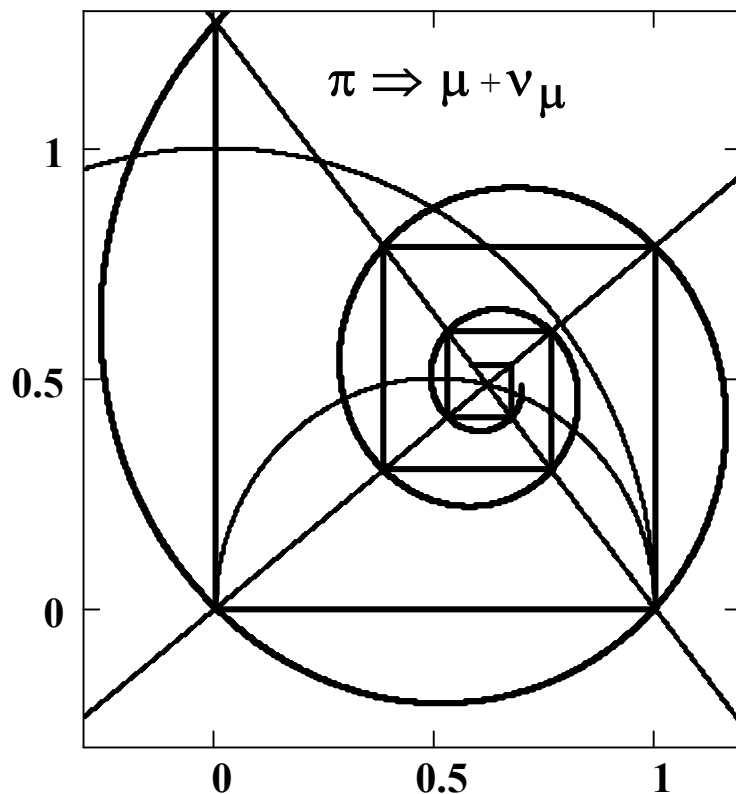


А. П. Саврухин

ПРИРОДА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ  
И  
ЗОЛОТОЕ СЕЧЕНИЕ



УДК 539.12

6Л2 Саврухин А.П. Природа элементарных частиц и золотое сечение. Монография. М.: МГУЛ, 2004, 202 с.  
ISBN

*Энергия элементарной частицы представлена вектором, компоненты которого суть энергии полей, свойственных электромагнитному и сильному взаимодействиям. Соотношение компонент определяет фазу, качественные особенности частицы, вид распада. Заряд частицы может быть комплексным, а процесс аннигиляции заключается в перекомпоновке составляющих зарядов частиц. Применение векторного анализа позволило установить в энергетике реакций распадов наличие признаков гармонической пропорциональности. Делается вывод о том, что повсеместно наблюдаемое в явлениях природы следование принципу золотого сечения есть проекция процессов, протекающих в микромире.*

Автор – Анатолий Петрович Саврухин, профессор кафедры физики

ISBN

© А.П. Саврухин, 2004

© Московский государственный университет леса, 2004

Небесное дао пусто и бесформенно. Поскольку пусто, неисчерпаемо; поскольку лишено формы, беспрепятственно. Оно так велико, что не имеет внешнего предела, и так мало, что не имеет предела внутри себя [Гуань-цзы].  
Врата природы – небытие. Вся тьма вещей выходит из небытия. Бытие не способно стать бытием с помощью бытия, оно должно выйти из небытия [Чжуан-цзы].

## 1. ВВЕДЕНИЕ. Мир глазами автора.

Люди восхищаются гармоничностью движения небесных тел, периодичностью смен времен года, ненарушимой повторяемостью восходов и заходов Солнца. Упорядоченность явлений природы принимается за действие объективных, не зависящих от нас естественных законов. Законы сохранения, например, утверждают, что не может быть прибавления в одном месте без убыли в другом. Однако, выраженные словами законы субъективны, личностны, предвзяты, а если насаждаются повсеместно, то выражают корпоративную, сословную точку зрения. К законам вообще относят утверждения, доказательств которым не найдено, поэтому в математике, в отличие от физики, применяют аксиомы, а не законы. Луна не руководствуется законом притяжения к далекой Земле, ее движение определяется только свойствами занимаемого ею пространства, хотя эти свойства в некоторой степени зависят и от влияния Земли.

Вакуум. Чистый физический вакуум (космос, хаос, эфир, см. раздел 2.1) определен как среда, в которой отсутствуют частицы и поля. Обозримое пространство организовано, основано, упорядочено физическим вакуумом. Оно содержит частицы, поля и тела, наблюдаемую материю.

Если внутри тора расположены генераторы с шагом, равным половине длины волны, работающие на одной частоте, то образуются стоячие волны нулевой амплитуды, поскольку излучения будут взаимно погашены. Теперь представим себе условно трехмерную пространственную решетку, в узлах которой размещаются такие же генераторы, но излучающие сферические волны. В случае предельно малых расстояний между ними все излучения

гасятся, что равносильно отсутствию генераторов вовсе. Такое свойство квантованного вакуума будет иметь место при следующих параметрах узлов решетки: произведения их зарядов, масс и длин волн будут равны  $2\varepsilon_0 hc$ ,  $hc/2\pi G$ ,  $Gh/c^3$ ; соответствующие суммы равны нулю (условие нулевых квантовых чисел). Поэтому параметры узлов будут мнимыми ( $j=\sqrt{-1}$ ): заряд  $\pm j(2\varepsilon_0 hc)^{0.5}$ , масса  $\pm j(hc/2\pi G)^{0.5}$ , длина волны  $\pm j(Gh/c^3)^{0.5}$  и период колебаний  $\pm j(Gh/c^5)^{0.5}$ , где  $(2\varepsilon_0 hc)^{0.5}=1.87*10^{-18}$  Кл,  $(hc/2\pi G)^{0.5}=2.2*10^{-8}$  кг,  $(Gh/c^3)^{0.5}=4.05*10^{35}$  м,  $(Gh/c^5)^{0.5}=1.35*10^{-43}$  с – естественные (называемые иногда планковскими) единицы как комбинации мировых констант.

Первичные частицы. Такой вакуум неосязаем, так как собственные волны имеют нулевую амплитуду. Первичный дефект вакуума выражается в частичной распаковке узла, которая сопровождается вылетом электрона, а оставшаяся некомпенсированная часть претендует на роль протона. В зависимости от того, какова была фаза узла в момент образования дефекта, электроны могут иметь разные знаки. При таких обстоятельствах электрон не может быть ничем иным, кроме как местной неоднородностью, называемой обычно полем, деформацией окрестности, которая уже может вступать во взаимодействие с подобными же дефектами. По происхождению, протон сильнее связан с решеткой, менее подвижен, и образует с электроном пары двух видов: нейтрон и атом водорода. Скорее всего, при сверхнизких температурах они электронейтральны. Из опытов Резерфорда непосредственно не следует планетарная модель и наличие заряженного ядра. Вполне возможно, что при бомбардировке атома водорода протон заряжается, демонстрирует временно проявившуюся компоненту. Само собой разумеется, что такие объекты, а значит и все вещества, из них состоящие, не могут обладать вещественной, материальной, действительной массой, как сущностью, противоположной полю. Если такие пары разбиваются внешними воздействиями, свободные протон и электрон становятся электрически заряженными. Образование дефекта

сопровождается смыканием соседних узлов, затягиванием, залечиванием, поэтому обратный акт невозможен при обычных условиях, атом водорода не может схлопнуться, исчезнуть, аннигилировать. Тем не менее, следует позаботиться о выполнении требований закона сохранения, для чего достаточно предположить, что, раз эти новообразования могут группироваться в планеты и звезды, то в космосе в особых условиях должен иметь место обратный процесс стекания материи, запаковывания, восстановления решетки. Возможно, эту работу выполняют черные дыры.

Уместно напомнить, что в физике различают 4 вида взаимодействий: сильное СВ (ядерное), электромагнитное ЭМВ, слабое и гравитационное с интенсивностями  $1-10^{-2}-10^{-14}-10^{-20}$  соответственно. Из них рассмотрим только два первых, отношение между которыми, равное постоянной тонкой структуры  $\alpha=e^2/(2\epsilon_0hc)$ , есть отношение квадратов электрического и сильного (естественного) зарядов. Появление у нашей пары электрических зарядов означает всего лишь расщепление сильного заряда, проявляющееся у них в ортогональности сильной СК и электромагнитной ЭК компонент полного поля.

Состояние равновесия вакуума может нарушаться под внешним воздействием. Например, между пластинами заряженного конденсатора происходит поворот векторов собственного поля узлов решетки точно так же, как при поляризации диэлектрика, что обычно определяется как появление электростатического поля. Перемещение электрона соответствует местной поляризации по электрическому и сильному полям, а нейтральной частицы – только по сильному полю. Перемещение протона тогда есть последовательная передача дефекта от узла к узлу. Что касается нейтрино, то оно может быть отнесено к разряду незаряженных как бы частиц. Такое перемещение равнозначно передаче механического импульса, то есть местного уплотнения (подобия фонона).

В рассматриваемой среде сопротивление движению отсутствует,

поскольку параметры узлов предельны и обмен энергией с ними невозможен. Этот вывод применим и к телам, так как все они состоят из трех перечисленных выше частиц. По этой же причине вакуум не рассеивает излучения, а потому абсолютно прозрачен.

Единая стоячая волна обуславливает квазинепрерывность пространства для частиц, поскольку их размеры, длины волн в  $10^{20}$  раз превышают шаг решетки. Иначе говоря, даже при наличии строго кубичной, к примеру, упаковки узлов, такой объемный объект не замечает квантованности пространства; оно кажется изотропным. Скорость передачи возмущений ограничена скоростью света, так как передача возмущения от узла к узлу совпадает с актом внутренней генерации, периодом собственных колебаний решетки; она определена дискретностью пространства – времени.

Материнская система имеет основной колебательный режим, поэтому все ее признаки несет в себе и электрон, представляя собой не статический заряд, а динамическую сущность. Более того, ему присуще, как говорят, внутреннее периодическое движение со скоростью света  $c$ . Его энергия состоит из энергий полей двух видов, ибо таково свойство устойчивости вообще. А именно, предлагается равенство противодействия действию толковать не механически, а расширенно: противодействующие силы должны иметь иную природу, нежели действующие. Иными словами, никакая статическая система сил, полей, зарядов и тому подобное, обладающих родством, относящихся к одному виду взаимодействия, не может находиться в равновесии или быть устойчивой. Добавим также, что разнородные силы должны еще и в разных степенях зависеть от расстояния между взаимодействующими объектами.

Масса инертная. Если принудительно увеличивать поступательную скорость электрона, его полная скорость  $c$  сохраняется, поэтому внутренняя скорость падает, что оказывает неодинаковое действие на два его поля. Для того чтобы восстановить равновесие, его субзаряды сближаются, поперечный

размер электрона уменьшается, что ведет к изменению энергии связи дионов. Эмпирический коэффициент, который определяет величину затрат энергии внешнего источника на увеличение скорости и энергии электрона, называют инертной массой. Это и есть критическая точка перехода к чисто полевой модели материи.

Атом водорода устойчив благодаря тому, что стягивающим его кулоновским силам противостоят силы, свойственные СВ. Вопреки сложившемуся мнению, они, в отличие от так называемых ядерных, не короткодействующие, но возрастают при сжатии атома быстрее электрических сил. Поэтому атом абсолютно устойчив на сжатие, так как не существуют в природе силы более высокого порядка. Однако разрушение атома в обратном направлении возможно, для ионизации достаточно сообщить атому извне энергию, равную малой, электрической только компоненте полной его энергии. Известно, что при больших давлениях сжимаемость веществ резко падает. Это означает, что выбраны все пустоты и атомы упакованы теперь так плотно, что дальнейшее уменьшение объема могло бы происходить только против сил СВ. Излучение. Образование атома, деионизация, сопровождается уменьшением энергии системы электрон-протон, а избыток энергии сбрасывается, уносится излучением. Таково, например, свечение нагретых тел. Здесь возможны два принципиально различающихся случая. Первый заключается в одномоментном процессе образования фотона, являющегося квантом сильного поля, причем и у фотона, и в атоме электрические компоненты оказываются скомпенсированными, ненаблюдаемыми. Холодный свет вырабатывается светлячками с КПД, близким к 100%. Понятно, что это не результат работы хаотичного столкновительного механизма, а прямое преобразование энергии. Во втором случае, когда атом, например, находится под воздействием возбуждающих внешних факторов, вектор его полной энергии может совершать колебания, что приводит к формированию пачки электромагнитных волн. Квантовый фотоэффект, особенно

многоступенчатый, возможен только путем поглощения фотона, но никак не цуга волн.

Аннигиляция, образование пары фотонов из пары частица-античастица, происходит следующим образом. Вектор полной энергии каждой частицы поворачивается до вертикального положения, и электрические компоненты пропадают, то есть две пары действительных составляющих зарядов дионов взаимно компенсируются. Оставшиеся пары мнимых зарядов, модули которых равны половинам энергий исходных частиц, образуют пару фотонов. Фотоны не имеют массы покоя и существуют только при поступательной скорости  $c$ , сохраняя тем самым изначально присущее частицам внутреннее вращательное движение. Известными опытами воспроизведен и обратный процесс образования из пары фотонов пар частиц, например пары протон-антипротон.

Фазовые переходы. Уравновешенность атома отнюдь не означает, что поля вне атома отсутствуют. Наоборот, она имеет место именно при условии, что четких границ у атома нет. Поля атомов газа всегда плотно заполняют весь объем сосуда, так что давление зависит от концентрации атомов. Оно зависит также и от температуры, поскольку введение энергии извне и соответствующее увеличение напряженности сильного поля ведет к росту расталкивающих сил. Сжатие газа за счет работы внешних сил означает накопление упругих сил и не должно, казалось бы, сопровождаться выделением энергии. Однако, уплотнение ведет к дисбалансу СВ и ЭМВ, причем в пользу первого, растущего быстрее. Поэтому для компенсации дисбаланса излучаться фотоны, и газ нагревается.

Если позволить газу вернуться к прежней температуре, а затем сбросить давление, то баланс будет нарушен вновь. Но газ лишен возможности мгновенно восполнить убыль энергии, и ему ничего не остается, кроме как использовать внутренние ресурсы. Часть атомов может образовывать экономически выгодные конгломераты, связанные состояния, причем скрытая теплота фазового перехода будет достаточна не только для



ликвидации дефицита энергии, но и для возвращения оставшийся части атомов в нормальное состояние. В этом заключается процесс частичной конденсации, превращения газа в жидкость. Сходным образом осуществляется и перевод жидкости в твердую фазу.

Длины волн. Совершенно естественно, что частица, как и фотон, обладает волновыми свойствами. Например, в опытах Комптона по рассеянию фотонов на электронах наблюдалось изменение длин волн фотонов на определенную величину, которую назвали длиной волны частицы. Это явление подтверждает предположение о наличии у частиц собственных колебаний, что проявляется как известное явление дифракции частиц. Однако частица не теряет энергию путем излучения, а это значит, что область пространства, занимаемая частицей, представляет собой резонирующую полость с замкнутой волной. В возбужденной системе близко расположенных полостей, содержащих колебания разных частот, возникают биения, разностные колебания низких частот, воспринимаемые как излучения атомов.

Бытует также мнение о существовании дебройлевских волн, имеющих место при движении частицы. Неясность этого предполагаемого явления заключается в том, что нам ничего не известно о действительной скорости движения нашей планеты, а с ней и скоростей наблюдаемых нами частиц. Ясно, что в любом случае находящаяся в космосе свободная частица не теряет энергию. Сначала предположим, что имеется покоящаяся частица в виде свернутой в кольцо самозамкнутой волны. Если придать ей поступательное движение, то ее части будут описывать винтовую линию, и частица как бы раскроется, так что в пространстве перед ней будут существовать колебания. Теперь представим себе, что ей на пути встречается другая частица. Найдется такое расстояние между ними, время пробега волны по которому со скоростью  $c$  будет равно периоду собственных колебаний частицы, что приведет к возникновению резонанса. Именно это явление имеет место при деионизации, оно то и сопровождается излучением

фотона атомом. Эта дистанция принята за размеры атома, она равна дебройлевской длине волны. Другими словами, сближение электрона и протона происходит в отсутствие излучения, когда уменьшается доля ЭК и растет СК, что ведет к уменьшению величины кулоновского притяжения и росту отталкивающей силы, так что имеет место столкновение частиц, сопровождающееся тормозным излучением. Поскольку атом является объемным резонатором с набором частот, существенно меньших собственных частот электрона, то существуют целочисленные (бальмеровские) отношения энергий излучаемых фотонов. Нужно помнить также, что мы находимся в движущейся координатной системе, поэтому поле между обкладками заряженного конденсатора и не однородно, и не стационарно.

