающим существования вещества с отрицательной массой.

Три поколения нейтрино

Представление о наличии у нейтрино массы основываются на явлении нейтринных осцилляциях, для объяснения которых служат недиагональные члены лагранжиана, пропорциональные массе нейтрино. В поляризационной теории физическим механизмом нейтринных осцилляций являются процессы поляризационного исчезновения одного вида нейтрино и рождение другого вида нейтрино. Эти процессы описываются поляризационными параметрами. Поэтому три угла смешивания трех компонент нейтрино должны определяться вычисленными в [1] поляризационными углами Кабиббо ($\theta_C = 13,63^\circ$) и Вайнберга ($\theta_W = 28,13^\circ$), являющихся углами между скоростями рождающихся частиц и направлениями спинов векторных и тензорных полей. Эти углы определяют величину скорости соответственно электрона и *u*-кварка, входящих в состав нейтрино. Поляризационный угол мюона, равный 2π , на смешивание компонент влияния не оказывает. Ниже вычисляются углы смешивания безмассовых нейтрино.

Три известных фундаментальных нейтрино участвуют в слабых взаимодействиях с фермионами разных поколений, смешиваясь при этом в разных пропорциях, определяемых углами смешивания θ_{ij} ($i, j = 1; 2; 3$). Их рекомендуемые в [5] экспериментальные значения следующие: $\theta_{12} = (33,6 \pm 1,0)^\circ$, $\theta_{13} = (9,1 \pm 0,6)^\circ$ и $\theta_{23} = (40,4_{-1,8}^{+4,6})^\circ$. В работе [7] получено значение $\theta_{13} = (8,7 \pm 2)^\circ$.

В поляризационной теории угол смешивания ортогональных состояний двух фундаментальных нейтрино должен поляризоваться вместе с углом между направлениями спинов этих нейтрино, т.е. эти углы различаются лишь знаком, что для дальнейшего рассмотрения несущественно. Поляризационное образование массивных фермионов первого поколения характеризуется двумя поляризационными углами θ_C и θ_W [1, 2]. Первый угол определяет направление спина электрона, а второй – направление спина *u*-кварка, входящего в состав ν_2 . Вектора этих спинов образуют плоскость (плоскость фермионов первого поколения), где должны располагаться вектора спинов ν_1 , ν_2 и ν_3 ,

являющихся компонентами нейтрино первого поколения ν_e . С вектором спина последнего векторы спинов электрона и u -кварка образуют соответственно углы θ_C и θ_W , а угол между направлениями их спинов равен $\theta_C + \theta_W$. Естественно предположить, что вдоль двух выделенных направлений – направлений спинов u -кварка и электрона – выстраиваются соответственно векторы спинов ν_2 и ν_3 . Они образуют угол θ_{23} , через вершину которого и внутри него проходит направление спина ν_1 . Углы между векторами спинов ν_1 и ν_2 , ν_1 и ν_3 , ν_2 и ν_3 поляризуются вместе соответственно с углами смешивания θ_{12} , θ_{13} и θ_{23} (углами поворота пар векторов ортогональных состояний фундаментальных нейтрино: ν_1 и ν_2 относительно вектора состояния ν_3 ; ν_1 и ν_3 относительно вектора состояния ν_2 ; ν_2 и ν_3 относительно вектора состояния ν_1). Поэтому

$$\theta_{23} = \theta_{12} + \theta_{13} = \theta_C + \theta_W = 41,76^0. \quad (3)$$

Векторы состояний ν_e и ν_μ ортогональны. В образованной ими плоскости лежит вектор состояния ν_3 -нейтрино. Его проекции на вектора ν_e и ν_μ , обозначенные соответственно a_{e3} и $a_{\mu3}$, есть примеси ν_3 в векторах состояния ν_e и ν_μ . Они определяются общим для частиц первого и второго поколений углом θ_C [1, 2] и равны:

$$a_{e3} = \nu_3 \sin \theta_C; a_{\mu3} = \nu_3 \cos \theta_C. \quad (4)$$

Нейтрино ν_2 и ν_3 являются линейными комбинациями фундаментальных нейтрино

$$\nu_e = a_{e1}\nu_1 + a_{e2}\nu_2 + a_{e3}\nu_3; \nu_\mu = a_{\mu1}\nu_1 + a_{\mu2}\nu_2 + a_{\mu3}\nu_3$$

с коэффициентами a_{ij} , определяемыми PMNS-матрицей смешивания [8]. Они зависят от трех углов смешивания, причем

$$a_{e3} = \sin \theta_{13} \text{ и } a_{\mu3} = \cos \theta_{13} \sin \theta_{23}. \quad (5)$$

Из (3) - (5) находим, что

$$\text{tg} \theta_{13} = \text{tg} \theta_C \sin(\theta_C + \theta_W). \quad (6)$$

Соотношения (3) и (6) позволяют определить углы смешивания: $\theta_{12} = 32,6^0$, $\theta_{13} = 9,16^0$, $\theta_{23} = 41,76^0$. Они в пределах погрешности измерения согласуются с приведенными выше рекомендуемыми значениями этих углов.

