

## 2. Структура фундаментальных и метастабильных частиц

### 2.1. Поле и частицы

Вещество является иерархическим уровнем материи. Вещество построено из субстанции высших уровней поля. Они различаются лишь уровнем энергии. Поле — поток «горячих» вихревых частиц. Вещество — охлажденные «комки» из этих частиц [3].

Современная теоретическая физика полагает, что основу материи составляют фундаментальные частицы: кварки и лептоны (нейтрино и электроны). Иерархия составных частиц описывается полуэмпирической Стандартной моделью. Частицы разбиваются на группы в зависимости от их участия в фундаментальных взаимодействиях. Каждое взаимодействие между фермионами «переносится» специальным бозоном. Взаимодействия независимы и «сливаются» при очень высоких энергиях. Ниже изображена схема элементарных и составных частиц и теории, описывающие их взаимодействие.



При рассмотрении этой схемы возникают вопросы, но которые пока нет ответа. Прежде всего, почему ответственными за электромагнетизм назначены фотоны? Какое отношение имеет свет к электричеству? Что делают W&Z Бозоны в слабом взаимодействии? Рассталкивают в нейтроне протон и электрон? Если да, то куда уходят бозоны после распада нейтрона? И вообще, что с чем конкретно взаимодействует в слабом взаимодействии? Что у него по существу общего с электромагнетизмом?

Откуда взялись бозоны — «переносчики силы»? Это такая же материя, что и кварки с лептонами или это другая материя? И как, например, глюоны распределены в пространстве: заполняют все пространство, как фотоны, или находятся только в ядрах атомов? Каким образом гравитоны осуществляют притяжение тел? Сам термин «переносчики взаимодействий» предполагает, что свойством «притяжение» обладают сами массы, а гравитоны лишь принимают это свойство у одной массы и передают его другой массе.

Материя — это частицы (кварки и лептоны), а что находится между частицами? Если пустота, то надо ее признать вместилищем материи — абсолютным пространством Ньютона.

А откуда возникли кварки и лептоны? По-видимому, был какой-то процесс, порождающий их в соответствующих друг другу количествах? Сегодня физика определяет три семейства фундаментальных частиц, приведенных в таблице. Массы указаны в долях массы протона и МэВ.

Семейство 1		Семейство 2		Семейство 3	
Частица	Масса	Частица	Масса	Частица	Масса
Электронное нейтрино	$<10^{-8}$	Мюонное нейтрино	$<0,0003$	Тау-нейтрино	$<0,033$
Электрон	0,00054 (0,510 МэВ)	Мюон	0,11 (106 МэВ)	Тау	1,9 (1777 МэВ)
u-кварк	0,0047 (4 МэВ)	c-кварк	1,6 (1250 МэВ)	t-кварк	189,0 (175000 МэВ)

d-кварк	0,0074 (7 МэВ)	s-кварк	0,16 (150 МэВ)	b-кварк	5,2 (4500 МэВ)
---------	----------------	---------	----------------	---------	----------------

Рассмотрим существующие представления с точки зрения вихревой модели.

Образовавшееся после инфляции множество вихрей праматерии находилось в сверхплотном состоянии. Они представляли собой кванты жидкости со своей «температурой кипения». Охладившись до температуры кипения, гравитоны сформировали более крупные вихревые структуры в виде электронных нейтрино и антинейтрино (рисунок 2.1). Это стабильные нейтральные лептоны с полуцелым спином, участвующие только в слабом и гравитационном взаимодействиях. Только электронные нейтрино и антинейтрино являются элементарными частицами вещества. Все остальные частицы являются составными.

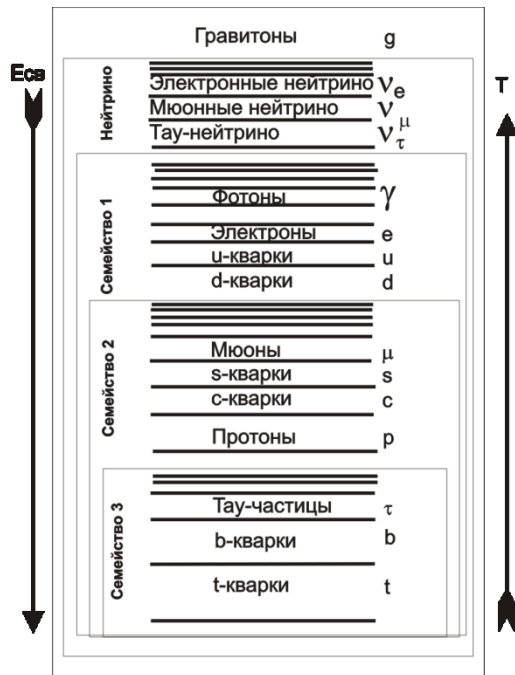


Рис. 2.1. Схема уровней фундаментальных частиц

Дальнейшее охлаждение среды позволило нейтрино соединяться между собой, переходя на ниже лежащие уровни. Объединение в пары электронных нейтрино и антинейтрино образовало фотоны, электроны и позитроны, а парные взаимодействия кварков с мюонных антинейтрино образовали протоны. Таким образом, нейтрино — промежуточное звено между квантами поля и веществом. Они построены из гравитонов поля. Образно говоря, нейтрино — это одновременно «холодный» квант поля и «горячая» частица вещества. Все ниже лежащие уровни вещества построены из нейтрино и антинейтрино.

## 2.2. Первое семейство фундаментальных частиц

### Электронные нейтрино и антинейтрино

По мере остывания Вселенной часть гравитонов сгруппировала вихревые кольца. В вихревом кольце поддерживается два вращающихся потока гравитонов: один поток — *тороидальный* вокруг кольцевого ядра с частотой  $\Omega$  (рисунок 2.2). Это обеспечивает движение тора вдоль оси за счет его «самовыворачивания». Угловой момент тороидального вращения замкнут сам на себя.

Другое движение — *кольцевое* — вдоль ядра с частотой  $\omega$ . Это вращение тора как целого вокруг центральной оси. Вдоль этой оси направлен и момент импульса кольцевого вращения. Фактически движение гравитонов в вихре происходит по винтовым линиям. Тороидальная и кольцевая скорости составляют по отношению друг к другу либо правовинтовую, либо левовинтовую систему [4].

Отождествим левовинтовое гравитонное вихревое кольцо с *электронным нейтрино*  $\nu$ , а правовинтовое — с *электронным антинейтрино*  $\bar{\nu}$ . Эти частицы асимметричны. По закону сохранения момента импульса они должны создаваться парой. Аннигилировать, т.е. исчезнуть, слившись друг с другом, они не

могут из-за своей асимметрии. Пространственно они несовместимы. Именно такая структура нейтрино и антинейтрино лежит в основе закона сохранения комбинированной четности.

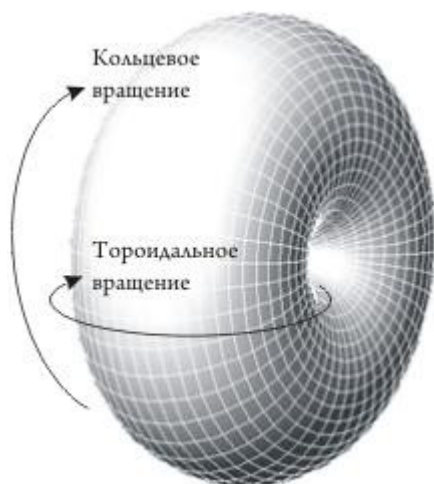


Рис.2.2. Кольцевой вихрь нейтрино

На рисунке 2.3. представлено сечение тора. Левый вихрь вращается против часовой стрелки. Он увлекает за собой пограничный слой полевой среды. В месте размещения правого вихря этот поток направлен вверх. Точно так же правый вихрь, вращающийся по часовой стрелке, образует поток среды в месте расположения оси левого вихря вверх с постоянной скоростью. Левый вихрь перемещает вверх правый, а правый вихрь перемещает вверх левый.

Свободное нейтрино в вязкой среде гравитонов за счет своего «самовыворачивания» немедленно начинает двигаться поступательно вдоль оси кольца с постоянной скоростью  $V$ , близкой к световой. Скорость света шесть средняя («тепловая») скорость частиц поля — гравитонов. Поступательное движение кольцевого вихря нейтрино поддерживается за счет тороидального вращения частотой  $\Omega$ . Момент импульса тороидального вращения замкнут сам на себя. Он не может участвовать в спин-спиновом взаимодействии с другими объектами. В его замкнутости заключается гарантия стабильности частицы. Эта скрытая внутренняя энергия не может быть растрчена при взаимодействиях.