Элементарные частицы. Все прочие частицы короткоживущие, они распадаются на электроны, протоны, фотоны и нейтрино. Описание их спектра является главной задачей теоретической физики и ее отдела – физики высоких энергий. Изучают частицы, прилетающие из космоса и полученные на ускорительных комплексах. Подход автора таков: раз существуют целочисленные отношения энергий и объемов ядер атомов и фотонов, следует ожидать того же и для области промежуточных энергий, а именно масс элементарных частиц и резонансов. Первоначально была получена формула для масс  $M_{\gamma\gamma}$  легких нейтральных мезонов с распадом на пару фотонов типа  $\pi^0(\eta^0) \rightarrow \gamma\gamma$ :  $M_{\gamma\gamma} = M_p V^{-1/3}$ , где  $M_p$  – масса протона, а  $V = 1, 2, 3, \dots$  - целое число. Впоследствии она была распространена и на частицы с массой  $M$ , большей массы протона  $M = M_p V^{1/3}$ . Таблица масс таких частиц содержит более ста наименований.

Основанием принято установившееся в науке представление о молекулярном и клеточном строении косной и живой материи, как преобладающем способе существования сложных систем. Некоторые элементарные частицы, несомненно, относятся к таковым, поскольку

опытным путем установлено, что они могут разделяться на несколько менее массивных частиц множеством способов (обладают десятками каналов распадов).

Энергия частицы представлена вектором, ортогональные компоненты которого суть СК и ЭК. Вектор задается либо величинами проекций на оси координат, либо модулем и аргументом (фазой). Фаза это новый параметр, определяющий соотношение СК и ЭК, вклад энергий полей двух видов в полную энергию частицы, ее качественные особенности. Фаза электрона такова, что он прямым ускорением легко преобразуется в наиболее распространенный мезон, пион. Векторный подход в неявном виде применялся и ранее. Например, выражение для полной энергии  $E$  частицы через массу покоя  $m_0$  и импульс  $p$  дается формулой

$E^2 = (m_0 c^2)^2 + (pc)^2$ , которую можно трактовать следующим образом: энергия частицы (гипотенуза) состоит из первичной энергии собственных полей (первый катет) и внесенной импульсной энергии (второй катет). Разумеется, что в частице нет суммы этих энергий, даже в геометрическом, векторном представлении, но в ее новом состоянии изменились и величины, и соотношение ее собственных полей.

Применение векторного анализа позволило установить, что пион распадается на тяжелый электрон (мюон) и нейтрино по правилу золотого сечения. Этот мюон в свою очередь распадается на электрон и нейтрино.

Найденное правило распространено затем на распады десятков частиц.

Золотое сечение. Если вы рассмотрите стебель растения, то увидите на нем утолщения с листьями, почками или цветками. В литературе сообщается, что расстояния между ними возрастают от конца стебля к его основанию так, что отношения длин соседних участков примерно равно так называемому числу Фидия  $\Phi = 0.5(\sqrt{5} - 1) = 0.618\dots$ . Возможно такое объяснение этого природного явления: нежный тонкий горизонтальный побег не выдержит своего веса, если отношение длины к толщине превысит

критическую величину. Образование узла, колена, утолщения прерывает стадию быстрого роста, после чего этот участок переходит в стадию ужесточения, упрочнения. Нарастивание объема, хотя и замедленное, происходит, а рост продолжается из конечного узла, способного теперь выдержать вес нового побега.

Правило золотого сечения (см. раздел 2.3) считается высшим проявлением структурного и функционального совершенства, гармонической пропорциональности объектов природы, искусства, науки и техники. Истоки многообразия видов упомянутых объектов следует искать путем исследования форм жизни на микроуровне. Найдено, что число  $\Phi$ , равное длине стороны десятиугольника, вписанного в окружность единичного радиуса, а также пределу отношения соседних чисел ряда Фибоначчи, определяет соотношение компонент энергии пиона при его распаде на мюон и нейтрино в реакции  $\pi \rightarrow \mu + \nu$  с погрешностью, меньшей 0.0001. Как показывают расчеты, указанному принципу следуют все так называемые стабильные частицы. Делаем заключение, что повсеместно наблюдаемое в явлениях и объектах природы проявление

правила золотого сечения есть проекция, следствие процессов, протекающих в микромире.

Сверхпроводимость. В известном опыте демонстрируют сверхпроводящее кольцо, около которого годами сохраняется магнитное поле. Из этого опыта выводят следствие, что в кольце нет потерь энергии при столь длительном протекании тока. На самом же деле из опыта нельзя заключить, что в кольце поддерживается движение зарядов, можно лишь утверждать, что сохраняется состояние намагниченности, как в постоянных магнитах. Кроме того, нужно учитывать обмен энергией между кольцом и охлаждающей жидкостью.

## 2. ОБЗОРЫ.

### 2.1. Эволюция представлений о вакууме и эфире

По учению мыслителей древнего Востока [1, 2], все сущее создается из двух начал. Первое ничем не проявляется, не постигается сотворенным из него же и напоминает физический вакуум. Второе происходит из первого, является творцом вещей и служит прототипом полей и частиц.

“Природный источник ничем не выделяется.	Кормилица всех существ богата формами.
Первопричинное не имеет побуждения к деятельности, поэтому облик его скрыт.	Повседневное имеет побуждение к деятельности, поэтому облик его обозрим.

Они вместе выводят, но разнятся приметами. Вместе называют их первоначалами: творческое начало природы, да еще исток, посредствующий всеобщего созидателя”. (Лао-Цзы)

О первом говорится так: “ оно не опознается, недостижимо и недоступно из-за глубинности, совместности, погрешности органов чувств, неустойчивости внимания, тонкости, потаенности, подавленности, распределенности, а не из-за непроявляемости. Оно опознается по проявлениям”. (Ишваракришна)

Это первопричинное даосы именуют Дао, что означает высший абсолют, основной закон, вездесущее начало, всеобщий закон движения и изменения мира, источник всех явлений, из которого все исходит и к которому все возвращается.

”Что касается дао, то оно незримо, оно не может быть услышано, оно не может быть изображено, оно в высшей степени тонкое, оно не имеет формы, не может быть названо. Я, силясь дать ему имя, называю его “великим началом” [Люйши чунцю].

Единственное, вечное, неизменное, но способно выступать в разнообразных формах и порождать все сущее. Неограниченная субстанция, не постигаемая органами чувств, вне времени и пространства.

“Существует объективное нечто, упорядочивающее хаотичное, положившее начало производительной силы природы. О небесная ширь! О безмолвие! Независимым остается и не изменяется. Совершает круговращение и не истощается. Может поэтому быть матерью Вселенной. Не зная его личного имени, назову почетным именем “Орбита Мира” (дао), назову всеохватывающим [ Дао дэ цзин].

“Дао – это то, что делает тьму вещей, что создает тьму частных. Особенность – это границы, делающие вещь. Поэтому говорят, что дао выражается в явлениях. Вещи имеют свои особенности и не могут замещать друг друга, поэтому своеобразие становится определяющим для вещей.

Раз каждая из несчетного множества вещей особенна, то дао полностью исчерпывается. Делая своеобразной каждую из тьмы вещей, оно не может не видоизменяться, не имеет постоянного образа действия, поэтому сопутствует и гибели, и расцвету всех дел” [Хань Фэй-цзы].

“Врата природы - небытие. Вся тьма вещей выходит из небытия. Бытие не способно стать бытием с помощью бытия, оно должно выйти из небытия. Небытие же владеет естественным небытием. Ведь покой, пустота, безразличие, недеяние – основа тьмы вещей” [Чжуан-цзы].

Идеал даосов, совершенномудрый, следует дао. “Жизнь мудрого человека – движение природы. В покое свойства его такие же, как у холода; в движении – волны как у жара. Лишь восприняв, откликнется; лишь вынужденный шевельнется. Следуя естественным законам, пустой и отсутствующий, безмятежный и безразличный, простой и чистый, он приводится в движение природой.

Утверждать истинное и отрицать ложное, утверждать порядок и отрицать смуту – значит не понимать закона неба и земли, характера тьмы вещей.

«Материальная сущность закона сохранения жизни до чего же тонка, как же мала! О мельчайшая! О тончайшая! Имеет в себе признаки. О неразличимая! О невидимая! Имеет в себе первообразы вещей. О укромная! О сокрытая! Имеет в себе семя, и это семя изначально присуще. Имеет в себе верные сведения. От древности до настоящего времени его формы не сократились и поэтому выходят наружу всевозможно и многочисленно».

«Дао первоначально не имело никаких разграничений; у него нет ни конца, ни начала. Светлое рождается из темного, упорядоченное – из бесформенного, телесное – из семени. Дао глубоко и бездонно, огромно и величаво. Но тьма вещей сама порождает свои изменения и не истощается – это настоящее дао, неотделимое от вещей »[3].

«Дао создает полноту и пустоту, но само не является ни полным, ни пустым. Оно создает дряхление и смерть, но само не является ни дряхлением, ни смертью. Оно создает начало и конец, но само не является ни началом, ни концом. Оно создает скопление и рассеивание, но само не является ни скоплением, ни рассеиванием...» [Чжуан-цзы].

«Дао находится и на небе, и на земле. Оно так велико, что не имеет внешнего предела, и так мало, что не имеет предела внутри себя. Поэтому говорится, что дао находится недалеко, но обнаружить его трудно».

«Небесное дао пусто и бесформенно. Поскольку пусто, неисчерпаемо; поскольку лишено формы, беспрепятственно»[Гуань- цзы].

Рассмотрим теперь представления Аристотеля и его предшественников о пустоте и эфире. По Гесиоду, пустота есть место или протяжение, в котором нет никакого воспринимаемого чувствами тела, нет телесной сущности. Но Аристотель считает нелогичным допускать для пустоты пространство и не признает существования пустоты, отделенной от вещей [4]. Понятие эфира многозначно. С одной стороны, это первый наилегчайший элемент или стихия, простое тело из пятерки: эфир, огонь, воздух, вода, земля. Земля помещается в воде, вода – в воздухе, воздух – в эфире, эфир – в небе, а небо уже ни в чем другом. Здесь Небо – это Космос. С другой стороны, это первое из тел вечно и не испытывает ни роста, ни убыли, но является нестареющим, качественно не изменяемым и не подверженным воздействиям. Оно отлично от четырех элементов, занимает верхнее место, «всегда бежит» в продолжение вечного времени. Такой эфир отождествлен с физическим вакуумом, телом Вселенной:

«... взятый в целом Космос состоит из всей свойственной ему материи, ибо материю мы определили как естественное и чувственное тело, и он неуничтожим и не возник...» [4, стр. 292], «...все возникает и течет, и ничто не незыблемо, и лишь одна единственная вещь сохраняется – то, из чего все это возникает путем естественного (по Гераклиту), «... весь мир там, где обращается небо, заполнен этим телом» [4, стр. 445].

По Декарту, эфир является идеально упругой средой, занимающей все пространство. По Френелю, эфир неподвижен и имеет вид упругого прозрачного твердого тела. По Максвеллу, «... должна существовать среда или вещество, в которой находится энергия после того, как она покинула одно тело, но еще не достигла другого, ибо энергия, как отмечал Торичелли, «...есть квинтэссенция такой тонкой природы, что она не может содержаться в каком либо сосуде, кроме как в самой сокровенной субстанции материальных вещей»...и мы примем эту среду как гипотезу » [5, 380].

По Эйнштейну, « пространство немислимо без эфира» [6]. Физическая энциклопедия [7] определяет вакуумное, или наименьшее по энергии,



состояние пространства как среду флуктуирующих с большой амплитудой полей.

Чистый физический вакуум [8, 9] определен как среда, в которой отсутствуют реальные частицы. Полям соответствуют возмущения вакуума типа поляризации; частицам – ориентированные локальные сгущения полей; квазичастицам – зарядово-нейтральные колебания плотности. Перечисленные явления имеют квантовую природу, вытекающую из сущности их первоисточника – вакуума. Далее применим квантование пространства – времени путем введения в качестве фундаментальной длины (размера ячейки вакуума) планковской длины [7]. Узлы условно трехмерной пространственной решетки составим из дионов, причем произведения их зарядов, масс и длин волн будут равны  $2\epsilon_0 hc$ ,  $hc/2G$ ,  $Gh/c^3$  (см. также дионы [10]), а соответствующие суммы равны нулю (условие нулевых квантовых чисел). Поэтому параметры узлов будут мнимыми ( $j=\sqrt{-1}$ ): заряд  $\pm j(2\epsilon_0 hc)^{0.5}$ , масса  $\pm j(hc/2\pi G)^{0.5}$ , длина волны  $\pm j(Gh/c^3)^{0.5}$ , период колебаний  $\pm j(Gh/c^5)^{0.5}$ , где эти единицы, как комбинация мировых констант, естественны.

По Уиллеру [11]:

а) Предельная величина элементарных флуктуаций энергии порядка  $hc/2\pi L^4$ , или в энергетических единицах  $10^{-5}$  г.;

б) эти флуктуации имеют место во всем пространстве;

в) характерная величина плотности энергии, связанной с этими флуктуациями,  $hc/2\pi L^4 \sim 10^{95}$  г/см<sup>3</sup>. Две такие флуктуации на расстоянии планковской длины  $L \sim 10^{-33}$  см имеют энергию гравитационной связи  $E_{\text{грав.}} = hc/2\pi L$ , которая отрицательна и равна  $10^{-5}$  г.

Вывод: индивидуальные компоненты вакуумной энергии аномально велики, однако, коллективно скомпенсированные, они оказываются вполне нормальными. Сильные, слабые и умеренные взаимодействия по своему характеру отличаются друг от друга не больше, чем различаются между

собой ионные, вандерваальсовы и валентные силы. Они представляют собой относительно малый результирующий эффект от изменения энергии нулевых флуктуаций, имеющий место на субмикроскопических расстояниях.

Длина  $l \sim 10^{-33}$  см определяет величину флуктуаций метрического тензора, вызванных квантовыми флуктуациями материального поля и максимальную массу, которую может иметь частица, подчиняющаяся законам квантовой теории  $\sim 10^{-5}$  г. [12]

Из справедливости теории относительности в малых масштабах следует конечность собственной энергии элементарных частиц. Внутри каждой элементарной частицы есть гравитационный керн [96], возможно, ответственный за гравитационное взаимодействие частиц, по природе своей - гравитационно самоскомпенсированный объект размерами  $\sim 10^{-33}$  см. Его масса порядка  $10^{-5}$  г. Станюкович показал (ДАН СССР 1965. - т.164. - с.4), что объекты с такими параметрами, названными планкеонами, намного стабильней и устойчивей любой элементарной частицы, идеально замкнуты и могут служить моделью элемента вакуума, так как они не взаимодействуют и “идеально сыпучи”. Неидеальный планкеон – керн частицы. Наблюдаемая Вселенная — слабая флуктуация материи ненаблюдаемой (ссылки на работы Arnowitt R., Deser S., Misner K., Papapetrou A.).

Декарт считал, что пространство заполнено средой, которая сверхпроводящим способом передает силу и воздействует на материальные тела, погруженные в нее. Эта среда – эфир. Полагать, “что одно тело может воздействовать на другое, находящееся от него на некотором расстоянии, через вакуум без каких-либо «посредников»,...—для меня настолько абсурдно, что по-моему ни один человек, обладающий хотя бы малейшим представлением о философских материях, не может в это верить” (ссылка по [13]).

По мнению Навье, эфир состоит из бесконечно большого количества частиц, которые действуют друг на друга с силами, направленными вдоль соединяющих их линий.

Максвелл в согласии с концепцией Фарадея и Томсона полагал, что магнитная энергия – это кинетическая энергия среды, занимающей все пространство, а электрическая энергия – это энергия натяжения этой же самой среды. Там, где сила тяготения отсутствует, внутренняя энергия среды должна иметь чрезвычайно большое значение, причем материя есть простая модификация эфира. «Моя теория электрических сил заключается в том, что они приводятся в действие в изоляционных средах под действием небольших электрических смещений, которые приводят определенные небольшие части среды в деформированное состояние, которое, поскольку ему противостоит упругость среды, создает электродвижущую силу».