Таким образом, поляризационная модель трех видов безмассовых нейтрино, в состав которых входят три вида фундаментальных фермионов и бозонов, позволяет интерпретировать данные осцилляционных экспериментов, не выходя за рамки поляризационной теории массивных фундаментальных частиц.

4. Заключение

В отличие от принятых сегодня представлений в поляризационной теории безмассовые бозоны и нейтрино являются составными частицами, а фундаментальные фермионы и бозоны имеют массу.

Безмассовые бозоны образуются вращающимися *контрчастицами* – парами фундаментальных частиц одного вида, различающихся знаками массы и зарядов. Такие пары являются квантами переносящих взаимодействие полей. Состав и структура этих квантов таковы, что их спины могут иметь значения 0, 1 и 2. Энергия скалярных бозонов запасается в колебательных модах, векторных бозонов – в колебательно-вращательных возбуждениях, а тензорных бозонов – во вращении контрчастиц. Спектр полей и зарядов фундаментальных частиц физического вакуума задается симметрией его центрально-симметричного пространства, проявляющейся через симметрии фигур Платона.

Пентасимметрия, присущая додекаэдру и икосаэдру, порождает квинтет новых – *вкусовых* – зарядов и новые – тензорные *гравитонные* поля, переносящие взаимодействия между вкусовыми зарядами, а также векторные и тензорные *комбинированные* поля. Центральная симметрия физического вакуума определяет групповые свойства четырех «зарядовых» фундаментальных взаимодействий, делающие возможным их объединение с гравитационным взаимодействием.

Центральная симметрия пространства физического вакуума порождает нейтральные лептоны с нулевой массой покоя – нейтрино. Нулевая масса нейтрино подтверждается отсутствием у известного нам вещества правого нейтрино, которое оказывается локализованным в неизвестном сейчас мнимом подпространстве Вселенной.

Определены возможные составы трех поколений фундаментальных нейтрино, состоящие из фундаментальных фермионов и бозонов. Все эти три нейтрино содержат три электрона первого иерархического уровня и три компенсирующих их массу скалярных антинегабозона. Нейтрино второго и третьего поколения включают еще очень легкие частицы шестого иерархического уровня – соответственно *и*-кварки и мюоны. Поэтому различие положительных и отрицательных компонент масс у трех поколений нейтрино очень мало.

Энергия локализованного во Вселенной нейтрино является энергией его компоненты с положительной массой, т.е. при взаимодействии нейтрино с веществом Вселенной проявляется положительная часть его массы, что сейчас воспринимается как наличие у нейтрино массы. Так как в состав нейтрино входят частицы с положительной и отрицательной массой, то нейтрино поляризационной модели является четырехкомпонентным нейтрино Вейля.

В рассмотренной поляризационной модели осцилляции нейтрино обусловлены поляризационными механизмами рождения и исчезновения трех видов фундаментальных нейтрино. Рассмотренный состав нейтрино и внутреннее движение образующих нейтрино частиц приводят к параметрам нейтринных осцилляций, согласующимся с экспериментальными значениями: согласуются разницы квадратов положительных компонент масс нейтрино трех поколений, а также три угла смешивания нейтрино, которые определяются двумя углами поляризационной теории рождения фундаментальных частиц – поляризационными углами Кабиббо и Вайнберга.

Тем самым показано, что для интерпретации осцилляционных экспериментов не обязательно требовать наличия у нейтрино массы покоя.

Список литературы

1. В.В. Чернуха, Поляризационная теория Мироздания. Атомэнергоиздат, Москва (2008), 658 с.
2. В.В. Чернуха, О природе массы и зарядов фундаментальных частиц, www.ptm2008.ru
3. В.В. Чернуха, Поляризационная теория объединения фундаментальных взаимодействий, www.ptm2008.ru
4. В.Р. Abbott *et al.* Phys. Rev. Letts., **116(6)**/061102(16), (2016).
5. J. Beringer *et al.*, Phys. Rev., **D 86**, 010001 (2012).
6. Физическая энциклопедия, т. 3, 258, Большая российская энциклопедия, Москва (1992).
7. Bay Collaboration, arXiv:1210.6327.
8. K. Nakamura *et al* (PDG), J. Phys. **G 37**, 075021 (2010).

29.10.12. Изменения внесены 10.11.17.

On the nature of massless bosons and neutrinos

Annotation

Within the framework of the concepts of the polarization theory, in which massless particles consist of particles with different signs of mass, the composition and structure of the transferring interactions of massless bosons - photons, gluons, gravitons and *gravions*, and also three massless neutrinos, is considered. Gravions are the carriers of a new - *gravionic* - interaction between the quintet of new, called *tastes*, charges. Its interaction generates rotation of the substance. Group symmetry of the gravitational interaction and the four interactions between the charges allow the unification of these interactions. Considered the structure and composition of massless neutrinos make possible the emergence, through polarization mechanisms, neutrino oscillations, the calculated characteristics of which agree with experimental data. Therefore, the evolving notion of the existence of neutrino mass is not sufficiently substantiated.