Кольцевое вращение с частотой  $\omega$  определяет момент импульса  $M$  и энергию нейтрино  $h\omega$ . В основном состоянии минимальный (собственный) момент импульса (спин) равен  $h/2$ . При возбуждении частота кольцевого вращения  $\omega$  увеличивается. Энергетический диапазон частиц может быть весьма широк.

Направление поступательного движения образует левовинтовую систему с направлением кольцевого вращения у нейтрино и правовинтовую систему у антинейтрино. Говорят также, что нейтрино имеют спиральность  $(-h/2)$ , т.е. спин направлен против направления движения. Спиральность антинейтрино равна  $h/2$ .

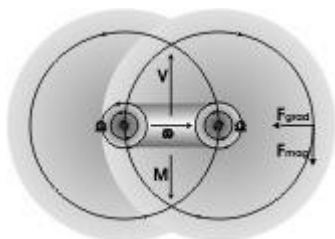


Рис. 2.3. Тороидальное и кольцевое вращения нейтрино

Нейтрино и антинейтрино являются передаточным звеном в цепочке уровней эволюции материи. Все составляющие поля на уровнях выше нейтрино более энергичные, чем нейтрино. В гравитоны, а затем

в нейтрино перешла лишь небольшая часть темной материи. Если бы мы могли уменьшить поле своего зрения до масштабов нейтрино, то мы увидели бы их как редкие темные точки на сплошном ярком фоне «среды».

### Структура фотона

На ранних этапах горячей Вселенной концентрация вихрей нейтрино была столь высокой, что обеспечивались очень малые расстояния взаимодействия между ними. Поэтому поддерживались многие формы вихревых образований — «возбужденных» нейтрино. После остывания часть из них оказалась устойчивой, в том числе фотоны и электроны — сборки из пары нейтрино, мюонные нейтрино и тау-нейтрино.

Схема образования фотонов показана на рисунке 3.4. Фотон "собран" из двух нейтрино (*левовинтовые фотоны*) или из двух антинейтрино (*правовинтовые фотоны* или «*антифотоны*»). Они соосно стоят друг за другом и притягиваются *вихревым взаимодействием*. Нейтрино постоянно меняются местами, изменяя свои размеры, и проходя друг сквозь друга по принципу «игры вихревых колец». Переднее кольцо действует своим потоком присоединенного слоя поля на заднее кольцо таким образом (см. выносные линии левого рисунка 2.4), что центр масс заднего вихря смещается к оси и вперед. Но тогда собственный поток тороидального вращения заставляет заднее кольцо уменьшать свой диаметр и ускоряться. Аналогичным образом заднее кольцо (см. выносную линию среднего рисунка 3.4) тормозит и увеличивает диаметр переднего кольца. Когда заднее кольцо пройдет сквозь отверстие в переднем кольце, то оно станет передним и вся картина повторится.

Необходимо обратить внимание на то, что кольцевые вращения нейтрино в фотоне направлены в одну сторону. Через присоединенный поток поля доступная наблюдению частота кольцевых вращений обоих нейтрино выравнивается — вокруг оси они вращаются как одно целое.

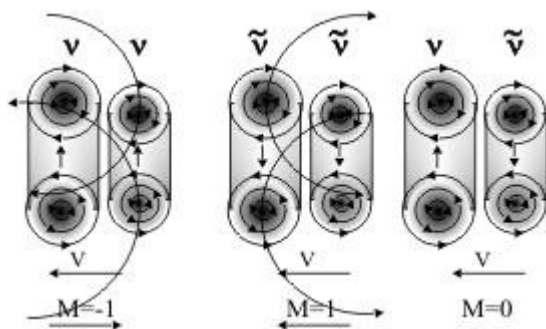


Рис. 3.4. Схема образования фотонов

Из рисунков видно, что при объединении двух антинейтрино спиральность (проекция спина на импульс) положительна и равна 1 ( $\hbar$ ). При соединении двух нейтрино спиральность равна  $-1$  ( $-\hbar$ ), а пара нейтрино-антинейтрино дает спиральность равную нулю. Мы говорим, что спин фотона в единицах  $\hbar$  может иметь значения 1,  $-1$ . Из рисунка видно, что речь при этом идет о разных частицах, хотя по другим параметрам они неразличимы.

Изображенный на рисунке третий вариант — соединение нейтрино с антинейтрино — не может наблюдаться, хотя может существовать. Такие фотоны могут иметь лишь собственную (нулевую) энергию, которую нельзя отнять. Моменты кольцевых вращений здесь компенсируют друг друга. Но если фотон не может передать свой момент регистрирующему прибору, то он недоступен наблюдению, — его невозможно зафиксировать. Поэтому число возможных наблюдаемых ориентаций спина фотона равно двум, а не трем, которым обладала бы частица со спином  $S=1$  ( $2S+1=3$ ).

Энергия тороидального вращения фотонов не может быть растрчена при взаимодействиях, так как момент импульса замкнут сам на себя. Тороидальное вращение обеспечивает фотонам, находящимся в «тепловом» равновесии с окружающей средой, постоянную скорость поступательного движения. Эта скорость  $c$  зависит от диэлектрической  $\epsilon\epsilon_0$  и магнитной  $\mu\mu_0$  проницаемостей среды:

$$c^2 = \frac{1}{\mu\mu_0\epsilon\epsilon_0}.$$

Каждый фотон имеет энергию, импульс, момент импульса, частоту "игры колец" и частоту вращения  $\omega$  колец как целого. Частота кольцевого вращения колец  $\omega$  не связана с собственными внутренними свойствами фотона. Благодаря кольцевому вращению фотоны могут переносить энергию между объектами микромира. Именно эта частота участвует в формуле Планка  $E = h\omega$  и определяет цвет света.

Структура фотона обеспечивает ему постоянную скорость поступательного движения независимо от скорости источника. Поступательная скорость фотонов разных «цветов» одинакова. Эта скорость равна  $c$  относительно гравитонной среды, в которой и происходит движение, но не относительно наблюдателя в любой инерциальной системе координат.

Скорость фотона будет равна  $c$  относительно наблюдателя в любых направлениях только в очень массивных системах отсчета, которые «увлекают за собой эфир». На поверхности Земли, например, нет «эфирного ветра». Земля окружена присоединенным вихревым слоем гравитонов. Иначе вихри-фотоны увлекались бы направленным потоком гравитонной среды. Утверждение теории относительности о том, что скорость света в вакууме является инвариантной величиной в любых инерциальных системах отсчета, представляется необоснованным. Оба постулата Эйнштейна требуют следующего уточнения:

1. В любых очень массивных инерциальных системах отсчета физические явления протекают одинаково.
2. В любых очень массивных системах отсчета скорость распространения света в вакууме не зависит от движения источника и одинакова во всех направлениях.

## Электрон и позитрон

Если свободные нейтрино имеют противоположно направленные скорости, то при пролете на очень близком расстоянии они могут сцепиться и образовать новую частицу. Сцепление нейтрино осуществляется по механизму *вихревого взаимодействия*. Сейчас этот механизм называют «*сильным*» взаимодействием. Увлекаемый поток поля одного нейтрино смещает центр масс вихря другого нейтрино таким образом, что вихревой поток второго нейтрино прижимает его к первому. В свою очередь, первое нейтрино попадает в поток поля второго нейтрино и дрейфует к нему. Скорости нейтрино противоположны, так что сила притяжения является центростремительной, а орбита вращения является окружностью. Работа при этом не совершается.

На рисунке 2.5 изображена структура электрона, а на рисунке 2.6 — позитрона.

Электрон образуется из двух вихрей-нейтрино с противоположно направленными скоростями, взаимно притягивающихся друг к другу по механизму сильного взаимодействия. Они вращаются по круговой орбите вокруг общей точки в плоскости, перпендикулярной плоскости колец, со скоростью, близкой к световой. Моменты нейтрино при этом противоположны. Образующийся при вращении «*восьмерки*» *новый вихрь* имеет спин — собственный момент электрона  $M_s = h/2$ .

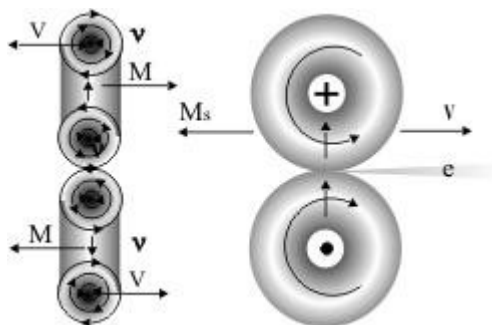


Рис. 2.5. Структура электрона

Рассмотрим эту модель в другой плоскости (см. правые части рисунков). Кольцевые потоки нейтрино, составляющих электрон (позитрон), взаимно действуют друг на друга, так что частоты их вращения одинаковы. В отличие от нейтрино и фотона здесь кольцевой, а не тороидальный поток является движителем частицы. На рис.2.5 электрон движется направо — в направлении, противоположном направлению спина  $M_s$ . Позитрон движется по спину  $M_s$ . Скорость их «броуновского» движения соответствует собствен-

ной частоте кольцевого вращения  $\omega_0$ . При увеличении угловой скорости вращения колец поступательная скорость частиц также увеличивается.