Г.Ф.К. Серл (1896), Дж. Дж. Томсон, Оливер Хевисайд (1897) предполагали, что энергия поля заряженной движущейся частицы возрастает на добавочную электрокинетическую энергию и эффективная масса ее увеличивается на величину  $2e^2/3ac^2$  (а-радиус). Причина – самоиндукция конвекционного тока, который образуется, когда заряд начинает двигаться. Дж. Лармор (1895) [14] и В. Вин (1900): инерция обыкновенной весомой материи имеет именно такую природу. В. Кауфман (1902) опытно доказал, что инерция электронов имеет исключительно электромагнитную природу. На самом деле самоиндукция сферического электрона есть взаимная индукция конвекционных токов, созданных элементами электрического заряда, распределенными по его поверхности; делимость заряда на элементы, обладающие способностью к действию, самостоятельному во всех отношениях, как и в случаях с обыкновенными электрическими зарядами. Гельмгольц полагал (1893), что эфир ведет себя как свободная от трения несжимаемая жидкость. Лоренц считал, что движущееся тело не увлекает эфир, не сообщает ему движение, никакая часть эфира не может находиться в движении относительно другой его части. Такой эфир – это всего лишь

пространство, обладающее определенными динамическими свойствами. Это наиболее ценная черта теории Лоренца. У. Томсон: в каждом единичном объеме электромагнитного поля накапливается некоторое количество механического импульса, пропорционального векторному произведению электрического и магнитного векторов. Это необходимо для построения энергетического тензора [13].

Эфир нужен для: реализации идеи единства материальной основы мира; осуществления всех видов взаимодействий; объяснения пространственной и временной бесконечности Вселенной и законов сохранения; способности эволюции и замкнутости ее циклов; обоснования квантованности [15].

Ода вакууму [2].

Вакуум не рассеивает излучения, а потому выглядит темным. На деле он абсолютно прозрачен, не вмешивается в ход лучей, не изменяет их направление, не поглощает их энергию, не порождает ложных отблесков, не смешивает, не расщепляет. В этом его светоносность.

Вакуум пропускает через себя все, не беря себе ничего. В этом его бескорыстие.

Вакуум как сущность ничем себя не проявляет, ничем не владеет и неприхотлив. В этом его скромность.

Вакуум ничего из себя не извергает, ничего не поглощает, и, подобно зеркалу, все возвращает. В этом его чистота.

Вакуум существует и там, где никто не может выжить. В этом его совершенство.

Вакуум безвреден, необидчив, уживчив, спокоен, тих, невоинствен, беззлобен. Посылая лучи солнца, потоки дождя, не разделяет людей на правых и виноватых. В этом его гуманность.

Вакуум передает информацию с наибольшей возможной скоростью. В этом его твердость.

Вакуум на брань и побои не отвечает, сопротивления никому не оказывает, в противниках не числится. В этом его мягкость.

Вакуум как дитя не различает полов. В этом его целомудрие.

У вакуума нет верха и низа, переда и зада, боковин тоже нет. Никаких деталей не выставляет, своим частям преимуществ не оказывает и их соперничества не допускает. В этом его симметричность.

Вакуум никуда не спешит, тревожностям не подвержен, сомнениям не предается; он спокоен и безмятежен. В этом его уравновешенность.

Вакуум не боится жара и холода, сухости и влажности, поношений и восхвалений. В этом его стойкость.

Вакуум не препятствует добрым делам и не поощряет злые дела, не поощряет добро, но и не останавливает воздающим за зло. В этом его справедливость.

Где бы тела ни пребывали в вакууме, они находятся в равных условиях. Это однородность. Никакое направление в нем не имеет преимуществ. Это изотропность. Нет нигде места, где бы не было вакуума. Это непрерывность. Нет такого явления, которое указывало бы на изменчивость вакуума. Это стабильность. Нет такого воздействия, которое

повлияло бы на его свойства. Это величие. Нет ничего, что не вышло из него. Это неисчерпаемость. Будучи первичной исходной субстанцией, вакуум определяет объективные законы природы. В этом его беспристрастность. Его бесцветность является составным элементом пяти цветов, пресность – основой пяти вкусов, беззвучность – мерой звуков, неощутимость – мерой твердости, безароматность – мерой запахов. Его точность является основой всех видов измерений.

## 2.2. Модели элементарных частиц

### 2.2.1. Известные модели

В физике элементарных частиц остается нераскрытым содержание таких фундаментальных понятий как заряд, масса, спин и т. п. Достижения квантовой хромодинамики в этой части незначительны. На сегодняшний день нет оснований для того, чтобы отбрасывать классический подход в науке, поскольку многие парадоксы, такие, как корпускулярно-волновой дуализм, на самом деле мнимы.

Автор опирается на естественнонаучный подход древних мыслителей [1], согласно которому все сущее создается из ничем не выделяющегося и не деятельного первоначала. Это совершенно уравновешенное и самодостаточное первопричинное принимается за исходный чисто полевой вакуум. Поэтому и все его внешние проявления в виде частиц и веществ не могут иметь природу иную, нежели полевую.

Дополнительно предполагается следующее. Общеизвестны четыре вида взаимодействия частиц [7, 16]: сильное, электромагнитное, слабое и гравитационное. Относительные интенсивности их  $1$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-14}$ ,  $10^{-20}$  таковы, что в данной работе последними двумя можно пренебречь.

Строению элементарных частиц посвящено немало работ. Одни авторы предполагают существование магнитного заряда [17]. Частица составляется из дионов [19], кварков с электрическим и магнитным зарядами, и энергия её складывается из масс (в том числе и отрицательных) этих частиц и энергии их взаимодействия. Адроны состоят из трех дионов, фермионы – из магнитосвязанной пары. Так, в статье [20] вводится вортон – полуклассический электромагнитный парный монополь с зарядом  $28,2 e$ .

Субчастицу образуют и сочетанием электрического и гравитационного зарядов. В этом случае постоянная тонкой структуры  $\alpha = 2\pi e^2/\hbar c$  есть отношение квадратов универсального электрического заряда  $e^2$  и базисного гравитационного заряда (унитона)  $\hbar c/2\pi$ . Фундаментальные частицы природы, унитоны, имеют инертную массу, равную  $0.5(\hbar c/2\pi G)^{0.5} \approx 10^{-5}$  г. Из вейлевского принципа калибровочной инвариантности следует  $Gm^2 = \hbar c/2\pi$  для частиц, подчиняющихся уравнению Дирака [9, 21]. Гравитационный заряд  $m\sqrt{G} = 0.5(\hbar c/2\pi)^{0.5} \approx \sqrt{137} \cdot e/2$  унитона связывается с вакуумными флуктуациями Уилера. “С точки зрения общей теории относительности можно предположить, что электрические заряды электрона удерживаются силами тяготения” [22].

Всегда структурная устойчивость достигается уравниванием непременно разнородных зарядов [8]. Подход основан на неразличимости составных систем и частиц, так как их спектр обладает резкими линиями [23].

Другие авторы мыслят себе частицу как бегущий по кольцевой орбите фотон, образующий светоподобный круговой ток, или как сингулярное кольцо – тороидальный волновод для электромагнитной волны [24], со ссылкой на Honl H., Papapetrou A. // Zeitschrift für Physik. 1939. V. 112. P. 512]. «Атом вещества обладает всеми динамическими свойствами вихревого кольца в жидкости, лишенной трения» [14].

Суть такого подхода заключается в неразделимости и, одновременно, в несводимости одной к другой ортогональных составляющих этого

переменного поля, обладающего внутренней симметрией. Оба подхода совместимы, и заряд может быть местом схождения, областью сгущения поля, ибо “кажется невозможным дать ясный качественный критерий для различия между веществом и полем или зарядом и полем”[6]. Дираком установлено равенство магнитного момента электрона магнетону Бора  $\mu_B$  [25]. Сравнение уравнения для сверхтонкого расщепления основного состояния атома с экспериментальными данными для атома водорода, мюония, позитрония и иона  ${}^3\text{He}^+$  показывает, что магнитный дипольный момент элементарных частиц имеет токовую природу, т.е. он обусловлен циркуляционными токами, а не парой магнитных зарядов [26].

Учитывая также предположение о том, что обобщение равенства  $mc^2 = h\nu$  позволяет приписать внутреннюю энергию  $m_0c^2$  частицы некоторому периодическому движению с частотой  $\nu = (1/h)m_0c^2 / \beta$ : «Как очевидно, световые кванты должны обладать внутренней бинарной симметрией, связанной с симметрией электромагнитных волн» [27], ряд авторов строит модели, в которых составные части частицы движутся со скоростью  $c$  по комптоновской круговой орбите [28, 29]. Составные части адрона движутся внутри него по круговым орбитам со скоростью  $c$  по радиусу  $R$ , причем  $m_0c^2 = hc/4\pi R$  и по винтовой траектории при поступательном движении. Квантование масс покоя, получающееся суммированием внутреннего периодического движения со скоростью света  $c$ , чтобы получить энергию покоя частицы с ненулевой массой покоя, ведет к прояснению корпускулярно-волнового дуализма и механизма взаимопревращения вещества и излучения. Движение со скоростью  $c$  проявляется как инерция материальных частиц и квантование массы покоя, хотя период движения со скоростью  $c$  остается скрытым принципом неопределенности физических измерений. Только компонента скорости по оси винтовой траектории изменяется под действием силы и это соответствует изменению радиуса траектории и, таким образом, инертной массы частицы, но мгновенная скорость всегда равна  $c$ .



Из опыта известно [30], что заряд, ток и магнитный момент распределены пространственно экспоненциально с характерным размером порядка длины волны, а внутри протона нет «твердой сердцевины». Комptonовская длина волны определяет также масштаб процесса аннигиляции нуклонов [31] или объем области их взаимодействия. Этот размер определяет и момент количества движения лептона, спин такого токового витка в полуклассической модели тора [32]. Дается ссылка на Кобэ (Koba Z. // Progress of theoretical physics. 1949. V. 4. P. 319.) и Хуанга (Huang K. // American journal of physics. 1952. V. 20. P. 479.): лептон как токовый виток с радиусом  $r = 1/m$ . Ток  $I = e/2\pi r$  создается движением заряда электрона со скоростью  $c$  [33, 34]. Известна классическая микрогеонная модель Уилера для электрона, представляющего собой сингулярное кольцо, по которому как по волноводу распространяется электромагнитная волна. Благодаря интерференции возникают биения, частота которых и несущая частота соответствуют размерам релятивистки протяженной частицы и ее длины волны де Бройля [34].

Подвергая сомнению наличие электронных траекторий в атоме, также приписывают и составляющим атом частицам собственную частоту гипотетического колебательного процесса [35]: “.. мы рассматриваем, если использовать волновую трактовку, стоячие собственные колебания ..., частота излучения... пропорциональна разности между собственными частотами  $\nu$  гипотетического колебательного процесса. Следовательно, хотя все собственные частоты много больше частот излучения, эти две величины тесно связаны друг с другом, причем последняя из них является как бы глубоким “разностным тоном” собственного колебания, протекающего со значительно большей частотой. То, что при переходе энергии от одного собственного колебания к другому появляется нечто (по моей трактовке, световая волна) с частотой, равной разности частот собственного колебания, достаточно понятно; нужно лишь предположить,

что световая волна первоначально связана с биениями, появляющимися всегда при подобных переходах...”

Эффект Комптона, реакция аннигиляции и другие физические реалии позволили предположить, что вся энергия частицы может состоять из энергии взаимодействия субчастиц, то есть иметь полевое происхождение. Фотоны также должны обладать внутренней бинарной симметрией, связанной с симметрией электромагнитных волн [27]. Добавим к этому экспериментально обнаруженное определенное сходство фотонов с адронами [36]: “Фотон – это наиболее явный член семейства элементарных частиц, существование которых требуется обобщенной калибровочной группой, которая объединяет электромагнитные, слабые и, возможно, сильные взаимодействия” [37].

Аннигиляция трактуется как акт превращения частиц путем сохранения и перестановки составляющих их субчастиц [38]; указывается на глубокую связь, существующую между движением тел и распространением волн [27], проявляющуюся через явление дифракции частиц; сообщается об успешности опыта по оценке инертности лучистой теплоты [39]. Таким образом, возникает понятие о третьей спектроскопии.

Испускание фотонов возбужденными атомами составляет первую спектроскопию. Испускание возбужденным ядром квантов типа гамма или пар электрон – нейтрино составляет вторую спектроскопию. “...Вместо того чтобы говорить о коротко живущих формах новых частиц, их следует рассматривать как новую систему возбужденных состояний... Таким образом, третья спектроскопия не только включает кванты первых двух, но и привносит свои собственные...” [40].

Поскольку сегодня задача вычисления так определенной энергии тела, состоящего из множества взаимодействующих между собой частиц, представляется трудноразрешимой, её заменяют задачей измерения массы, известного коэффициента, который удобно вводить в вычисления [41]. Однако для физики сложнее и важнее получить ответ на вопрос о природе и

величине эффекта изменения массы со скоростью. Объяснение основывалось на её электромагнитной природе и гипотетическом сокращении размеров тела в направлении движения (М. Абрагам, Дж. Герглоц, П. Герц, А. Зоммерфельд и др.), причем для Лоренца “сжатие” электрона было фундаментальным предположением [32, 33]. Однако Эйнштейн [22] считал лоренц-фитцджеральдовское сокращение искусственным средством спасения их теории, иллюзией, порождаемой процессом измерений.

Трудности отступают, если рассматривать не точечный, а кольцевой электрон со скоростью субчастиц, равной  $c$ . Тогда при его движении орбитальная составляющая  $u$  полной скорости  $v$  с винтового движения падает, что, как утверждается в [28], ведет к росту массы.

Нужно признать, что в этой области по числу публикаций лидирующее положение занимает кварковая модель, возникшая более сорока лет назад. По данной проблеме имеется обширнейший список литературы, приведем только несколько ссылок [44-59]. В основе такого подхода заложена идея о том, что все многообразие частиц может быть сведено к композициям всего из трех кварков (затем их число возросло до шести и более). Кварки наделяются особыми свойствами: масса каждого кварка многократно превышает массу частицы, которая из них состоит; кварки не могут быть выделены и наблюдаемы; им присущи ранее неизвестные признаки, такие как цвет, аромат, очарование. В данном случае явно нарушены хорошо известные фундаментальные принципы науки. Уильям из Оккама (англ. 1281-1349гг.): ”Напрасно пытаться посредством большего делать то, что может быть сделано посредством меньшего”. Это значит, что не следует вводить новые сущности сверх известных без крайней необходимости. По словам Пуанкаре, «Простота - единственная почва, на которой мы можем воздвигнуть здание наших обобщений». Кроме того, физика по определению занимается только природными объектами. «Природа проста и не роскошествует излишними причинами вещей», ...ученые «ничего не принимают за начало, как только то, что подтверждается совершающимися

явлениями. Они не измышляют гипотез и не вводят их в физику иначе, как в виде предположений, коих справедливость подлежит исследованию» (из «Математических начал натуральной философии» Ньютона).

Поскольку не создана внятная математическая или физическая модель и отсутствуют экспериментальные данные, в настоящее время нет оснований для надежд на использование в ближней перспективе этой модели при планировании экспериментов на ускорителях и для анализа соответствующей информации.

Обратимся теперь к хорошо забытым работам основоположников современных научных направлений. Расчеты Абрагама и эксперименты Кауфмана показали, что собственно механическая масса равна нулю и что масса электронов имеет исключительно электродинамическое происхождение. Но тогда она зависит от скорости, поэтому частица должна обладать инерцией [60]. Кроме того, необходимо рассматривать энергию и другие величины, связанные с взаимодействием частей самого электрона [61]. Сверх этого нет никакой «действительной» или «материальной» массы [62]. Это значит, что вся энергия частицы имеет целиком полевой характер, и при поступательном движении все силы подвергаются изменениям, в том числе и неэлектрического происхождения и в незаряженных частицах.