Нетрудно заметить, что вращающиеся в электроне нейтрино образуют своего рода «шестеренчатый насос». Они плотно сдавливают центральную часть приповерхностного слоя поля и затем выталкивают струю увлеченных гравитонов в телесный угол по направлению скорости  $\mathbf{v}$ . Вдоль оси образуется открытая *вихревая трубка* неопределенной длины, вращающаяся вокруг своей оси с частотой тороидального вращения  $\Omega$ .

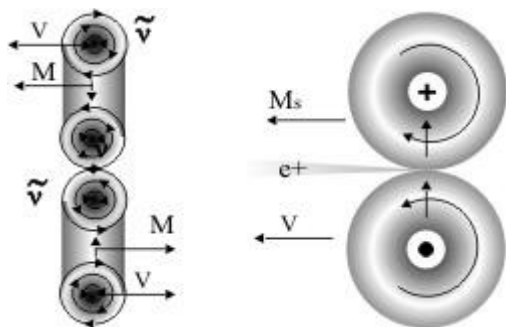


Рис. 2.6. Структура позитрона

Здесь мы употребляем термин «трубка» не в смысле описания геометрии, а в смысле *зарядовой трубки Фарадея*. Трубка — это исходящий из точки соприкосновения вихрей нейтрино лучевой поток с винтовым движением гравитонов. Вращение вихревой трубки для электрона образует левый винт, а для позитрона — правый винт с направлением потока.

Винтовой поток гравитонов в открытой вихревой трубке отождествим с *электрическим полем*. Далее будем называть эту трубку «зарядовой», так как интенсивность ее потока определяет *заряд* частицы. В начале зарядовой трубки у позитрона расположен источник, а у электрона — сток. Поэтому заряд позитрона называют положительным, а заряд электрона — отрицательным.

Зарядовые трубки обеспечивают *электростатическое взаимодействие* между частицами при их соосном расположении. Механизм силового действия основан на законе Бернулли: чем больше скорость потока гравитонов в трубке, тем меньше в ней статическое давление. Таким образом, на оси частицы по разные стороны от центральной точки может создаваться перепад давления за счет наложения внешнего потока от другой частицы. Сила обеспечивается градиентом плотности энергии. Некоторые варианты наложения потоков вихревых трубок для частиц показаны на рисунке 2.7.

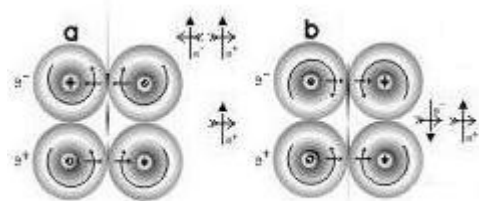


Рис. 2.7. Взаимодействие электрона и позитрона

В случае «а» позитрон и электрон движутся в одном направлении. На позитрон не действует электростатическое поле электрона. Зарядовая трубка позитрона проходит сквозь зарядовую трубку электрона. Левовинтовой гравитонный поток электрона нейтрализуется правовинтовым потоком позитрона. Вращательная скорость потока на оси равна нулю снаружи частиц. Между частицами вращательная скорость потока на оси не равна нулю. Таким образом, на центральные точки электрона и позитрона действует притягивающая сила, обусловленная градиентом статического давления в потоке гравитонов (закон Бернулли). При данной ориентации частицы дополнительно притягиваются друг к другу вихревым взаимодействием (направление вращения прилегающих вихрей одинаково).

В случае «б» позитрон и электрон движутся навстречу друг другу. Осевые потоки вне частиц отсутствуют. Вращения во встречных поступательных потоках между частицами складываются друг с другом.

Гидродинамическое давление на оси между частицами меньше, чем вне их, и частицы притягиваются вдоль оси.

На рисунке 2.8 показано взаимодействие двух положительных позитронов, следующих вдоль оси вдогонку друг за другом (а) и во встречном направлении (б).

В первом случае нижний позитрон не испытывает силового воздействия. Между частицами действует поток нижнего позитрона. Снаружи верхнего позитрона вращательные потоки складываются. Следовательно, возникает перепад давления на оси в центральной точке верхнего позитрона. Частицы расталкиваются. Стоит, однако, обратить внимание, что одноименные частицы в этом положении притягиваются друг к другу вихревым взаимодействием и могут образовывать пары со спином, равным  $\hbar$  и зарядом  $2e$ .

Во втором случае встречного сближения потоков снаружи частиц нет. Вращение потоков между частицами компенсируется. Заряды расталкиваются вихревым взаимодействием: направление вращения прилегающих нейтрино противоположное.

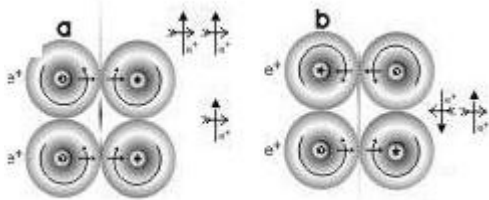


Рис. 2.8. Взаимодействие двух позитронов

Таким образом, электростатические поля электрона и позитрона обладают не центральной, а осевой симметрией. Поля создаются поступательным механическим потоком гравитонов в виде вращающегося луча. Электростатическое взаимодействие заряженных частиц происходит вдоль оси частицы за счет действия силы на точку соприкосновения нейтрино. Эта сила обусловлена разностью гидродинамических статических давлений по обе стороны точки.

Поступательный поток гравитонов, осуществляющий электростатическое взаимодействие, воплощает идею Фарадея о зарядовых трубках (силовых линиях, жгутах), которыми соединены заряженные частицы. В отличие от случая центрально-симметричного поля, связь осесимметричных зарядов возможна только для парных взаимодействий. Взаимное притяжение или отталкивание заряженных частиц зависит от их ориентации.

Сравнивая структуру электрона и позитрона со структурой фотона, нельзя не согласиться, что в этих частицах воплощена идея суперсимметрии между бозонами и фермионами.

### Кварки первого семейства

В первом семействе фундаментальных частиц предполагается существование  $u$ -кварка с зарядом  $+\frac{2}{3}e$  и  $d$ -кварка с зарядом  $-\frac{1}{3}e$ . Образование новых частиц в горячей Вселенной происходило, скорее всего, в парных столкновениях. Парные столкновения нейтрино породили электроны и позитроны. Эти частицы снова сталкивались с нейтрино, порождая кварки. На рисунке 2.9 показана схема  $d$ -кварка, который получен за счет присоединения электронного антинейтрино к электрону.

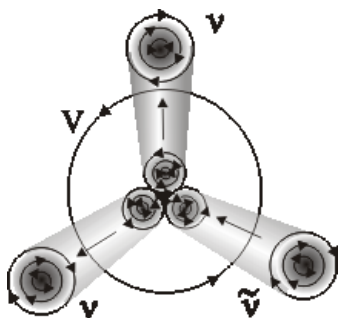


Рис.2.9. Схема d-кварка

Непосредственно из рисунка 2.9 видно, что присоединенный положительный поток гравитонов выбрасывается из точки соприкосновения колец на читателя одним кольцом антинейтрино. Два кольца нейтрино выбрасывают отрицательный поток гравитонов за чертеж. Заряд частицы — это интенсивность поступательного потока гравитонов вдоль оси. Если считать, что все три кольца формируют поток, равный единичному заряду, то заряд  $u$ -кварка с одного конца равен  $1/3$ , а с другого конца равен  $-2/3$ . Если считать заряд позитрона равным 1, то тогда доля, вносимая в заряд каждым кольцом, будет равна  $1/3$ . Заряд кварка в этом случае будет равен  $-1$  с одного конца и  $+1/2$  — с другого конца. Реально присоединенные потоки гравитонов будут замыкаться между полюсами частицы, так что останется некомпенсированный заряд  $-1/3$  или  $-1/3 e$ . Спин  $u$ -кварка будет равен  $1/2$ .

Анализируя схему  $u$ -кварка на рисунке 2.10, приходим к заключению, что заряд этого кварка будет составлять  $+1/3$  или  $+1/3 e$ . Спин  $u$ -кварка равен  $1/2$ .

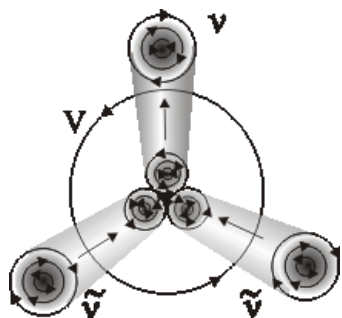


Рис. 2.10. Схема  $u$ -кварка

Заметим, что из-за дробности результирующего заряда кварки не могут существовать самостоятельно. Они должны или объединиться в пары, или перестроиться. На рисунке 2.11. показана схема перестроенного  $d$ -кварка. Его заряд равен  $-e$ , а спин равен нулю. Между электроном и антинейтрино поддерживается вихревое притяжение за счет одинаковости направления тороидального вращения.

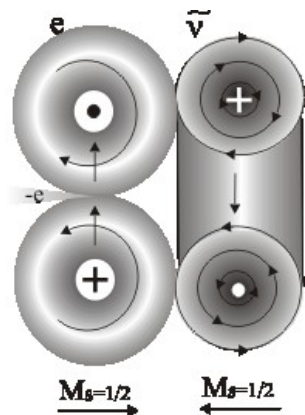


Рис. 2.11. Перестроенный  $d$ -кварк

Спин перестроенного  $d$ -кварка равен нулю, продольная масса равна массе электрона.

## 2.3. Второе семейство фундаментальных частиц

### Мюонное нейтрино

Во втором семействе фундаментальных частиц основное состояние занимают мюонное нейтрино и мюонное антинейтрино. Они, как нейтрино и фотоны, постоянно движутся со световой скоростью. Мюонное нейтрино состоит из двух нейтрино и одного антинейтрино (рис.2.12). Можно также сказать, что мюонное нейтрино образовано нейтринным фотоном и антинейтрино.



Поступательное движение осуществляется по принципу «игры вихревых колец». Кольца нейтрино постоянно проходят друг через друга. Скорости всех составляющих направлены в одну сторону. Спин мюонного нейтрино, равный  $\hbar/2$ , противоположен скорости. У мюонного антинейтрино направления скорости и спина совпадают.

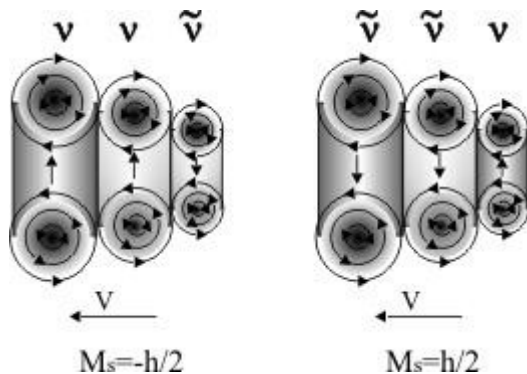


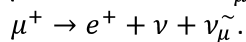
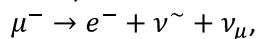
Рис. 2.12. Мюонное нейтрино и мюонное антинейтрино

Кольца нейтрино в мюонном нейтрино, как и в фотоне, притягиваются друг к другу за счет вихревого взаимодействия. При этом направление вращения притягивающихся вихрей должно быть одинаково. На рисунке поток гравитонов во всех верхних сечениях вихря направлен по часовой стрелке, а в нижних — против часовой стрелки.

Сравним рисунки 2.9 и 2.10 с рисунком 2.12. Бозон мюонное нейтрино  $\nu_\mu$  является суперпартнером фермиона d-кварка, а мюонное антинейтрино  $\bar{\nu}_\mu$  является суперпартнером u-кварка.

### Мюоны

Большинство нестабильных частиц получено при избытке поступающей энергии на мощных ускорителях бомбардировкой мишеней пучком энергичных частиц. О структуре частиц мы можем судить по продуктам их распада. Рассмотрим, например, возможную структуру мюонов. По свойствам их можно назвать «тяжелыми» электронами (позитронами) с массой  $206,7 m_e$  и временем жизни  $2,22 \cdot 10^{-6}$  с. Распад мюонов наиболее вероятен по такой схеме:



Так как спин мюонов равен  $1/2$ , то их структура, вообще говоря, полностью повторяет структуру электрона. Только вместо электронных нейтрино вокруг оси частицы вращаются мюонные нейтрино (рисунок 2.13). Такая структура мюона обеспечивает ему значительное увеличение измеряемой «продольной» массы по сравнению с электроном.

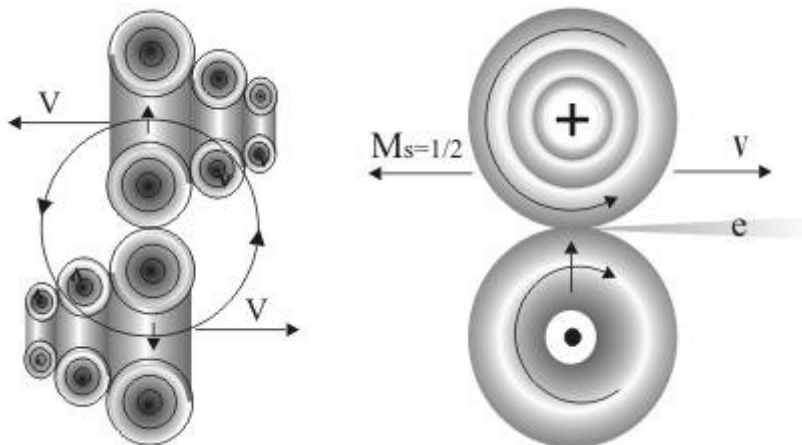


Рис. 2.13. Структура мюона

Так как мюон обладает полуцелым спином, то он может распасться только на три частицы. Поэтому при распаде одно из мюонных нейтрино должно развалиться на две части: электрон и антинейтрино. Предположим, что мюонное нейтрино разваливается «заранее», в момент образования мюона. Тогда представляется возможной связка из трех частиц — продуктов распада структуры, изображенной на рисунке 2.13. В случае такой структуры при разрыве связей распад без вариантов шел бы на стабильные частицы: мюонное нейтрино, электрон и антинейтрино (рисунок 2.14).

Связь в новой структуре могла бы осуществляться за счет «вихревого» взаимодействия вихрей мюонного нейтрино, антинейтрино и электрона. На рисунке показано, что направление вращения соседних вихрей одинаковое. Все частицы имеют скорость в одном направлении, на рисунке — направо. Это обеспечивает дополнительную устойчивость, а именно: осевой виток гравитонов замыкается вокруг всех четырех кольцевых вихрей, образуя «мешок». В этом «мешке» происходит «игра четырех вихревых колец».

Однако продольная масса такого образования будет близка к массе электрона, так как четыре сосных кольца нейтрино имеют малую продольную массу. На практике такая структура не реализуется.

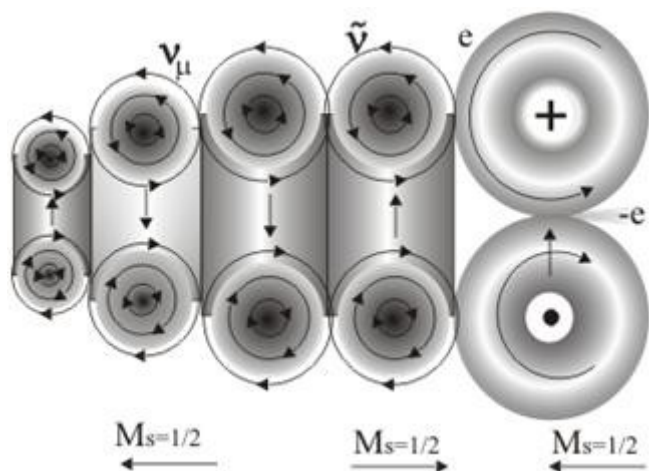


Рис.2.14. Возможная структура  $\mu^-$ -мюона

В семействе 3 сейчас известен  $\tau$ -лептон с массой 1784,1 МэВ и временем жизни  $0,3 \cdot 10^{-12}$  с. Строе-ние  $\tau$ -лептона, скорее всего, аналогично мюону, только вместо мюонного нейтрино на орбите частицы находится  $\tau$ -нейтрино.

### Кварки второго семейства

Во втором семействе фундаментальных частиц возможно образование кварков путем присоеди-нения мюонного нейтрино к  $\mu^+$ -мюону, или путем присоединения мюонного антинейтрино к  $\mu^-$ -мюону. На рисунке 2.15 изображена схема с-кварка.