Движение электрона квазистационарно, если он мало смещается за время пробега световой волной расстояния, равного его диаметру. Это высказывание означает, что за время перемещения электроном расстояния, равного его диаметру, световая волна проходит путь, который потом был наречен дебройлевской волной. Далее сказанное распространяется и на все прочие частицы: «...движение оказывает такое же воздействие на массы всех частиц, как и на электромагнитные массы электронов».

Однако при этом следует считать, что электрон «подвержен постоянному внешнему давлению» [63] со стороны других сил, не электромагнитных по своему происхождению, например сил связи, сил, вызываемых добавочным потенциалом. Это давление отрицательно, направлено внутрь, и

уравновешивает электростатическое отталкивание. Благодаря преобразованию Лоренца можно выбрать систему координат, в которой скорость электрона равна нулю, и он совершает очень быстрые колебания весьма малой амплитуды (волны Ланжевена). При этих условиях электрическое и магнитное поля будут взаимно равными и ортогональными.

«Чтобы дать себе отчет об устойчивости электрона и равновесии зарядов в нем, используя обычные понятия механики, недостаточно, очевидно, учитывать лишь электродинамические действия. Частица, которую здесь рассматривают как сферу, несущую поверхностный заряд, непременно взорвалась бы из-за взаимного отталкивания или, что то же самое из-за максвелловского напряжения на ее поверхности. Итак, следует ввести еще что-то, и Пуанкаре различает здесь «связи» и «дополнительные силы» [64].

Концепция Лармора-Лоренца-Пуанкаре, а именно выход за пределы электромагнитных явлений, представляет собой центральный момент теории относительности. Здесь также имеются в виду и поля, ответственные за сильные взаимодействия частиц [65]. Сомнения остаются и многие годы спустя: «Как быть с той частью поля, которая создается зарядом и на него же действует, до сих пор не понятно» [66].

### 2.2.2 Авторская модель

Известные релятивистские соотношения [75]:

$$E_0 = m_0 c^2 \quad (1); \quad \beta = (1 - v^2/c^2)^{0.5} \quad (2); \quad E = (E_0^2 + P^2 c^2)^{0.5} = E_0 + T = E_0 / \beta \quad (3);$$

$$m = m_0 / \beta = E / c^2 = m_0 (1 + T / E_0) \quad (4);$$

$$T = (m - m_0) c^2 = E - E_0 = E_0 (\beta^{-1} - 1) = E_0 \{ [(Pc/E_0)^2 + 1]^{0.5} - 1 \} = [(Pc)^2 + E_0^2]^{0.5} - E_0 \quad (5);$$

$$P = mv = m_0 v / \beta = m_0 c (\beta^{-2} - 1)^{0.5} = m_0 c [(1 + T/E_0)^2 - 1]^{0.5} = m_0 c [(E/E_0)^2 - 1]^{0.5},$$

$$(Pc)^2 = 2TE_0 + T^2 = 2TE - T^2 \quad (6);$$

$$v/c = [1 - (1 + T/E_0)^{-2}]^{0.5} = [1 - (E_0/E)^2]^{0.5} = [1 - (1 - T/E)^2]^{0.5} \quad (7);$$

$$1/\beta = [1 + (Pc/E_0)^2]^{0.5} = 1 + T/E_0 = m/m_0 = E/E_0 = 1/(1 - T/E) \quad (8);$$

$$\begin{aligned} \lambda_b &= h/mv = h/P = h\beta c / m_0 cv = \lambda c / v = \lambda_0 \beta c / v = \lambda_0 [(E/E_0)^2 - 1]^{-0.5} = \\ &= \lambda_0 [(1 + T/E_0)^2 - 1]^{-0.5} \approx \lambda_0 (E_0/2T)^{0.5} \quad (9); \end{aligned}$$

$$\lambda_0 = h/m_0c, \lambda = h/mc = hc/mc^2 = hc/E = hc/(E_0 + T) \quad (10); \quad e^2/2\varepsilon_0 = \alpha E_0 \lambda_0 \quad (11).$$

Принятые обозначения:

*Постоянные:*  $h$ –Планка,  $\varepsilon_0$ –электрическая,  $\mu_0$ –магнитная,  $R_\infty$ –Ридберга,  $c$ –  
Электродинамическая,  $\alpha$ –тонкой структуры,  $G$ –гравитационная.

*Длины волн комптоновские:*  $\lambda$ –частицы,  $\lambda_e$ –электрона,  $\lambda_{e0}$ –покоящегося  
электрона,  $\lambda_p$ –протона,  $\lambda_{p0}$ –покоящегося протона,  $\lambda_\gamma$ –фотона.

*Массы:*  $m_e$ –электрона,  $m_p$ –протона,  $m_{e0}$  и  $m_{p0}$ –покоящихся электрона и  
протона,  $m_\mu$ –мюона,  $m_\pi$ –пиона.

*Прочие:*  $\lambda_b$ ,  $\lambda_{pb}$ ,  $\lambda_{eb}$ –дебройлевская длина волны частицы, протона и  
электрона;  $j = (-1)^{0.5}$ ;  $E$ –напряженность электрического поля;  $B$  – индукция  
магнитного поля;  $v$ –скорость частицы;  $e$ –модуль заряда электрона;  $x$ –  
координата;  $q$ –заряд диона;  $i$ –ток витка;  $S$ –площадь;  $V$ –объем;  $l$ –длина;

$L$ –индуктивность;  $k$ –отношение масс покоя протона и электрона;  $E_R$ –  
энергия Ридберга;  $P$ –импульс частицы;  $T$ –кинетическая энергия;  $E$  – полная  
энергия частицы;  $E_0$ –энергия покоящейся частицы;  $E_E$  ( $E_B$ ) –энергия  
электрического (магнитного) поля;  $W$ –энергия электрического  
взаимодействия зарядов;  $E_\gamma$ –энергия фотона;  $r$ –радиус;  $\varphi$ –угол, аргумент;  
 $u$ –орбитальная скорость;  $\Phi_{DQ}$ ( $\Phi_{EQ}$ )–потоки индукции (напряженности) поля  
заряда;  $n$ –главное квантовое число;  $V$ –объемное квантовое число;  $b$ –номер  
ступени возбуждения частицы.

Магнитные моменты:  $\mu_e$ ,  $\mu_p$ ,  $\mu_\mu$  –электрона, протона, мюона;  $\mu_B$ –магнетон  
Бора;  $\mu_N$  –ядерный магнетон.

Значения констант [76]:

$$c = 299\,792\,458 \text{ м/с};$$

$$h = 6.626\,075\,5(40)10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с};$$

$$e = 1.602\,177\,33(49)10^{-19} \text{ Кл};$$

$$m_{e0} = 0.510\,999\,06(15) \text{ МэВ}/c^2;$$

$$\varepsilon_0 = 8.854\,187\,817 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м};$$

$$m_{p0} = 938.272\,31(28) \text{ МэВ}/c^2;$$

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м} = 1/\varepsilon_0 c^2;$$

$$\alpha = e^2/2\varepsilon_0 \cdot hc = 137.035\,989\,5(61)^{-1};$$

$$\mu_\mu = 1.001\,165\,923(8)eh/4\pi m_{\mu 0};$$

$$\mu_p = 2.792\,847\,386(63)\mu_N;$$

$$\mu_e = 1.001\,159\,652\,193(10)\mu_B;$$

$$1\text{эВ} = 1.602\,177\,33(49)10^{-19} \text{ Дж};$$

$$R_{\infty} = \alpha^2 / 2 \lambda_{e0} = 10\,973\,731.571(4) \text{ м}^{-1}; \quad k = m_{p0}/m_{e0} = 1\,836.152\,701 \quad (37);$$

$$E_R = m_{e0} c^2 \alpha^2 / 2 = hc R_{\infty} = 13.605\,698\,1(40) \text{ эВ};$$

$$\mu_B = e/4\pi m_{e0} = 5.788\,382\,63(52)10^{-11} \text{ МэВ/Тл};$$

$$\mu_N = eh/4\pi m_{p0} = 3.152\,451\,66(28)10^{-14} \text{ МэВ/Тл};$$

$$\lambda_{e0} = h/m_{e0} c = 2\pi \cdot 3.861\,593\,23(35)10^{-13} \text{ м}.$$

Заряд. Представленная здесь концепция основана на введении фундаментального понятия естественного заряда [67, 68] как носителя СВ, причем ЭМВ рассматривается как одна из форм его проявления. Утверждение о том, что заряд является источником поля, может быть обращено следующим образом: заряд есть место схождения силовых линий, воображаемая точка пересечения всех возможных путей движения пробного заряда, область сгущения поля. Электростатическому полю, например, соответствует заряд величиной  $e$ , и величина электромагнитного взаимодействия определяется через  $e^2$ .

Предположим, что уровень сильных (ядерных) взаимодействий определяется квадратом естественного (сильного, полного, ядерного, фундаментального) заряда величиной  $4\epsilon_0 hc$ , нуждающейся в экспериментальном уточнении. «Недавно с помощью единых теорий поля удалось показать, что масса электрона не является чисто электромагнитной» [69] (имеет сильную компоненту по нашей модели). Постоянная тонкой структуры  $\alpha/2 = e^2/4\epsilon_0 hc$ , как отношение величин электромагнитного и сильного взаимодействий, в данном случае есть отношение квадратов универсального и естественного зарядов. Отметим близость позиций с автором работы [70], где утверждается, что ядерные силы более дальнедействующие, чем потенциал Юкавы, и могут деформироваться в открытые линии электромагнитного поля. Каждый нуклон является источником всех существующих “наружных” силовых полей: ядерных, электромагнитных, гравитационных. Ядерные и электромагнитные поля принципиально однородны, отличаются только степенью кривизны своих метрических линий.

Аннигиляция пары электрон–позитрон или протон–антипротон в пару фотонов обратима, то есть представляет собой не превращение, а преобразование частиц путем перестановки субчастиц. Поэтому волновые свойства частиц, определяемые видом взаимодействия субчастиц, сохраняются. Прежде всего это относится к эквивалентности энергий  $E_0$  и длин волн  $\lambda_0$  невозбужденного электрона и фотона, равно относимых к безмассовым полевым объектам. Оба они обладают импульсом  $P$  поля  $P = E/c$ , скоростью света  $c$  субчастиц (поступательной либо вращательной), и определяющими поля зарядами. Имея природное родство, они способны образовывать промежуточные состояния по типу позитрония или нейтрального мезона  $\pi^0$ , которые, помимо прочего, могут иметь фазы, состоящие из нейтральных электронов.

Равенство энергий  $E_0$  фотона и электрона имеет вид [21, 8, 71]:

$$E_0 = hc/\lambda_0 = 4\epsilon_0 hc / 4\pi\epsilon_0 \lambda_0 \pi^{-1}, \quad (12)$$

где  $q^2 = 4\epsilon_0 hc$  - квадрат естественного заряда. Здесь  $0.5\alpha = e^2/q^2$ ,  $e$  – заряд электрона, а  $\alpha$  считается отношением констант ЭМВ и СВ.

Из условий  $q_1 q_2 = q^2$ ,  $q_1 + q_2 = 0$  найдем заряды  $q_1$  и  $q_2$  субчастиц фотона:  $q_{1,2} = \pm jq$ ,  $j = \sqrt{-1}$ . Из условий  $q_3 q_4 = q^2$ ,  $q_3 + q_4 = -e$  найдём заряды  $q_3$  и  $q_4$  субчастиц электрона:

$$q_{3,4} = -0,5e[1 \pm j(8/\alpha - 1)^{1/2}]. \quad (13)$$

Мнимость означает здесь ортогональность составляющих и исключительно парность зарядов  $q_1$  и  $q_2$ . Примером вращательного движения зарядов  $q_1$ ,  $q_2$  типа дионов Швингера [19, 20, 72] (но без магнитных частей) с орбитальной скоростью  $c$ , может служить электрон. Заменяя в формуле (12)  $q^2$  на  $e^2/0.5\alpha$ , найдем ЭК  $E_{0e}$  энергии  $E_0$ :

$$E_{0e} = E_0 \alpha / 2. \quad (14)$$

Электрон. Когда рассматривают электрон [73] как токовый виток длиной  $\lambda_0$ , образованный вращающимся со скоростью  $c$  зарядом  $e$ , то его спиновый



магнитный момент находят равным магнетону Бора [24, 33, 26]. Магнитная энергия  $E_{0m}$  витка будет равна:

$$E_{0m} = L i^2 / 2 = (\mu_0 \lambda_0 / 2) (e c / \lambda_0)^2 / 2 = E_0 \alpha / 2. \quad (15)$$

В целом электромагнитная энергия равна  $E_{0em} = E_{0e} + E_{0m} = E_0 \alpha$ . «Магнитный момент дираковского электрона обусловлен круговыми токами радиуса  $\hbar/mc$ » [74].

Сходным образом выражение (12) включает две части энергии  $E_0$ , что проявляется в ортогональности уравновешенных радиальной и тангенциальной составляющих сильного поля в электроне. Чтобы подтвердить устойчивость электрона, требуется доказать, что ей не противоречит конечность скорости  $c$  передачи возмущений.

На рис. 1 стрелками показано направление вращения дионов  $q_1, q_2$  от исходных позиций 1, 2 к таким позициям 3, 4, когда длина  $l_{1,4}$  хорды 1–4 равна длине  $l_{2,4}$  дуги 2–4. В пункте 4 дион  $q_2$  вступает во взаимодействие с полем, созданным дионом  $q_1$ . Имеем из  $\Delta O14$ :  $l_{1,4}^2 = 2r^2 - 2r^2 \cos(\pi - \varphi) = 2r^2(1 + \cos \varphi)$ , а из  $\Delta O24$ :  $l_{2,4} = \varphi r$ , а из равенства  $l_{1,4} = l_{2,4}$  получим:

$$\varphi^2 = 2(1 + \cos \varphi), \quad \varphi/2 = \cos \varphi/2, \quad \varphi = 1,4781702, \quad \pi/2\varphi = 1,0626626 \quad (16)$$

Это означает, что условия стоячей волны не выполняются, а узлы и пучности подвижны. Численно сила, которую испытывает дион  $q_2$  в точке 4, имеет составляющие, направленные по диаметру 4–3 и вдоль касательной.

Первая определяет энергию взаимодействия дионов

$q_1 q_2 \cos 0.5\varphi / 4\pi\epsilon_0 l_{1,4} = q_1 q_2 / 4\pi\epsilon_0 2r$ , где  $2r = \lambda_{e0} / \pi$ , равную взаимодействию дионов, расположенных на концах диаметра, если  $c \rightarrow \infty$ , то есть

устойчивость обеспечивается. Механическая модель представляет электрон как вращающееся кольцо с энергией  $E_{e0} = T + U$ , причем  $T = m_{e0} c^2 / 2$  есть кинетическая энергия кольца, а  $U = T$  – потенциальная энергия взаимодействия частей кольца между собой. Тогда выражение для собственного момента количества движения, точнее, для момента импульса внутреннего поля, будет иметь вид

$$0,5m_{e0} c\lambda_{e0}/2\pi = h/4\pi, \quad (17)$$

и спин фермиона равен 1/2 в единицах  $h/2\pi$ .

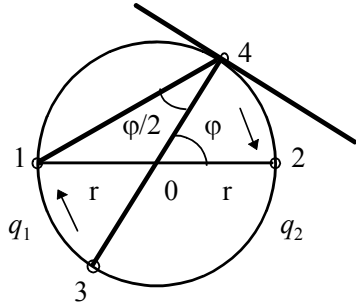


Рис.1. Схема взаимодействия дионов

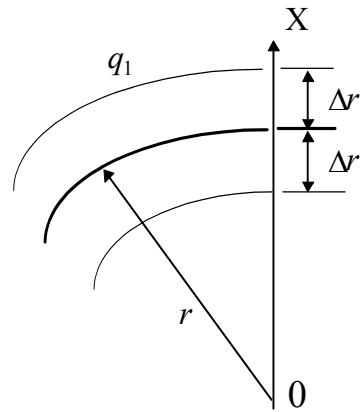


Рис.2. Пространственное расположение диона

Оценим величину аномального магнитного момента электрона  $\mu_e$ , для чего представим действительную часть зарядов  $q_1, q_2$  (см. рис.2) распределенной по оси  $OX$  с линейной плотностью  $0.5e/\Delta r$ . Из условия неразрывности заряда (постоянства угловой скорости) имеем  $v = cx/r$ . Тогда  $d\mu_e = vx dq/8\pi^2, dq = e dx/2\Delta r, d\mu_e = cex^2 dx/16\pi^2 r\Delta r,$

$$\mu_e = \int_{-r}^{r+\Delta} d\mu_e = cex^3/16\pi^2 3r\Delta r = \mu_B (1 + \Delta r^2/3r^2). \quad (18)$$

Отсюда получим поправку к  $\mu_e$ :  $(\mu_e - \mu_B)/\mu_B = \Delta r^2/3r^2,$  и относительный размер диона  $\Delta r/r = [3(\mu_e - \mu_B)/\mu_B]^{0.5} = 1/16.95413$ . С другой стороны,  $\Delta r/r$  равно с ошибкой до коэффициента  $k_1$  относительному угловому отставанию диона за один оборот от состояния, имеющего место при стоячей волне  $(2\pi - 4\phi)/2\pi = 1 - 2\phi/\pi = 1/16.95847 = (\lambda_{e0} - 4\phi r)/\lambda_{e0}$ . Возможно, что различие в форме сильного внутреннего и электромагнитного внешнего полей связано с этой разностью частот. В частности, отношение заряда электрона к сумме действительной и мнимой частей заряда диона отличается на 0.5% от величины  $1/16.958$ :  $1/[0.5 + (2/\alpha - 0.25)^{0.5}] = 1/17.047$ . Легко показать, что величина данного отношения не зависит от скорости частицы.

Длины волн. Когда электрон движется равномерно и прямолинейно со скоростью  $v$ , орбитальная скорость дионов будет равна  $u = (c^2 - v^2)^{0.5}$ , так как полная скорость их движения (в данном случае по винтовой линии) всегда равна  $c$ , причем проекция траектории на плоскость, перпендикулярную к направлению движения, будет иметь вид окружности. На рис. 3 точка  $O$  – центр электрона, скорость  $v$  направлена параллельно оси  $OX$ , ось  $OY$  направлена по радиусу, а  $\Delta x$  – шаг или путь электрона за один оборот дионов.

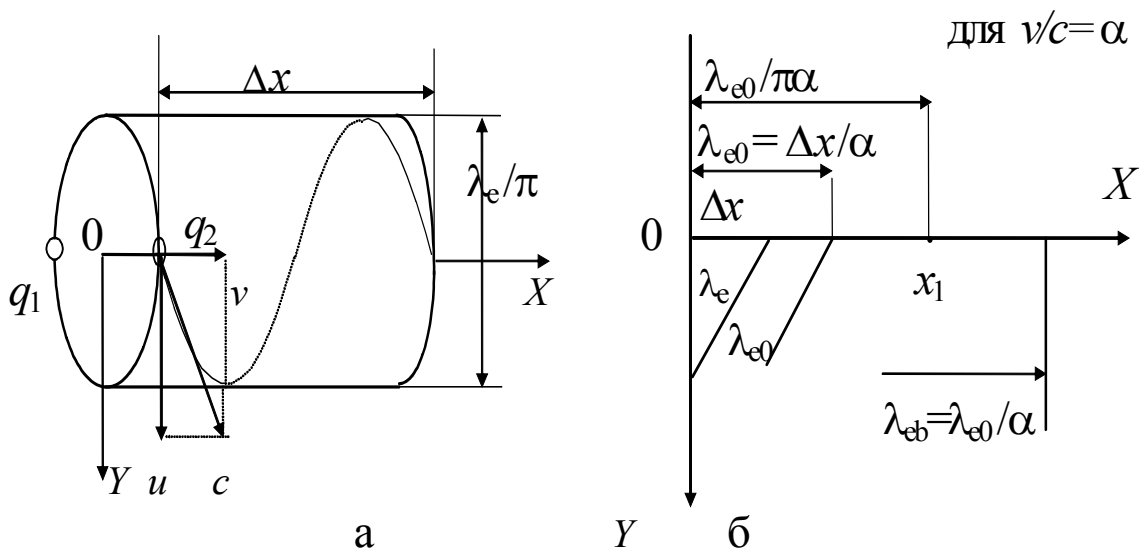


Рис.3. Движение дионов при поступательном движении электрона  
а – винтовая траектория; б – развертка

Умножив на  $m_e$  все члены уравнения  $c = (u^2 + v^2)^{0.5}$ , получим выражение для величины полного импульса  $m_e c = [(m_e u)^2 + (m_e v)^2]^{0.5}$ , где  $m_e u = m_{e0} c$  – орбитальный импульс, не зависящий от скорости,  $P = m_e v$  – поступательный импульс. Умножая на  $c$ , получим

$$m_e c^2 = [(m_e u c)^2 + (m_e v c)^2]^{0.5}, \quad E_e = [E_{0e}^2 + (Pc)^2]^{0.5}, \quad (19)$$

где  $E_{0e} = \text{const}$  – энергия внутреннего поля, а  $Pc$  – импульсная энергия наружного поля. По существу, скалярное равенство (3) отвечает векторной сумме  $\bar{E} = \bar{E}_0 + \bar{E}_d$ , где  $\bar{E}_d$  – добавочная энергия, причем  $E^2 = E_0^2 + E_d^2 - 2E_0 E_d \cos(\pi - \varphi)$ , а  $\varphi$  – угол между векторами. Когда  $\varphi = 0$ ,  $E = E_0 + T$ , а

если  $\varphi = \pi/2$ , то  $E = (E_0^2 + P^2 c^2)^{0.5}$ . В покое энергия сильного поля сосредоточена в комптоновской окрестности частицы.

Итак, из условия независимости величины орбитального импульса от скорости  $v$  (из равенства  $m_e u = m_{e0} c$ ) прямо следуют формулы (2)–(4). В самом деле, орбитальный и поступательный импульсы ортогональны, поэтому, согласно закону сохранения импульса,  $m_e u = m_{e0} c$ ,  $m_{e0}/m_e = u/c = \beta$ . Тогда  $E_e = m_e c^2 = hc/\lambda_e = m_{e0} c^2/\beta = hc/\lambda_{e0}\beta$ . Это значит, что из условия сохранения заряда следует сокращение поперечного размера частицы  $\lambda_e = \lambda_{e0}\beta$ , хотя длина волны не меняется  $\lambda_{e0} = \lambda_e/\beta = \lambda_e c/u = \text{const}$ .

Спин (17) численно равен энергии, приходящейся на единицу частоты, а по существу это момент полного импульса поля. Спин, орбитальный импульс  $m_0 c$ , энергия  $E_0$ , длина волны  $\lambda_0$ , частота  $c/\lambda_0$  сохраняются во всех инерциальных системах; частица обладает импульсом поля даже при  $v = 0$ .

Перейдя в формуле (19) к длинам волн, получим  $\lambda_e^{-2} = \lambda_{e0}^{-2} + \lambda_{eb}^{-2}$ , где  $\lambda_{eb} = \lambda_e c/v$  (9). Отсюда следует выражение (10):  $\lambda_e = \lambda_{e0}\beta$ . Из равенств  $m_{e0}/m_e = E_{e0}/E_e = \lambda_e/\lambda_{e0} = \beta$  следует, что в уравнении (12) можно произвести замену  $E_{e0}$  на  $E_e$ , и  $\lambda_{e0}$  на  $\lambda_e$ . Тогда диаметр воображаемого цилиндра (см. рис.3)  $\lambda_e/\pi$  определен расстоянием между дионами  $q_1$  и  $q_2$ , а длина проекции пути диона за один шаг равна  $\lambda_e$  (отрезок на оси OY), причем период сохраняется, так как  $\lambda_e/u = \lambda_{e0}/c$ . Это значит, что путь диона всегда равен  $\lambda_{e0}$  и теперь больше длины волны  $\lambda_e$ . Длина орбиты  $\lambda_e$ , наоборот, меньше формально заданной длины волны  $\lambda_{e0}$  орбитального импульса.

Точно так же будем различать формально вводимую дебройлевскую длину волны  $\lambda_{eb} = \lambda_e c/v$  (9), как длину распространения возмущения со скоростью  $c$  за время  $\lambda_e/v$ , и действительный путь  $\lambda_{eb} = \lambda_{e0} c/v$  (отличающийся также в  $\beta$  раз) за время  $\lambda_{e0}/v$  прохождения электроном расстояния, равного его собственной длине волны. Тогда и полный путь дионов также будет равен длине волны  $\lambda_{eb}$ , которая геометрически равна радиусу кручения этой геликоиды, умноженному на  $2\pi$ .

За целое число  $n = c/v$  шагов  $\Delta x$  (см. рис.3) осевой путь центра частицы будет равен  $n\Delta x = \lambda_{e0}$ , причем за это же время  $\lambda_{e0}/v$  путь дионов по винтовой линии за  $n$  оборотов составит величину  $\lambda_{e0}n = \lambda_{eb}$ , и возбуждение поля распространится вдоль оси ОХ также на расстояние  $\lambda_{eb}$ . Если в точке  $x = \lambda_{eb}$  установлен отражатель, создаются условия для резонанса только когда обратный сигнал приходит в точку, в которой частица имеет первоначальную фазу, то есть прошла путь  $\lambda_{e0}$ . Подобным образом легко разрешается так называемая «проблема двух щелей»: «Частица возбуждает в эфире колебания, волны де Бройля  $h/mv$ , которые, проходя через пару отверстий, образуют интерференционную картину переменной плотности эфира в пространстве между отверстиями и экраном. Частица, пройдя через одно из отверстий, испытывает на себе влияние созданного ею же «интерференционного поля», что выражается в отклонении ее в сторону меньшей плотности эфира» [15]. Принцип взаимодействия частиц тогда может быть описан так: чем больше взаимная скорость двух тел, тем короче дистанция их взаимодействия; чем больше энергия, тем кратковременнее процесс обмена энергией, что и есть условие резонанса [77].

Итак, дебройлевская длина волны, имеющая смысл при целом  $n = c/v = \lambda_{eb}/\lambda_{e0}$ , определяет условия возникновения резонанса, это есть расстояние действительного взаимодействия, то есть начала квантового перехода в системе двух частиц. Другими словами, квантование  $c/v$  и  $\lambda_{eb}/\lambda_{e0}$  есть условие квантования энергий взаимодействия, в том числе и при расстояниях, содержащих целое число  $\lambda_{eb}$ . Соответственно можно говорить и о длине волны электромагнитной части энергии  $\lambda_m = hc/E_m$ , определяемой импульсом только этого поля. В частности, при  $v \ll c$ ,  $\lambda_m = \lambda_{e0}/\alpha$  (14), (15), а если еще  $v/\alpha = c$ , то и  $\lambda_{eb} = \lambda_{e0}/\alpha$ , то есть имеет место резонанс по СВ и ЭМВ одновременно: «По-видимому, между движением тел и распространением волн существует глубокая связь» [27]; «Длина пути

вперед, которую чувствует фотон, есть его длина волны»[66]; «Шрёдингер и Эйнштейн были убеждены, что волны материи физически реальны, а не вероятностны» [78].

Масса. Если энергия частицы сводится к энергии ее поля, то инертная масса [22, 42, 79] становится мало значимым, но сложно измеряемым коэффициентом  $m=E/c^2$ : «...инерция не есть фундаментальное свойство вещества, но представляет собой свойства энергии... [80]; «Кинетическая энергия движущегося заряда аккумулируется посредством магнитной энергии заряда при его относительном движении» [79]. Так, масса нейтральных мезонов [75] вообще находится только по суммарной энергии образующихся при их распаде фотонов. Иное дело, что для тела как системы частиц не существует способа определения совокупной энергии более простого, нежели измерение обобщенного коэффициента  $m$ , хотя и зависящего от степени возбуждения тела. Само собой разумеется, что число  $m$  ни коим образом не раскрывает физическое содержание понятия инертности. Попробуем здесь ответить на частный вопрос: почему для изменения скорости тела требуются затраты энергии, и каковы эти затраты? Как показано выше  $\lambda_e = \beta\lambda_{e0}$ , а уменьшение размеров витка ведет к росту энергии частицы  $E_e=hc/\lambda_e= hc/\beta\lambda_{e0} = E_{e0}/\beta$  за счет работы внешних источников.

В данной модели полевой характер энергии (массы) частицы связан с тем, что изменение скорости влечет за собой изменение энергии взаимодействия дионов (12) ( $\lambda_e < \lambda_{e0}$ ,  $m_e > m_{e0}$ ), а инертная масса есть коэффициент связи этой полной энергии частицы с ее скоростью.

Потоки полей. Проведем оценки потоков собственного поля естественного заряда. Поток индукции поля естественного заряда равен суммарному заряду [66]  $\Phi_{DQ} = (4\varepsilon_0hc)^{0.5}$ , поток напряженности равен  $\Phi_{EQ} = \Phi_{DQ}/\varepsilon_0$ , поэтому

$$0.5\Phi_{DQ}\Phi_{EQ}=2hc. \quad (20)$$

В целом, константа  $hc = E\lambda = E\lambda^2/\lambda$  имеет размерность квадрата квантового потока и определяет, в частности, поток энергии  $E\lambda^2$  между двумя одинаковыми частицами на расстоянии  $\lambda$  при их аннигиляции.

Атом водорода. Рассмотрим сближение электрона и протона в замкнутой системе, когда отсутствует излучение и энергия частиц не изменяется. Прежде всего оценим произведение  $\Phi_{DQe}$  электрона (20) на  $\Phi_{EQp-e}$  – поток напряженности поля естественного заряда протона через поверхность электрона

$$0.5\Phi_{DQe} \cdot \Phi_{EQp-e} = 2hc(\lambda_{e0}/2\pi)^2/x^2 = W_Q \lambda_{e0}, \quad (21)$$

где  $W_Q = 2E_0(\lambda_{e0}/2\pi)^2/x^2$  – энергия взаимодействия частиц, а

$$\Phi_{EQp-e} = (2\varepsilon_0hc)^{0.5} \cdot 4\pi(\lambda_{e0}/2\pi)^2/4\pi\varepsilon_0x^2.$$

При некотором  $x = x_1$  выполняется условие резонанса, кулоновское притяжение уравнивается расталкиванием по сильному каналу (нулевая энергия связи) и  $W_m = W_Q$ , причем  $W_m = e^2/4\pi\varepsilon_0x_1$  (магнитное взаимодействие в квазистатическом приближении мало:  $\mu_e B_p = \mu_0\mu_e\mu_p/2\pi x_1^3 = 1.6 \cdot 10^{-7}$  эВ, и им можно пренебречь). Отсюда получим  $x_1 = \lambda_{e0}/\pi\alpha = \lambda_{eb1}/\pi$ . Приведем уточненный вывод с учетом конечности массы протона [81].