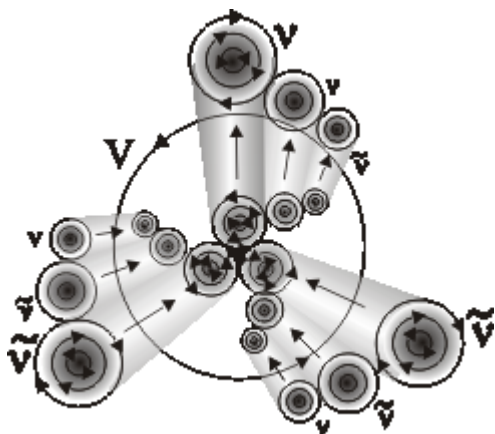


Рис. 2.15. Схема с-кварка

С-кварк образован за счет захвата мюонного нейтрино антимюоном. Кварк скрепляется по оси силами вихревого притяжения между тремя частицами: двумя антинейтрино и нейтрино. В получившейся конструкции два антинейтрино создают поток положительного заряда, направленный на читателя, а нейтрино создает поток отрицательного заряда за плоскость чертежа. Напомним, что знак заряда определяется направлением вращения поступательного потока гравитонов.

Если считать, что все три кольца формируют поток, равный единичному заряду, то заряд с-кварка с одного конца равен  $2/3$ , а с другого конца равен  $-1/3$ . Если считать заряд позитрона равным 1, то тогда доля, вносимая в заряд каждым кольцом, будет равна  $1/2$ . Заряд кварка в этом случае будет равен  $+1$  с одного конца и  $-1/2$  — с другого конца. Реально присоединенные потоки гравитонов будут замыкаться между полюсами частицы, так что останется некомпенсированный заряд  $+1/3$  или  $+1/2 e$ . Спин с-кварка будет равен  $1/2$ .

Анализируя аналогичным образом схему s-кварка, получим, что он обладает с одной стороны зарядом  $-2/3$ , а с другой стороны  $+1/3$ . Некомпенсированный заряд s-кварка равен  $-1/3$  или  $-1/2 e$ .

Структура с-кварка, изображенная на рисунке 2.15, не может существовать самостоятельно из-за дробности результирующего заряда ( $+1/2 e$ ). Реально этот кварк соединяется с таким же кварком, чтобы образовать протон с зарядом  $+e$ . Структура взаимодействия составляющих при этом не изменяется. В других случаях с-кварк перестраивается в конструкцию, изображенную на рисунке 2.16, т.е. становится  $\pi^+$ -мезоном (пионом) с зарядом  $+e$ .

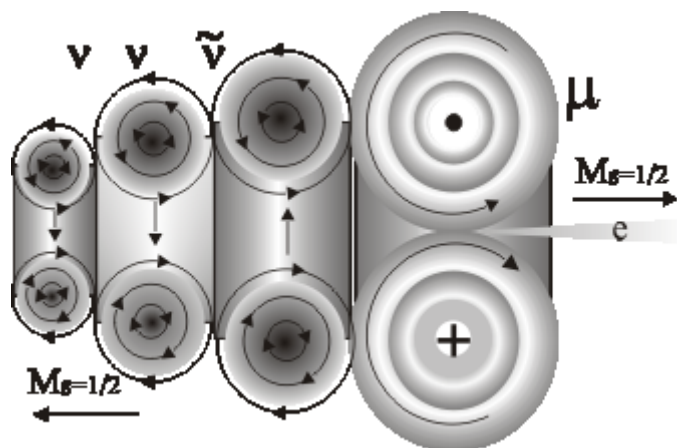


Рис. 2.16. Структура перестроенного с-кварка — пи-мезона

## 2.4. Особенности структуры протона

Согласно современным понятиям протон является составной частицей. Он состоит из трёх кварков со спинами  $\hbar/2$ : (один d-кварк с зарядом  $-\frac{1}{3}e$  и два u-кварка с зарядами  $\frac{2}{3}e$ ). Однако в общепринятой кварковой модели имеется несколько неясных моментов.

1. *Дробный заряд* кварков. Получается, что элементарным зарядом  $-\frac{1}{3}e$  обладают d-, s- и b-кварки. Чтобы обладать вдвое большим зарядом  $\frac{2}{3}e$  u-, c- и t-кварки должны содержать по два элементарных носителя заряда. Но если принять за истину утверждения, что кварки не имеют структуры, тогда мы будем иметь уже четыре элементарных заряда:  $-\frac{1}{3}e$ ,  $+\frac{2}{3}e$ ,  $+e$ ,  $-e$ , что противоречит опыту.
2. Свойство *конфайнмента*: состоящий из кварков протон разобрать на кварки невозможно («Свободных кварков не бывает!»). Это обстоятельство напоминает детский вопрос «Мама, а где прячется тот дядя, который говорит из радио?».
3. В протоне кварки, обладающие спином  $1/2$ , должны быть ориентированы так, чтобы суммарный спин трех кварков также был равен  $1/2$ . Если спины кварков расположены параллельно друг другу, то один из них должен иметь вращение, противоположное двум другим. Но в этом случае он будет отталкиваться от двух других кварков. Протон будет нестабильным.

4. Масса трех свободных кварков, образующих протон, составляет  $4+4+7 = 15$  МэВ. При объединении трех кварков масса должна уменьшиться с выделением энергии связи. На деле масса увеличивается до 940 МэВ, что противоречит закону сохранения энергии.

На основании изложенного существующую ( $u-u-d$ )-кварковую модель строения протона следует считать необоснованной.

О строении протона можно судить по продуктам его распада. При аннигиляции протона и антипротона чаще всего получают потоки (струи) свободных пионов и фотонов, например:

$$p + p^- = 2\pi^+ + 2\pi^- + \pi^0.$$

Можно предположить, что при распаде протон породил два  $\pi^+$ -мезона, а антипротон породил два  $\pi^-$ -мезона. Но тогда следует прежде всего признать, что протон образован частицами не первого, а второго семейства. Протоны образовались в горячей Вселенной в парных столкновениях  $c$ -кварков. При образовании протона выделяется энергия связи  $2 \cdot 1250 - 940 = 1560$  МэВ. Высокие кинетические энергии частиц обеспечили равномерное распределение частиц при вращении вокруг оси, как это изображено на рисунке 2.17. В результате сильного взаимодействия между кольцами образовалась связка из трех частиц: двух  $\mu^+$ -мюонов и одного  $\mu^-$ -мюона. Все три вихря-мюона вращаются в одну сторону. Спины мюонов также складываются так, что суммарный спин равен  $\frac{1}{2}$ . Потоки их электрических зарядов складываются, так что общий поток равен  $+e$ . После образования протона прежних  $c$ -кварков в нем уже нет — в нем есть только мюоны. Поэтому при распаде протона получить вновь  $c$ -кварки нельзя.

Частицы в протоне, вернее, нейтринные кольца разных частиц обращены друг к другу своими плоскостями, как в фотоне. В фотоне заднее вихревое кольцо сжимается присоединенным вихрем переднего и ускоряет его, обеспечивая «игру вихревых колец». Здесь, в осесимметричном протоне каждый из шести вихрей нейтрино можно считать «задним». Поэтому все кольца сильно сжимаются к центру.

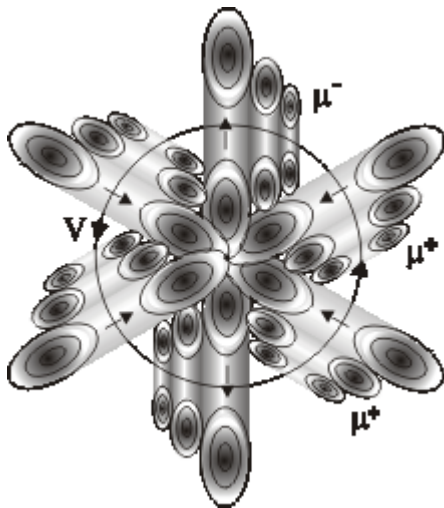


Рис. 2.17. Структура протона

Заряд протона, т.е. масса выталкиваемого в секунду вдоль оси лучевого потока гравитонов, равен  $+2e$  (от двух антимюонов  $\mu^+$ ) в направлении от чертежа на читателя и равен  $-1e$  (от одного мюона  $\mu^-$ ) в направлении за чертеж. Гравитонный поток заряда  $-1e$  и поток заряда  $+1e$  замыкаются между собой снаружи протона в виде части полой сферы (рисунок 2.18). Все мезоны оказываются в «мешке» из вращающегося потока гравитонов. На рисунке из «мешка» торчит вихревая зарядовая трубка, передающая поток положительного заряда. Аналогично на Земле замыкаются магнитные потоки между Южным и Северным магнитными полюсами. При этом радиус магнитосферы превышает радиус Земли более чем в три раза и составляет свыше 20000 км.