Когда частицы сближаются под действием кулоновского притяжения, сумма энергий их разнополярных полей уменьшается, что сопровождается равным по величине приростом энергии сильного поля, поскольку энергия частиц не меняется. Первое проявляется через энергию взаимодействия  $W$ , а второе – через обобщенную кинетическую энергию  $T$  (импульсную энергию  $Pc$ ). В целом, сводка исходных уравнений на момент начала резонанса имеет вид:

1.  $P_e = P_p$ , импульс протона равен импульсу электрона (закон сохранения импульса), и  $\lambda_{eb} = \lambda_{pb}$  равенство длин волн по СВ;
2.  $T_e + T_p = W$ , сумма кинетических энергий равна энергии взаимодействия (закон сохранения энергии);
3.  $\lambda_{em} = \lambda_{pm}$ , равенство длин волн по ЭМВ, частный резонанс;

4.  $\lambda_{eb} = \lambda_{em}$ , условие общего резонанса; 5.  $E_\gamma = T_e + T_p$ , условие устойчивости атома. Из равенства  $P_e = P_p$  следует по соотношению (6):

$$E_{e0}[(1 + T_e/E_{e0})^2 - 1]^{0.5} = E_{p0}[(1 + T_p/E_{p0})^2 - 1]^{0.5},$$

$$T_e = W[1 + (E_{e0} + 0.5W)/(E_{p0} + 0.5W)]^{-1} = W/k_1, \quad (22)$$

$$k_1 = 1 + (1 + \alpha^2/4)/(k + \alpha^2/4)$$

с ошибкой  $4 \cdot 10^{-12}$ . Энергия взаимодействия, например, по ЭК, примет значение

$$W_1 = e^2/4\pi\epsilon_0 x_1 = E_{e0}\lambda_{e0}\alpha/2\pi x_1. \quad (23)$$

Приравняем величину  $T_{e1}/E_{e0}$  из уравнения (24)

$$T_{e1}/E_{e0} = W_1/k_1 E_{e0} = \lambda_{e0}\alpha/2\pi x_1 k_1, \quad (24)$$

и из соотношения (9)

$$T_{e1}/E_{e0} = (\lambda_{e0}/\lambda_{eb1})^2/2k_2, \quad (25)$$

получим:  $x_1 = \lambda_{eb1}^2 k_2 \alpha/\lambda_{e0}\pi k_1$ . Дополнительно примем, как и в формуле (12), что расстояние между зарядами в  $\pi$  раз меньше длины волны. Тогда

$$x_1 = \lambda_{eb1}/\pi = \lambda_{e0}k_1/\pi\alpha k_2, \quad (26)$$

$$E_{\gamma 1} = W_1 = E_{e0} \alpha^2 k_2/2k_1 = E_R k_2/k_1, \quad (27)$$

где  $E_{\gamma 1}$  – наибольшая энергия излучаемого фотона, а

$$k_2 = 1 + T_{e1}/2E_{e0} = 1 + \alpha^2/4k_1 + (\alpha^2/4k_1)^2 \quad (28)$$

с ошибкой  $< 4 \cdot 10^{-12}$ . Остаточная энергия возбуждения электрона, обусловленная импульсом отдачи излучаемого фотона, равна  $E_0 \{[(E_\gamma/E_0)^2 + 1]^{0.5} - 1\} \approx E_R \alpha^2/4$ . Из того, что в формулах (9), (26)

$$\lambda_{eb1}/\lambda_{e0} = k_1/\alpha k_2 \approx 1/\alpha \approx c/v, \quad (29)$$

следует: за время  $\lambda_{eb1}/c\pi$  пробега электромагнитным возмущением расстояния  $x_1 = \lambda_{eb1}/\pi$  между зарядами электрон перемещается (если скорость  $v = \text{const}$ ) на расстояние  $\lambda_{e0}/\pi$ , равное его диаметру, причем длина винтовой линии также равна  $x_1$ . Соответственно энергии термов водородоподобного атома будут равны

$$E_{\gamma n} = E_R Z^2 k_2/n^2 k_1, \quad (30)$$

где  $n = 1, 2, \dots$  – главное квантовое число;  $Z$  – заряд ядра;



в коэффициентах  $k, k_1, k_2$  масса  $m_{p0}$  заменена на массу ядра, а станции (резонансные расстояния) будут равны  $x_n = \lambda_{e1}n$ .

На рис. 3  $x_1$  – центр протона;  $\lambda_{e0}/\pi$  – путь за  $1/\pi\alpha$  оборотов, равный диаметру электрона. Когда электрон движется, разность  $\Delta\nu$  собственной частоты  $c/\lambda_{e0}$  и частоты вращения  $u/\lambda_e = c\beta/\lambda_{e0}$  будет равна согласно (8), (28)  $\Delta\nu = c(1-\beta)/\lambda_{e0} \approx c\alpha^2/2\lambda_0$ . Длина волны колебаний с частотой биений  $\Delta\nu$  будет равна длине волны излучаемого фотона [35]:  $c/\Delta\nu = 2\lambda_{e0}/\alpha^2 = 1/R_\infty$ . С другой стороны, частота, обусловленная поперечным доплеровским эффектом, равна  $\nu_1 = \nu_0 \beta = \nu_0(1 + \alpha^2/2)$ . Тогда  $(\nu_0 - \nu_1)/\nu_1 = \alpha^2/2 = \lambda_{e0}R_\infty$ .

В длине волны  $\lambda_{eb} \approx \lambda_{e0}/\alpha$  (29) содержится  $\alpha^{-1}$  диаметров электрона, поэтому расщепление вырожденных уровней  $2S_{1/2}$  (лэмбовский сдвиг) должно приводить к появлению линий, сдвинутых на целое число этих диаметров. Сдвиг  $\Delta\nu$  частот  $\nu_1$  и  $\nu_2$  равен  $\Delta\nu = \nu_1 - \nu_2 = c\Delta\lambda/\lambda_1\lambda_2$ , и  $\Delta\lambda = 2\pi\Delta\nu_3\lambda_1\lambda_2/c = 9.55387 \cdot 10^{-12}$  м, где  $\Delta\nu_3 = 1.05787 \cdot 10^9$  Гц [7, с. 673],  $\lambda_1 = H_{\alpha1} = 656.4659 \cdot 10^{-9}$  м,  $\lambda_2 = H_{\alpha2} = 656.4535 \cdot 10^{-9}$  м [82]. В данном случае полоса состоит из 12 линий,  $\pi\Delta\lambda/\lambda_{e0} \approx 12$ , то есть сдвиг от середины составляет до шести диаметров электрона.

Итак, хотя собственные частоты протона и электрона как осцилляторов не совпадают ( $c/\lambda_{p0} \gg c/\lambda_{e0}$ ), совпадают их частоты, обусловленные запаздывающим кулоновским полем ( $c/\lambda_{eb} = c/\lambda_{pb}$ ). Вторым условием начала раскачки и возникновения резонанса в системе является сближение частиц на расстояние, содержащее целое число дебройлевских волн.

Можно провести аналогию со звуковым резонатором Гельмгольца, представляющим собой шар с объемом  $V$ , снабженный трубкой длиной  $l_1$  и сечением  $S_1$ . В нем резонансная длина волны равна  $(Vl_1/S_1)^{0.5}$ . Если  $V \sim (\lambda_{e0}/\alpha)^3$ ,  $l_1 \sim \lambda_{eb1}$ ,  $S_1 \sim \lambda_{e0}^2/4\pi$ , то длина волны формирующегося фотона будет равна  $\lambda_\gamma = 2\lambda_{e0}/\alpha^2 = 1/R_\infty$ . Процесс протекает так быстро, что заметный вклад в потоки  $\Phi$  вносят струи, распространяющиеся по кратчайшим путям, то есть

собирающиеся на малой площади  $S_1$ . Оценим период колебаний  $T_a = 2\pi(LC)^{0.5}$  системы, где  $L = \mu_0\lambda_b/2\pi$  – индуктивность промежутка длиной  $\lambda_b \approx \lambda_{e0}/\alpha$ , и  $C = 4\pi\epsilon_0\lambda_b$  – емкость сферы радиуса  $\lambda_b$ .

$T_a = \sqrt{8} \lambda_{e0}/c\alpha$  примерно соответствует энергии  $E_{e0}\alpha$  и длине волны  $\lambda_{e0}/\alpha$ , определяющей размер фотона, длина волны  $\lambda_\gamma = 2\lambda_{e0}/\alpha^2$  есть такое воображаемое расстояние между неподвижными дионами, что энергия их взаимодействия равна  $E_R$ .

Высветив энергию  $E_\gamma$ , система переходит в состояние с  $v=0$ ,  $\lambda_b \rightarrow \infty$ , поэтому малые внешние возбуждающие импульсы воспринимаются не электроном, а целиком системой с массой, равной сумме масс электрона и протона, и гасятся. Иными словами, атом есть параметрическая квантованная резонансная система с частотой, зависящей от расстояния между осцилляторами. Объем резонирующей полости  $V \sim \lambda_{ebn}^3$ , причем набор  $\lambda_{ebn}$  определяет расположение станций промежуточных резонансов значениями главного квантового числа  $n$  [83].

Отдельный покоящийся электрон обладает внутренним движением со скоростью  $c$ , поэтому его комптоновская длина волны совпадает с внутренней дебройлевской  $\lambda_{e0} = \lambda_{b0}$ , расстояние эффективного взаимодействия не превышает размеров частицы, и излучение отсутствует.

Энергия кулоновского взаимодействия  $W \sim x^{-1}$ , и согласно (27)  $W_1 \approx 0.5E_{e0}\alpha^2$ . Энергия СВ  $W \sim x^{-2}$  (21), и только при  $x_1 = \lambda_0/\pi\alpha$  также имеем  $W_1 \approx 0.5E_{e0}\alpha^2$ . Следовательно, при данном размере атома водорода система нейтральна, и ее устойчивость определена равенством взаимодействий разного вида, хотя и имеющих общее происхождение. При сжатии атома быстрее нарастает расталкивание, а при растяжении – стягивание. Ионизация атома наступает при энергии возбуждающего импульса большей  $E_R$  только в том случае, если время действия импульса меньше времени обмена энергией с протоном  $\lambda_b/c$ , иначе он поглощается всей массой атома. Отсюда следует, что размер фотона с энергией  $E_R$  не

превышает размеров атома  $\lambda_0/\alpha$  и много меньше его длины волны  $2\lambda_0/\alpha^2$ , которая, таким образом, не является комптоновской.

Подобным образом, если применить выражение (21) для электрического заряда электрона, заменив  $2\varepsilon_0hc$  на  $e^2$ , то окажется, что энергия взаимодействия будет в  $1/\alpha$  раз меньше величины, определяемой законом Кулона. Это значит, что электрон собирает поток электрической напряженности от протона на площади  $\pi(\lambda_{e0}/2\pi)^2/\alpha$ , в 137 раз большей площади электрона, собирающей поток сильного поля. Тут нет противоречий, ибо неизвестен механизм взаимодействия дионов фотона при скорости  $c$ . На рис. 4 изображена векторная диаграмма для атомного электрона, то есть годограф вектора его энергии. Ось  $OY$  обозначает внутреннюю часть энергии поля, ось  $OX$  – внешнюю часть. Энергия свободного покоящегося электрона  $E_{e0}$  определяет длину вектора  $OA$ , имеющего проекции  $OC$  и  $OF$ . Исходно  $OF = E_{e0}\alpha$  есть энергия электромагнитного поля. Сближение с протоном при неизменной длине  $E_{e0}$  означает поворот вектора, преобразование энергии электрического поля в энергию сильного поля, скольжение по дуге из точки  $A$  в точку  $B$ , в которой выполняется условие резонанса. Переход из точки  $B$  в точку  $C$  сопровождается отделением фотона, кванта сильного поля. В другом случае электрон пробегает точку равновесия, знак электрического поля меняется на обратный, так что конец вектора совершает колебания относительно точки  $B$ , то есть атом излучает цуг электромагнитных волн [84].

Нейтральный прообраз электрона (вращательное подобие фотона), состоящий из дионов без действительной части (10), назовем элоном. Его энергия равна  $OC$ . Ему соответствует прон, нейтральный протон. Эта пара образует две нейтральные частицы: атом водорода и нейтрон [40: гипотеза о существовании нейтральных электронов]. По иной версии, равновесие имеет место при сохранении энергии  $E_{e0}\alpha$ , но кулоновское взаимодействие уравновешено внешней частью сильного поля  $Pc = E_{e0}\alpha$ . Какой путь

выбирает природа, зависит от внешних условий: давление, температура, поля, наличие частиц, фазовые состояния.

Рассматриваемая модель атома близка к модели Фарадея, который предполагал, что элементарный атом – это не что иное, как силовое поле, – электрическое магнитное и гравитационное – окружающее точечный центр (совпадает с взглядами Мичелла и Бошковича). Атом не имеет определенного размера, но его скорее следует воспринимать как абсолютно проницаемый и простирающийся через все пространство, а молекула состоит не из атомов, расположенных рядом друг с другом, а из «силовых сфер, проникающих друг в друга, причем их центры даже совпадают» [13]. Дж. Дж. Томсон представлял атомы газа в виде вихревых колец: тогда комбинация двух атомов, образующих молекулу, соответствует объединению или сдваиванию двух вихревых колец. Это явление уже давно было известно из опытов. Известна гипотеза голого электрона, в которой предполагается, что он может сбрасывать шубу из электрического заряда, участвовать во взаимодействиях, затем вновь обретать заряд. В предложенной схеме атома водорода он нейтрален при отсутствии возбуждающих воздействий и нулевых температурах.

### 2.3. Золотое сечение, гармоническая пропорциональность

Принцип гармонической пропорциональности или золотого сечения известен с глубокой древности [99-101], и это свидетельствует о заимствовании форм из окружающего мира, следовании природным образцам [102, 103]. Пропорции пирамиды Хеопса, храмов, барельефов, предметов быта и украшений из гробницы Тутанхамона свидетельствуют, что египетские мастера пользовались соотношениями золотого сечения при их создании. Числом  $\Phi=0.618$  как простой структурной пропорцией в основном определяются многие значения биологических, физических и химических соотношений: структура нуклидов, периодизация групп элементов, химические связи и прочее [104, 105], а принцип золотого сечения

признан высшим проявлением структурного и функционального совершенства целого и его частей в искусстве, науке, технике и природе.

Термин «золотое сечение» принадлежит Леонардо да Винчи, он производил сечения стереометрического тела, образованного правильными пятиугольниками, и каждый раз получал правильные прямоугольники с отношениями сторон в золотом делении. Термин «Божественная пропорция» – название книги Луки Пачоли, который среди других достоинств выделяет ее «божественную суть» как выражение божественного триединства. Базируясь на золотом сечении, Альбрехт Дюрер разработал теорию пропорций человеческого тела. Примером динамической симметрии в природе является спиральность. Гете называл спираль «кривой жизни». Винтообразно и спиралевидно расположены рядки семян в корзине подсолнуха, чешуйки шишек, дольки в ананасах и кактусах, листья на стебле; спиралевидны паутина, раковины моллюсков, молекулы ДНК и даже галактики. Закономерность заключается в том, что количества левых и правых спиралей размещения семян в корзинках сложноцветных равна смежным числам из ряда Фибоначчи [137].

Золотая симметрия проявляется в пропорциях человеческого тела [106], в космических системах [107], генных и ядерных структурах [108, 109], в энергетических переходах элементарных частиц. Статическая симметрия характеризует покой, равновесие, ей свойственны равные отрезки. Динамическая симметрия выражает активность, ей свойственно изменение, и она выражается в величинах золотого сечения возрастающего или убывающего ряда. Число  $\Phi = 0.5(5^{0.5} - 1) = 0.618\dots$  есть предел отношения смежных чисел ряда Фибоначчи и определение гармонического деления отрезка, золотого сечения [110-112], а  $0.2\pi$  есть угол, под которым видна сторона  $\Phi$  правильного вписанного десятиугольника. В справочниках [110-113] приводятся более ста формул, связывающих ряд Фибоначчи с золотым отношением. В главе 3 дан вывод новой группы формул, отражающих стандартные ситуации в области энергетике элементарных частиц [114-118].

Формула бинома Ньютона для постоянной "золотой пропорции"  $\Phi$  имеет вид:

$$1 = (\Phi + \Phi^2)^m = \sum_{n=0}^m C_m^n \cdot \Phi^{n+m},$$

где  $0 \leq n \leq m \leq 10^{100}$ ,  $C_m^n$  - число перестановок.

Разбиение целого на части в природе происходит равновесным и гармоническим образом только с шагом  $\Phi=0.618\dots$ , а  $\Phi$  является положительным корнем этого уравнения, постоянной, обнаруженной во всех структурах организации живой и неживой материи [119].

Известно также, что золотому сечению подчиняются не только линейные размеры, но и соотношения площадей и объемов. Например, в пирамиде Хеопса  $\Phi=S1/S2=S2/S3$ , где  $S1$  есть площадь основания,  $S2$  - всех боковых граней, а  $S3=S1+S2$  [120, со ссылкой на польского математика К. Клеппиша], а в статье [121] описывается построение прямоугольного золотого треугольника. Правила гармонической пропорциональности широко применяются в архитектуре [122- 124] и в различных областях искусства [125- 127].

Имеются и работы, относящиеся к проблеме спектра масс элементарных частиц. Так, М. А. Марутаев, помимо работ в области музыки [127, 128], приводит примеры [126] гармонических отношений масс частиц. В работе [130] предпринималась попытка найти золотую пропорцию путем группировки частиц.