Магнитный момент протона формируется наружным общим присоединенным слоем поля. Средний радиус этого слоя почти в три раза превышает средний радиус вращения центров масс кварков. Поэтому магнитный момент протона составляет  $2,79 \mu_{\text{яд}}$ . Если снова считать  $\mu_p = e \cdot c \cdot r_1$ , то радиус центра массы присоединенного слоя будет равен

$$r_1 = \frac{\mu_p}{ec} \approx 3 \cdot 10^{-16} \text{ м}$$

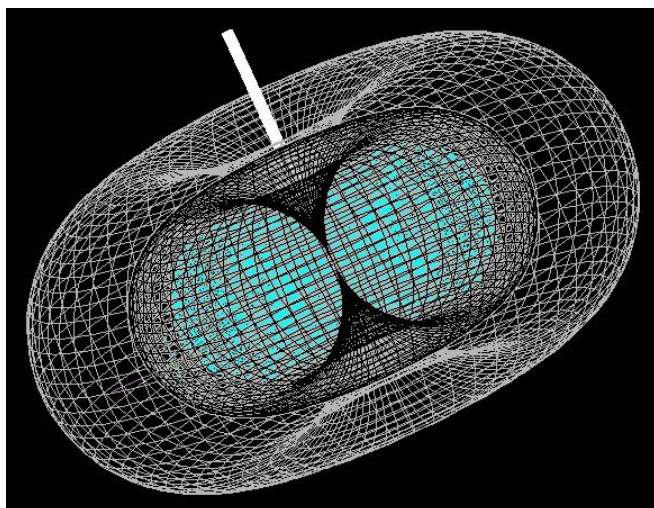


Рис. 2.18. Замыкание зарядов в протоне

Продольная масса протона составляет 1836 m или 938,256 МэВ. Поперечная масса протона равна нулю.

## 2.5. Метастабильные частицы

Если разогнать частицы до высоких скоростей, то при столкновениях с другими частицами они либо «слипаются», удерживаясь вместе за счет напора друг на друга, либо разлетаются на осколки, из которых формируются новые частицы. «Слипание» частиц может быть совсем неоптимальным, — такой комок фиксируется в качестве «резонанса», затем очень быстро разваливается. Но часть «слипшихся» частиц может существовать сравнительно долго. Они живут до тех пор, пока велика их внутренняя кинетическая энергия, создающая силы инерции. При «остывании» вследствие диссипации энергии составные частицы распадаются. Энергия частиц уносится фотонами.

Передача энергии на уровне макровещества происходит, в основном, через изменение импульса. Передача энергии на уровне вихревых частиц происходит, в основном, путем изменения момента импульса. При сообщении частицам дополнительной энергии они запасают ее внутри себя, раскручивая нейтринные вихри. Мы говорим, что частицы находятся в «возбужденном» состоянии. Внешне возбуждение свободной частицы проявляется в виде увеличения кинетической энергии. Возбужденная частица неустойчива, в частности, к столкновениям из окружающей среды. В какой-то момент следует передача запасенной энергии окружающим переносчикам энергии: фотонам или нейтрино.

Дополнительная энергия может быть принесена частицам другими частицами (в том числе фотонами или нейтрино). Если это небольшие энергии, то произойдет просто возбуждение частицы-приемника, а налетающая частица улетит дальше. Если же энергия бомбардировки велика, то происходит образование новых частиц из сильно возбужденных элементарных вихрей мишени и ее полевого окружения. Новые частицы являются составными. Они могут существовать, в основном, за счет сильного встречного сдавливания элементов, имеющих большие энергии.

Большинство нестабильных частиц получено при избытке поступающей энергии на мощных ускорителях бомбардировкой мишеней пучком энергичных частиц. Конечно, такие методы исследования не совсем корректны. Ведь мы воссоздаем основное состояние по состоянию крайнего возбуждения. О структуре частиц мы судим по продуктам их распада. Но это не значит, что все продукты распада составляли эту частицу. Часть частиц распада может быть носителями энергии. Они подошли к частице, забрали у нее энергию и удалились.

В настоящее время огромное разнообразие физических явлений, происходящих при столкновениях элементарных частиц, определяется четырьмя типами взаимодействий: сильным, электромагнитным, слабым и гравитационным. В квантовой теории взаимодействия описывают в терминах обмена специфиче-

скими квантами-бозонами, ассоциированными с данным типом взаимодействия. Передатчиками взаимодействия считаются глюоны, фотоны,  $Z^0$ -,  $W^\pm$ -бозоны и гравитоны.

Взаимодействие	Переносчик взаимодействия	Масса частицы
Сильное	Глюон	0
Электромагнитное	Фотон	0
Слабое	Слабые калибровочные бозоны	86,97
Гравитационное	Гравитон	0

Эти *виртуальные* частицы рождаются и поглощаются в процессе взаимодействия. Их нельзя зарегистрировать в отличие от реальных частиц. Вихревая модель, однако, предлагает другой, реальный механизм взаимодействия между частицами.

На основе представлений вихревой модели можно воссоздать структуру метастабильных частиц: пионов, каонов и гиперонов как возбужденных состояний стабильных частиц на более высоких уровнях (рисунк 2.19).



Рис. 2.19. Схема энергетических уровней метастабильных частиц

## 2.6. Нейтроны

По современным представлениям нейтрон содержит один *u*-кварк и два *d*-кварка. На рис. 2.20 приведена диаграмма Фейнмана для  $\beta$ -распада нейтрона при участии тяжелого  $W^-$ -бозона. Считается, что при этом один из *d*-кварков превращается в *u*-кварк с выделением электрона и антинейтрино. Механизм этого превращения не рассматривается.

При определении структуры нейтрона учтем следующие данные:

- схема распада:  $n \rightarrow p + e + \bar{\nu}$  с выходом энергии 0,782 МэВ;
- заряд нейтрона равен нулю, спин  $s=1/2$ ;
- магнитный момент  $\mu = -1,91\mu_{яд}$  (для протона  $\mu = 2,79\mu_{яд}$ );
- значение разности масс:  $m_n - m_p = (1,29344 \pm 0,00007) \text{ МэВ}$ ;
- время жизни нейтрона составляет  $(917 \pm 14) \text{ с}$ , т. е.  $\sim 15 \text{ мин}$ .

Из других квантовых чисел нейтрону приписывают барионный заряд, равный 1, лептонный заряд и странность, равные нулю, изотопический спин  $-1/2$ . В ядре атома нуклон занимает область радиусом порядка  $1,5 \cdot 10^{-15}$  м. Нейтрон участвует во всех видах взаимодействий.

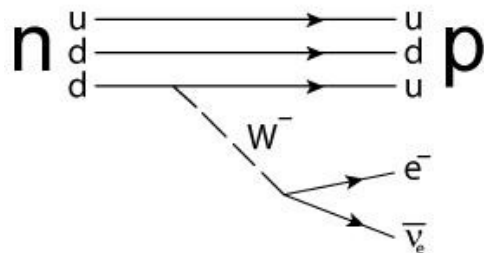


Рис. 2.20. Диаграмма Фейнмана  $\beta$ -распада нейтрона

Нейтроны образовались в результате парных столкновений протонов с энергичными d-кварками. Энергия d-кварков должна была находиться в некотором диапазоне, чтобы размеры налетающих частиц были бы сравнимы между собой. Под действием вращающегося поля протона d-кварк перестраивался в конструкцию, схема которой показана на рисунке 2.11. Возможная структура нейтрона по этой схеме изображена на рисунке 2.21. Очевидно, что в состав нейтрона входят протон, электрон и антинейтрино.

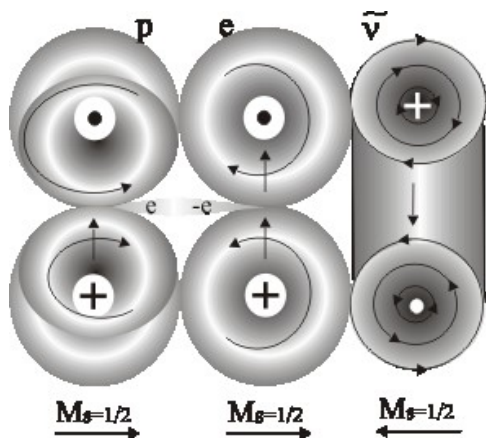


Рис. 2.21. Возможная структурная схема нейтрона

Конструкция протона носит завершенный характер, он не может встроить в свой «мешок» с кварками-пионами дополнительные кольца нейтрино. Присоединение электрона к протону возможно за счет электрической связи, как в атоме водорода. Тогда общий электрический заряд будет равен нулю. Но при этом спин увеличится до единицы. Присоединение антинейтрино с противоположно направленным спином уменьшает спин до значения  $M_s = 1/2$ . Антинейтрино не может помещаться между электроном и протоном. Электрон закрыт от тесного взаимодействия с окружающей средой. Скорости электрона и антинейтрино противоположны скорости протона.

Однако такая структурная схема нейтрона не осуществляется на практике. Она имеет положительный магнитный момент.

При построении другой структурной схемы (рисунок 2.22) следует исходить из того, что размеры нейтрона и протона практически совпадают. Поэтому электрон и антинейтрино, входящие в нейтрон, имеют высокие энергии. Они должны удерживаться у протона в основном за счет сильного давления на него.

Электрон и протон притягиваются электрическими силами так, что их заряды и спины компенсируются (см. рисунок 3.7а). Все три частицы притягиваются вихревым взаимодействием. Направление вращения тороидальных потоков одинаковое. Кроме того, энергичный электрон действует на протон силой инерции. Энергичное антинейтрино прижимает легкий электрон к массивному протону за счет своего импульса. Магнитный момент электрона является преобладающим. Направление скоростей для всех частиц одинаково. Даже из рисунка видно, что при такой структуре нейтрон будет представляться для внешних взаимодействий незаряженным протоном, только с большей массой.

Продольная энергия покоя нейтрона находится из суммы слагаемых:

$$E_{\parallel}^0 = m_p c^2 + m_e c^2 + U,$$

где  $m_p$  — масса протона,  $m_e$  — масса электрона,  $U$  — потенциальная энергия электрона и антинейтрино (их кинетические энергии). Она составляет энергию связи, которая и выделяется при распаде нейтрона.

Заметим, что нейтрон, в отличие от протона, обладает поперечной энергией покоя:

$$E_{\perp}^0 = m_{\nu} c^2 + U_{\nu},$$

где  $m_{\nu}$  — поперечная масса антинейтрино, равная  $m_e/2$ ,  $U_{\nu}$  — потенциальная энергия связи антинейтрино.

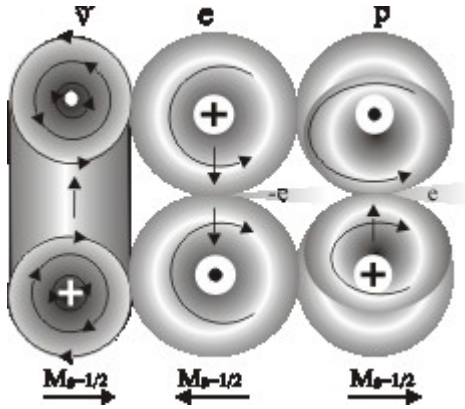


Рис. 2.22. Другая структурная схема нейтрона

Как все частицы со спином  $\frac{1}{2}$ , нейтрон может распасться только на три частицы. Когда у антинейтрино или у электрона произойдет диссипация энергии за счет уноса ее фотонами, их напор на протон уменьшится, а размеры частиц увеличатся. Увеличение размеров приведет к уменьшению силы вихревого сцепления между частицами. Внешние силы расталкивания превысят силу инерции — нейтрон распадется.

Описанное взаимодействие частиц называют слабым взаимодействием. Сущность слабого взаимодействия состоит в противоборстве сил отталкивания и притяжения частей составных частиц, имеющих излишнюю энергию. Стабильность составной системы энергичных отталкивающихся частиц поддерживается за счет их напора под действием сил инерции. Сдавливающим фактором могут быть третьи частицы, которые снаружи оказывают силовое воздействие.

При ослаблении напора за счет диссипации энергии элементы системы расталкиваются. Диссипация определяет порог энергии, ниже которого происходит распад частиц. Привлечение к объяснению распада нейтрона специфических обменных калибровочных бозонов представляется излишним. Их роль с успехом выполняют кванты электромагнитного поля — гравитоны. Они обеспечивают притяжение и отталкивание взаимодействующих частиц.

Таким образом, электроны в нейтронах находятся в возбужденном состоянии. Они стремятся сбросить излишнюю энергию (отдать ее, например, фотонам) и перейти в основное состояние. Если сдавливающие нейтроны силы ослабевают (избыточные нейтроны в атомах), то нейтроны распадаются. Именно этот фактор является причиной естественной радиоактивности ядер.

## 2.7. Пионы

Триплет  $\pi$ -мезонов (пионов) имеет одинаковые свойства по отношению к ядерным взаимодействиям. Спины и магнитные моменты у них равны нулю. Но по структуре это разные частицы.

Нейтральный  $\pi^0$ -мезон почти всегда распадается на два фотона путем электромагнитного взаимодействия. Но известно, что на два фотона в процессе аннигиляции распадаются при соударении энергичные электрон и позитрон. На рисунке 2.23 показана комбинация электрона и позитрона, при которой заряд, спин и магнитный момент равны нулю.

Зарядовые потоки компенсируют друг на друга вне частицы. Спин электрона, т.е. минимальный собственный момент импульса, противоположен спину позитрона. Общий спин пиона равен нулю. Магнитный момент создается замкнутым азимутальным круговым потоком гравитонов. В данном случае



направления вращения колец вокруг оси частицы противоположны. Общий магнитный момент равен нулю.

При распаде частицы масса становится равной нулю. Энергия  $264,3 m_e = 135,057$  МэВ распределяется между фотонами.  $\pi^0$ -мезон по составу аналогичен атому позитрония.

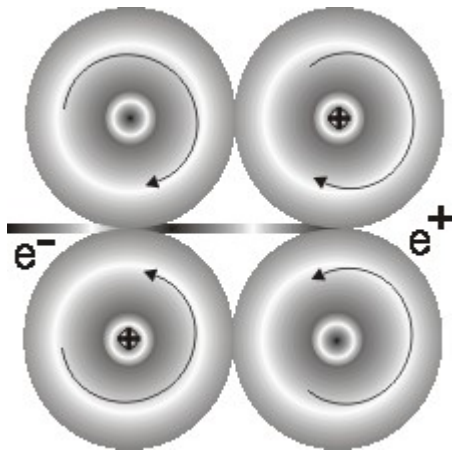


Рис.2.23. Структура  $\pi^0$ -мезона

$\pi^+$ -мезон и  $\pi^-$ -мезон — это возбужденные мюоны, т.е. мюоны с присоединенным мюонным нейтрино. Возможная структура  $\pi^-$ -мезона показана на рисунке 2.24.

Состав  $\pi^+$ -мезона аналогичен составу нейтрона, а состав  $\pi^-$ -мезона аналогичен составу антинейтрона:

$$\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu \rightarrow \nu_\mu \tilde{\nu}_\mu \nu_\mu,$$

$$\pi^- \rightarrow \mu^- + \bar{\nu}_\mu \rightarrow \bar{\nu}_\mu \tilde{\nu}_\mu \bar{\nu}_\mu.$$

При реконструкции структуры  $\pi^+$ -мезона и  $\pi^-$ -мезона мы должны иметь в виду следующее:

- они имеют нулевые спин и магнитный момент;
- они распадаются на частицы мюон и мюонное нейтрино;
- мюон и мюонное нейтрино сравнительно прочно связаны между собой.

Этим требованиям для определения структуры  $\pi^-$ -мезона удовлетворяет расположение мюонного антинейтрино  $\bar{\nu}_\mu$ , изображенное на рис. 2.24, если  $\mu^-$ -мюон имеет конфигурацию, изображенную на рис.3.12.

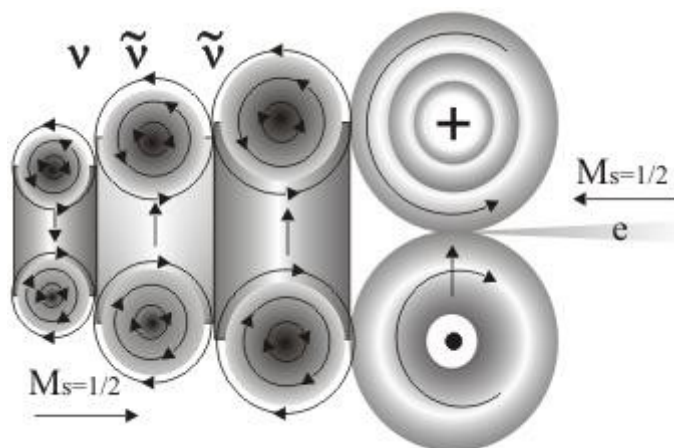


Рис. 2.24. Возможная структура  $\pi^-$ -мезона

Притяжение мюона и мюонного антинейтрино друг к другу осуществляется здесь за счет сил инерции и слабого вихревого взаимодействия мюонного антинейтрино и мюона. За счет энергии связи продольная масса мюона увеличивается с  $206 m_e$  до  $273 m_e$ . Заряд мюона при этом полностью сохраняется.

При нулевом спине пион должен распасться на две частицы с половинными спинами. После распада масса мюона равна  $206,7 m_e$ . При распаде пиона масса убывает на  $66,1 m_e = 33,777 \text{ МэВ}$ . Энергия переходит в кинетическую энергию мюона и мюонного антинейтрино.