Особо следует выделить работу И. Ш. Шевелева, в которой утверждается, что только векторная геометрия обнажает суть единства аддитивности и мультипликативности золотого сечения, то есть его естественнонаучное содержание. «Важно осознать, что в аддитивности золотого сечения отображены глобальные принципы бытия сингулярных единиц – структурность и двойственность, и что эти принципы охватывают конструирование природой живых организмов. Понятие мультипликативность означает, что на все части структурно организованного

целого распространяется одна и та же закономерность роста» (первая часть сборника [122]). Эта идея подобия соответствует принципу сохранения, сущности закона бытия. Далее И. Ш. Шевелев переходит с геометрии отрезка на четырехмерное пространство энергетических взаимодействий, заменив выражение  $a=b+c$ , где  $a/b=b/c$  на векторную сумму  $\mathbf{R}=\mathbf{S}+\mathbf{U}$ , которую представляет векторный треугольник. Если углы между катетами равны нулю, получим деление отрезка; если угол равен  $0.5\pi$ , получим прямоугольный золотой треугольник со сторонами 1,  $\Phi$ ,  $\Phi^{0.5}$ : при любом другом угле описываются некоторые замкнутые пространства (здесь модули  $S$  и  $U$  векторов  $S$  и  $U$  именуется горизонтальной и вертикальной потенцией).

В общем виде золотая  $S$ -пропорция есть положительный корень уравнения  $x^{S+1}-x^S-1=0$ . При  $S=0$  получим деление отрезка пополам, при  $S=1$  – классическое золотое сечение ( $x=1+\Phi$ , отрезки равны 1 и  $\Phi$ ). Показано [131] например, что двойные сплавы обладают особыми функциональными свойствами (термоустойчивы, тверды, износостойки, устойчивы к окислению) только в том случае, если удельные веса исходных компонентов составляют  $S$ -пропорции.

Однако в природе не существует абсолютной гармонии или хаоса. По оценкам некоторых исследователей, в любой гармонии присутствует не менее 20% хаоса и в любом хаосе – не менее 20% гармонии. Само слово «хаос» весьма многозначно, в первоначальных текстах оно означало не дисгармонию, а исходное совершенно уравновешенное состояние космоса. Из соотношений различных размеров храма Геры в Олимпии гармоничными являются 57.1%, храма Посейдона в Пестуме – 60.7%, храма Немезиды в Рамне – 60%, наивысший показатель – у афинского Парфенона – 76.2%.

Как показано в разделе 3.1, к ЗС имеют отношение пяти-, десяти- и шестиугольники. Сторона вписанного десятиугольника равна ЗС радиуса описанной окружности, а сам радиус равен стороне вписанного шестиугольника. Отношения длин элементов звезды также равны  $\Phi$ . На рис. 6 дано изображение морских звезд (пентаграммы), на рис. 7 – раковины,

гармоничной спирали (продукт “Dance and Jump Co”), а пример наличия пропорций ЗС в теле человека дан на рис. 8, 9 (из Интернета). Отношение длин  $a$ ,  $b$ ,  $c$  участков стебля цикория (рис. 10) также равно  $\Phi$ .

На рис. 11а просматривается спиральное расположение семян в корзине подсолнечника, а на рис. 11в – винтообразное расположение чешуек на шишке еловой. На фотографии (рис. 11с) сечения яблока видно, что семенные коробочки образуют звезду, точки вокруг нее это вершины десятиугольника. Также заметно, что периметр яблока имеет вид десятиугольника.



Рис. 6 Морские звезды



Рис. 7 Раковины моллюсков



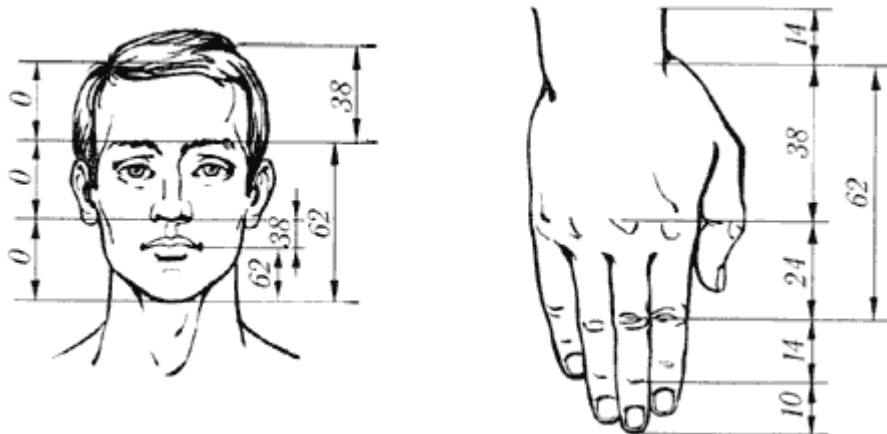


Рис. 8 Золотые пропорции в частях тела человека

Задача автора заключалась лишь в выявлении соотношений, выделении статистически значимо выраженных особенностей энергетического спектра событий, протекающих в микромире.

Математические процедуры осуществлялись при помощи наиболее мощного и популярного математического пакета компьютерных программ [132-136]. Алгоритмы вычислений описываются в тексте в соответствующих вычислительных разделах.

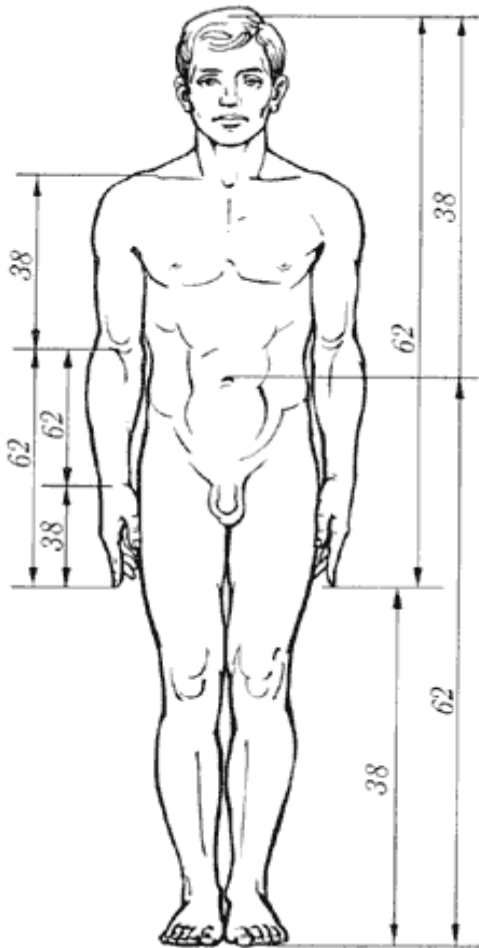


Рис. 9 Золотые пропорции в теле человека цикория

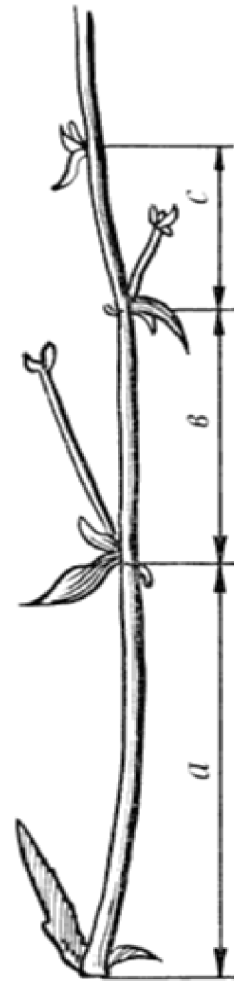
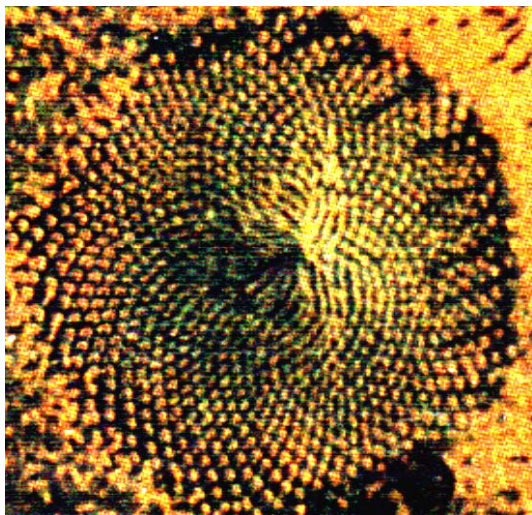


Рис. 10 Стебель



a)



б)

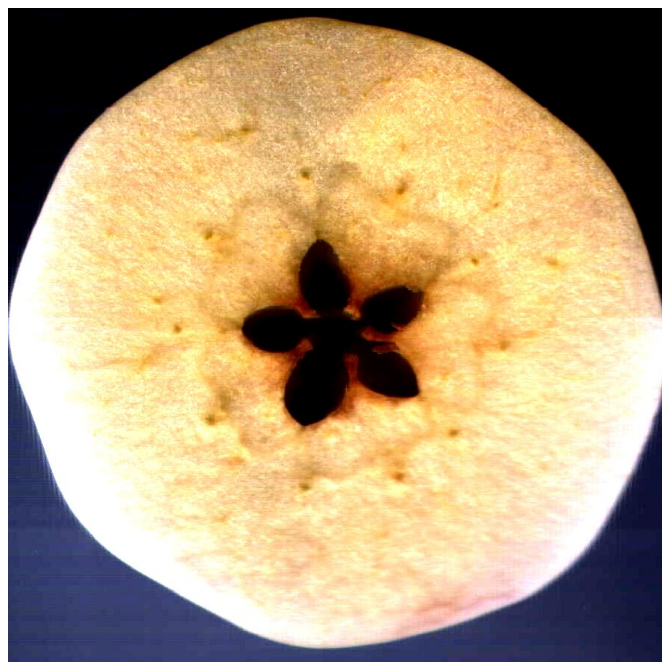


Рис.11 Корзина подсолнуха а), еловая шишка в), яблоко с)  
 3. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### 3.1. Гармоническая пропорциональность в энергетике частиц

#### 3.1.1. Обобщенное золотое сечение.

На рис. 12 изображен известный прием выполнения ЗС отрезка  $ad$ , который служит радиусом дуги  $u$  и равен длине стороны правильного вписанного шестиугольника. Если из начала  $a$  отрезка восстановить перпендикуляр  $ah = 0.5ad$ , а из точки  $h$  дугой  $u$  радиуса  $0.5ad$  на прямой  $hd$  сделать засечку в точке  $f$ , то отрезок  $fd$  будет ЗС отрезка  $ad$  и длиной стороны правильного вписанного десятиугольника:  $fd = \Phi \cdot ad$ , где  $\Phi = 0.5(5^{0.5} - 1) \approx 0.618$ . Прямая  $aq$  касается дуги  $u$  радиуса  $fd$  в точке  $r$

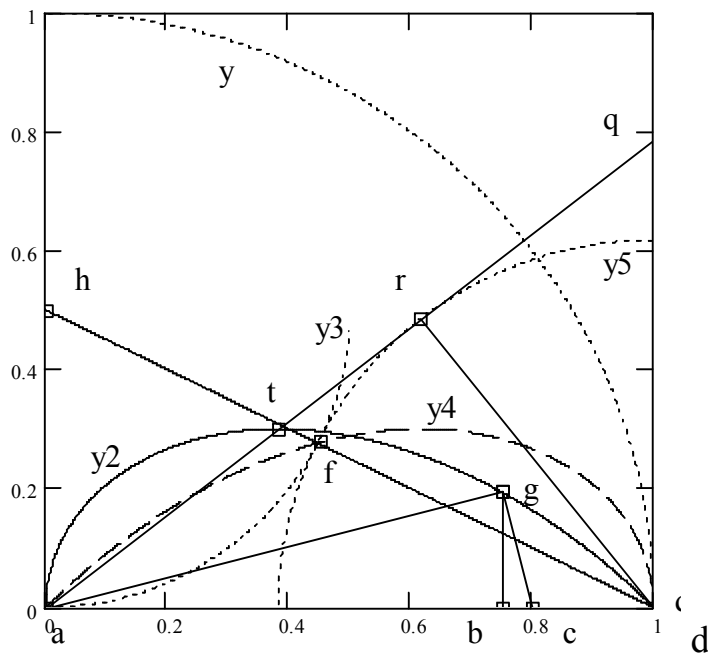


Рис. 12 Способ выполнения золотого сечения отрезка

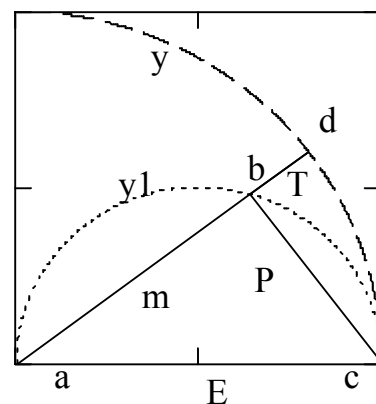


Рис. 13 Компоненты энергии частицы

и составляет с осью абсцисс не зависящий от радиуса угол  $\varphi$  такой, что  $\sin(\varphi) = \cos(\varphi)^2 = \operatorname{tg}(\varphi)^2 = \Phi$ . Тогда линия  $aq$  является геометрическим местом вершин  $r$  треугольников  $ard$  с катетами  $\Phi$  и  $\Phi^{0.5}$  (при единичном радиусе  $ad$ ), причем меньший  $rd$  является ЗС гипотенузы, а квадрат большего - ЗС квадрата гипотенузы. Траектория  $(.) r$  – полуокружность с диаметром  $ad$  (рис. 13).

В общем случае точка  $h$  может занимать произвольное положение на оси ординат. Пусть  $x$  и  $y$  есть координаты точки  $f$ , тогда из уравнения  $ha/y = ad/(ad - x) = (ha^2 + ad^2)^{0.5} / [(ha^2 + ad^2)^{0.5} - ha]$  получим:

$$y = x(ad - x)^{0.5}(ad + x)^{-0.5}. \quad (33)$$

На рис. 12 эта кривая  $y_4(x)=y$  показана штриховой, а ее обращение  $y_2(x,ad)$  - сплошной линией, причем  $y_2(x,ad) = (ad - x) \cdot \sqrt{\frac{x}{2ad - x}}$  или  $y_2(x) = (1 - x) \cdot \sqrt{\frac{x}{2 - x}}$  при  $ad=1$ . Кривая  $y_4(x)$  является геометрическим местом ЗС (точки  $f$ ) при произвольных углах  $\angle hda$  и положении точек  $h$  слева, а кривая  $y_2(x)$  - при положении справа.

Напомним известную из курса физики формулу (3):  $E=(E_0^2 + P^2c^2)^{0.5}=E_0 + T$ , где  $P$  это импульс частицы,  $Pc$  есть импульсная, а  $T$ –релятивистская кинетическая энергии. Далее будем отбрасывать множители  $c$  и  $c^2$ , как принято, тогда  $E^2=m^2+P^2$ . Это геометрическое сложение площадей по Пифагору эквивалентно операциям с векторами. Как показано на рис. 13, при постоянной  $E=ac=ad$  геометрическим местом вершин  $b$  треугольников  $abc$  является полуокружность  $u_1$  с радиусом  $0.5E$ . Нетрудно представить, что частица с массой  $m$  станет обладать энергией  $E$  или приобретя импульс  $P$ , или присоединив энергию  $T$ .

Если две такие частицы столкнутся, они превратятся в две частицы с нулевыми импульсами, имеющими теперь массы  $M=E$ . Возможен и обратный переход. Например, пион из положения  $ad$  распадается на нейтрино и мюон (это конечные продукты распада) по схеме  $\pi-\mu\nu_\mu$ . Импульсы  $p$  этой пары будут равными по величине, но направленными в противоположные стороны. У нейтрино масса покоя равна нулю, поэтому его энергия равна импульсу. А энергия мюона будет равна разности  $E-p$ . Известные выражения [13, 84] для энергий мюона  $E_\mu$  с массой  $m_1$  и нейтрино  $E_\nu$ , а также импульсов  $p$  получаются из законов сохранения энергии и импульса:  $E_\mu=(m^2+m_1^2)/2m$ ,  $p=(m^2-m_1^2)/2m$ ,  $E_\nu=p$ ,

где  $m$ –масса пиона. На рис. 13  $m=E=ad$ ,  $p=T=bd$ ,  $E_\mu=ab$ . Принято считать, что мюон в процессе торможения в средах теряет свой импульс, и его энергия становится равной  $m_1$ . Рассмотрим этот процесс детальнее, чтобы ответить на следующие вопросы: что определяют координатные оси, с какого угла  $das$  начинается распад, чем различаются частицы с этой точки зрения. Предварительно выполним процедуры векторного анализа энергетике распадов частиц в абсолютных единицах энергии, в МэВ.

Определение и анализ функции, задающей координаты конечного вектора при нулевой начальной фазе распада.