При распаде частиц выполняется закон сохранения комбинированной четности в слабых взаимодействиях. Если одна частица вылетает в одну сторону по левовинтовой траектории, то другая частица летит в противоположную сторону по правовинтовой траектории. Это является просто выполнением закона сохранения момента количества движения.

## 2.8. Гипероны

Подобным образом мы можем пытаться реконструировать любую метастабильную частицу по ее свойствам и продуктам распада. Рассмотрим, например, способы распада странного  $\Lambda^0$ -гиперона  $J=0$ , спин  $M_s = 1/2$ :

$$\Lambda^0 \rightarrow p + \pi^-$$

$$\Lambda^0 \rightarrow p + \mu^- + \bar{\nu}_\mu$$

$$\Lambda^0 \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_\mu$$

$$\Lambda^0 \rightarrow n + \gamma$$

По продуктам первой схемы распада ясно, что эта частица состоит из протона и  $\pi^-$ -мезона, как изображено на рис.2.25. Во второй схеме распада мы видим, что пи-мезон уже распался на мюон и мюонное антинейтрино. Как обычно, относительная прочность связей меньше прочности элементов.

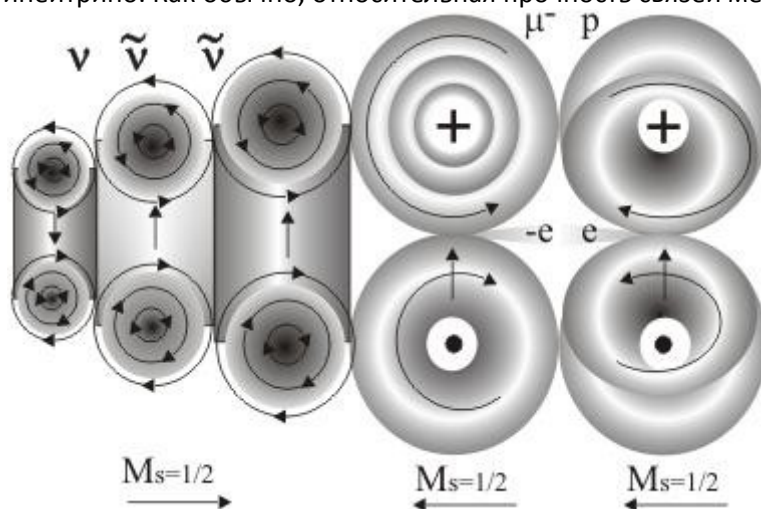


Рис. 2.25. Структура гиперона

Если просто сложить массы протона и  $\pi^-$ -мезона, то получим  $1836,15 + 272,80 = 2108,95$  в единицах  $m_e$ . Измеренная масса  $\Lambda^0$ -гиперона  $M = 2182,4 m_e$ . Энергия связи составляет  $73,45 m_e = 37,584 \text{ МэВ}$ . Она выделяется при распаде частицы в виде кинетической энергии протона и  $\pi^-$ -мезона. При дальнейшем распаде  $\pi^-$ -мезона выделяется  $33,9 \text{ МэВ}$ . При распаде мюона выделяется  $37,6 \text{ МэВ}$  энергии. Окончательный баланс полного распада гиперона:

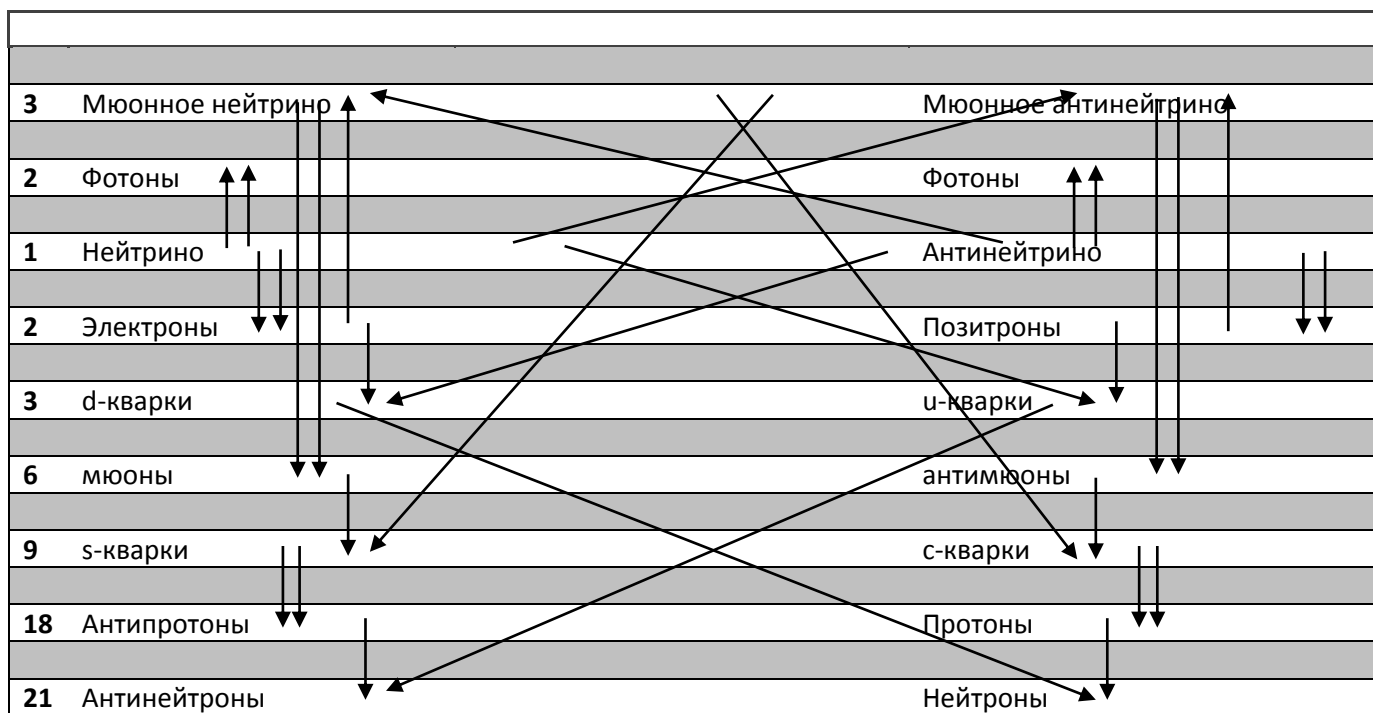
- начальная масса покоя  $2182,4 m_e$  или  $1115,2 \text{ МэВ}$ ;
- конечная масса покоя  $(1836,15 + 1) m_e = 1836,15 m_e = 938,27 \text{ МэВ}$ ;
- выделенная энергия излучения  $176,93 \text{ МэВ}$ .

Таким образом, анализируя схемы распада частиц, можно реконструировать их структуру. Все метастабильные частицы представляют собой наборы из стабильных фундаментальных частиц: нейтрино, электронов, протонов и их античастиц. Эти наборы удерживаются какое-то время в основном за счет сил инерции. Чем сложнее составные частицы (чем больше у них внутренняя энергия), тем более они неустойчивы. Предполагаемые частицы с очень большой массой вряд ли могут существовать какое-то заметное время, доступное для их наблюдения.

## 2.9. Схема образования частиц

Представим схематически процесс образования частиц из нейтрино. Каждой стабильной частице соответствует своя античастица. Слева указано число вихревых элементов нейтрино в частицах. Нейтрино и антинейтрино являются простейшими высокоэнергичными вихревыми образованиями в сплошной среде гравитонов. Все остальные частицы составлены из нейтрино как из элементов.

При образовании фундаментальных частиц из нейтрино наиболее вероятными были парные столкновения. Электроны и позитроны образованы в результате парных взаимодействий нейтрино или антинейтрино. Протоны образованы парными столкновениями с-кварков. Парные столкновения протонов с мюонными нейтрино привели к образованию нейтронов.



Отметим, что имеется симметрия между количеством частиц и античастиц. Нейтрино и антинейтрино, левополяризованные и правополяризованные фотоны — все они содержатся в излучении в равных количествах. Часто спрашивают, а где же антиматерия, где искать антигалактики? Сейчас нам должно быть понятно, что антивещество содержится в обычном веществе и искать его нигде не надо. Протон содержит восемь нейтрино и десять антинейтрино. Поэтому он скорее «анти». А в атоме водорода — самом распространенном элементе — содержится одинаковое число нейтрино (10) и антинейтрино (10):

Электрон	$\nu\nu$
Протон	$10\nu\sim 8\nu$

Валерий Николаевич Пакулин  
ValPak@yandex.ru  
Санкт-Петербург