На рис.14 дано построение кривой распада частицы на примере мюон-нейтринного распада пиона из горизонтального положения, то есть при нулевой начальной фазе распада. Здесь точка b отмечает исходное положение частицы, точка d - момент отделения нейтрино, точка a - окончание процесса торможения мюона.

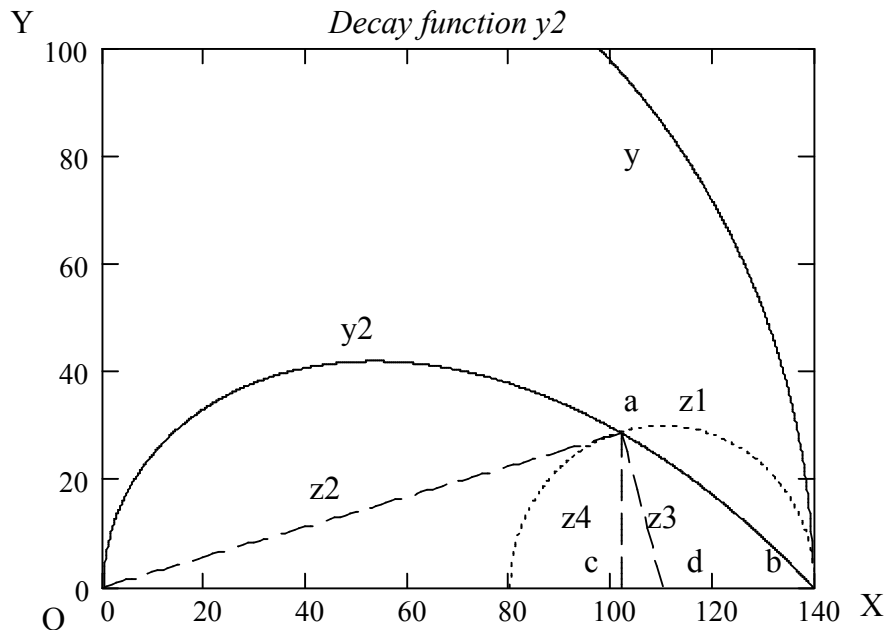


Рис. 14 Траектория  $y_2$  конца вектора  $z_2$ , определяющего состояние

конечного продукта распада

Кривая  $y(x) := \sqrt{p^2 - x^2}$  имеет радиусом  $Ob=p$  массу пиона  $m_\pi=139.57$  МэВ, полуокружность  $z_1(x) := \sqrt{v^2 - [x - (m_\pi - v)]^2}$  имеет радиус  $da=db=v$  (линия  $z_3$ ), равный энергии  $v$  нейтрино (она же есть импульс мюона), проведенная из начала  $O$  координат прямая  $z_2$  касается кривой  $z_1$  в точке  $a$ , из которой опущен перпендикуляр  $z_4$  длиной  $ac$ . В прямоугольном треугольнике  $\Delta Oad$ :  $Od^2=Oa^2+ad^2$ , где  $Oa=m_\mu$  есть масса,  $Od$  - энергия вновь образовавшейся частицы,  $Od= m_\pi - v$ ,  $ad=v$ . Отсюда

получим:  $v := \frac{m_\pi^2 - m_\mu^2}{2m_\pi}$ , что соответствует известному соотношению

кинематики. Обозначив  $Oc=x$ ,  $ac=y$ , получим из треугольника  $\Delta Oac$   $x^2+y^2=m^2$ ,  $m^2=m_\pi^2-2m_\pi v$ ; из  $\Delta cad$   $y^2=v^2-(m_\pi-v-x)^2$ . Исключив из этих двух уравнений  $v$ , и принимая во внимание, что в общем случае масса исходной частицы равна  $p$ , получим окончательно:

$$y^2(x,p) = (p-x) \cdot \left( \frac{2p}{x} - 1 \right)^{-0.5}. \quad (34)$$

Фундаментальным является факт совпадения обращенной функции (33) для обобщенного ЗС с функцией (34), которая задает координаты концов векторов  $z_2$ , определяющих конечное состояние продуктов распада частицы в общем случае, при произвольном импульсе нейтрино. Исследуем эту функцию, чтобы ответить на главный вопрос: почему наиболее распространенный мезон – пион распадается именно в точке  $d$ .

Функция (34) имеет максимум при нуле первой производной  $z_5(x,p)$

$$z_5(x,p) = \frac{d}{dx} y^2(x,p), \quad z_5(x,p) = \frac{(x^2 - 3 \cdot p \cdot x + p^2)}{\left[ \left[ \frac{x}{(2 \cdot p - x)} \right]^{0.5} \cdot (2 \cdot p - x)^2 \right]}. \quad (35)$$

Решая уравнение  $z_5(x,p) = 0$  относительно  $x$  при  $p=1$ , получим:

$$x = \left[ \begin{array}{c} 0.5(3 + \sqrt{5}) \\ 0.5(3 - \sqrt{5}) \end{array} \right] = \left( \begin{array}{c} 0.381966 \\ 2.618034 \end{array} \right), \text{ где } 2.618034 = 2 + \Phi, \quad 0.381966 = \Phi^2.$$

Значение функции при приемлемом корне  $\Phi^2$  равно  $0.30028p = \Phi^{2.5}p$ .

Вторая производная от найденной функции для нормированных масс, когда модули всех векторов делятся на величину массы исходной частицы и величина  $p$  станет равной единице, будет равна:

$$z_6(x,1) = \frac{-(x+1)}{x^{1.5} \cdot (2-x)^{2.5}}. \quad (36)$$

Третья производная от найденной функции будет равна:

	x	y2	z5	z6	z7
1	0	0	-i	0	0
2	$\Phi^2$	$\Phi^{2.5}$	0	$-5^{0.5}\Phi^{0.5}$	$6\Phi^{1.5}$

$$z7(x, 1) = \dots$$

(37)

Нули функции (37):

$$\frac{-1}{2} - \frac{1}{2}\sqrt{5} = -1.618034 = -(1 + \Phi) = -\Phi^{-1}, \quad \frac{1}{2}\sqrt{5} - \frac{1}{2} = 0.618034 = \Phi.$$

Значение самой функции и ее производных в особых точках сведены в таблицу 1. Здесь в строках 3, 5, 8, 10 приведены численные значения выражений, данных в предшествующих им строках. В строке 2 приведены данные для максимума функции, в строке 4 – для максимума второй производной. В качестве независимой переменной x используется абсцисса Ос точки a, определяющей положение конца вектора z2. Длина этого вектора равна массе конечного продукта распада (в данном примере это масса мюона), а абсцисса и ордината суть ЭК и СК. Таким образом, x и y2(x) задают проекции вектора z2, а выражение для его длины, то есть для массы конечного продукта после подстановок и упрощений будет иметь вид:

3	0.3819			-1.7579	2.9152
4	$\Phi$	$5^{-0.25}\Phi^2$	$-5^{-0.75}2\Phi$	$-5^{-1.25}\Phi^{-5}$	0
5	0.618	0.2554	-0.3697	-1.4833	
6	1	0	-1	-2	-3
7	0.5	$2^{-1}3^{-0.5}$	$-3^{-1.5}$	$2^33^{-1.5}$	$2^43^{-2.5}$
8	0.5	0.28867	-0.1924	-1.5396	1.0264
9	$2\Phi5^{-0.5}$	$5^{-0.5}\Phi$			
10	0.5527	0.2763	0.2725	-1.4994	0.5129

Таблица 1. Значения функции и ее производных

и y2(x, 1) и ее производных



$$z8(x,p) = \sqrt{y2(x,p)^2 + x^2} = p \cdot \sqrt{\frac{x}{2p-x}}. \quad (38)$$

Приведем также выражения для производных:

$$z9(x,p) = \frac{d}{dx} z8(x,p) = \frac{p^2}{\sqrt{\frac{x}{2p-x}} \cdot (2p-x)^2}, \quad (39)$$

$$z10(x,p) = \frac{d^2}{dx^2} z8(x,p) = \frac{p^2(2x-p)}{x^{1.5}(2p-x)^{2.5}}. \quad (40)$$

Вид указанных функций, а также выражение для энергии нейтрино  $z11$  и энергии промежуточного продукта  $z12$ , дан на рис. 15, где

$$z11(x,p) = \frac{p^2 - z8(x,p)^2}{2p} = \frac{p \cdot (p-x)}{2 \cdot p-x}, \quad z12(x,p) = p - z11(x,p) = \frac{p^2}{(2 \cdot p-x)}.$$

Результаты вычислений сведены в таблицу 2

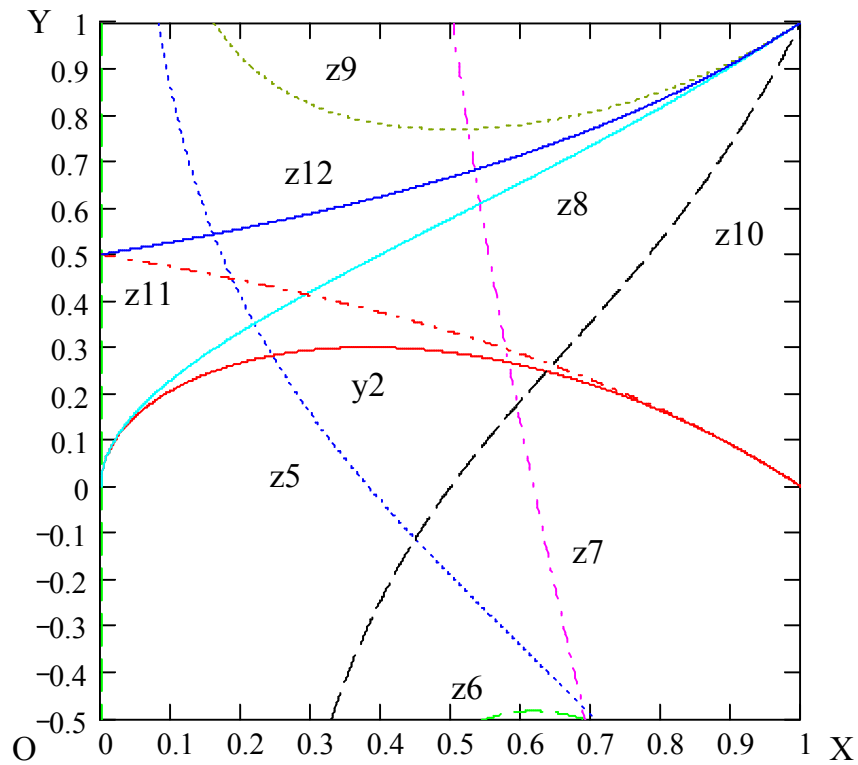


Рис. 15 Функция распада и ее производные

Таблица 2. Значения функций z8-z12 в особых точках

	y2	z8	z9	z10	z11	z12
1	0	0			0.5	0.5
2	$\Phi^2$	$\Phi^{1.5}$	$\Phi^{0.5}$	$\Phi^{2.5}$	$\Phi^2$	$\Phi$
3	0.3819	0.4858	0.7861	0.3002	0.3819	0.618
4	$\Phi$	$5^{-0.25}$	$5^{-0.75}\Phi^{-2}$	$5^{-1.25}\Phi^{-1}$	$5^{-0.5}\Phi$	$5^{-0.5}\Phi^{-1}$
5	0.618	0.6687	0.7829	0.2164	0.2764	0.7236
6	1	1	1	1	0	1
7		$3^{-0.5}$	$2^2 3^{-1.5}$		$3^{-1}$	$2*3^{-1}$
8	0.5	0.5773	0.7698	0	0.3333	0.6666
9	$2\Phi 5^{-0.5}$	$\Phi$	$1.25\Phi$		$0.5\Phi$	$0.5\Phi 5^{0.5}$
10	0.5527	0.618	0.7725	0.1019	0.309	0.691

В частности, координаты точки а превращения пиона в мюон равны:

$$z8(x,1) = \sqrt{2\sqrt{\Phi} - 1}, \quad x = 2 - \Phi^{-0.5} = 0.72798,$$

$$y2(2 - \Phi^{-0.5}, 1) = (\Phi^{-0.5} - 1) \cdot \sqrt{2\sqrt{\Phi} - 1} = 0.2057848.$$

Соответственно, найдем функции угла  $\alpha_{Oc}$  на рис. 14:

$$\tan(\varphi_6) = \frac{1 - \sqrt{\Phi}}{\sqrt{2\sqrt{\Phi} - 1}} = 0.282679, \quad \sin(\varphi_6) = (\Phi^{-0.5} - 1) = 0.2720196.$$

Обозначим  $\angle \alpha_{Oc}$  как  $f$ , тогда получим:  $\tan(f) = \frac{y2(x,p)}{x}$ . После

преобразований будем иметь:  $x = 1 - \sin(f)$ . Используя найденную подстановку, заменим функцию  $y2(x,p)$  на  $z13(f,p)$ :

$$z13(f,p) := p \sin(f) \cdot \left[ \frac{(1 - \sin(f))}{(1 + \sin(f))} \right]^{0.5}. \quad \text{Отсюда находим, что максимум}$$

достигается при  $f = \varphi = 0.6662394$ , где:  $\sin(\varphi) = \Phi = \cos(\varphi)^2 = \tan(\varphi)^2$ ,

$$1 + \sin(\varphi) = 1 + \cos(\varphi)^2 = 1 + \Phi = \frac{1}{\Phi} = \frac{1}{\sin(\varphi)} = \frac{1}{\cos(\varphi)^2},$$

$$x_\varphi = 1 - \sin(\varphi) = 1 - \cos(\varphi)^2 = \sin(\varphi)^2 = \cos(\varphi)^4,$$

$$\cos(\varphi)^{n+2} + \cos(\varphi)^{n+4} = \cos(\varphi)^n, \quad z13(\varphi, 1) = \cos(\varphi)^5.$$

На рис. 16 изображена указанная функция с ее производными, а также с подстановкой  $x = 1 - \sin(f)$ , что эквивалентно исходной  $y2(x,1)$ .

До сих пор предполагалось, что распад происходил с нулевой начальной фазы частицы. При произвольной фазе  $t$  следует применять поворот координатных осей. Тогда уравнение приобретает вид:

$$X(x) := x \cdot \cos(t) + y(x) \cdot \sin(t), \quad Y(x) := -x \cdot \sin(t) + y(x) \cdot \cos(t),$$

$$X1(x) := x \cdot \cos(t) - y(x) \cdot \sin(t), \quad Y1(x) := -x \cdot \sin(t) - y(x) \cdot \cos(t). \quad (41)$$

Если  $t = -\varphi$ , то  $Y(x) = x \cdot \Phi + y2(x) \cdot \sqrt{\Phi}$ ,  $X(x) = x \cdot \sqrt{\Phi} - y2(x) \cdot \Phi$ ,

$$Y1(x) = x \cdot \Phi - y2(x) \cdot \sqrt{\Phi}, \quad X1(x) = x \cdot \sqrt{\Phi} + y2(x) \cdot \Phi.$$

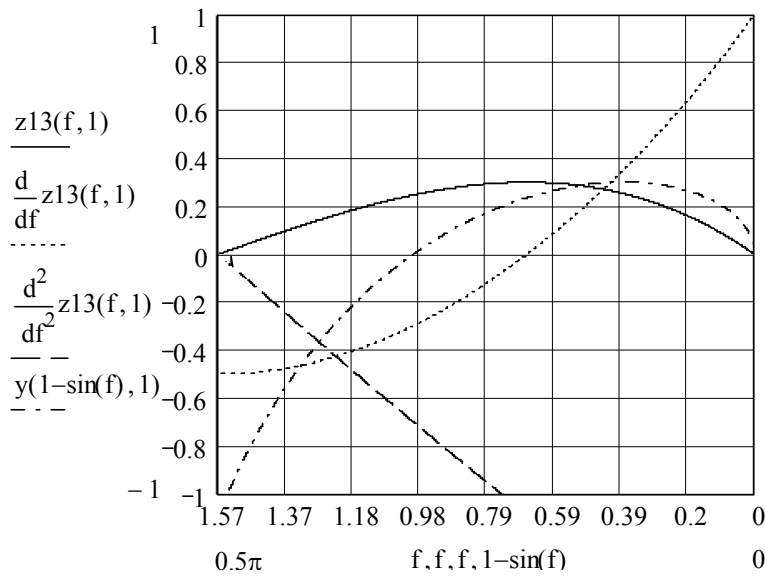


Рис.16 Функция распада и ее производные в зависимости от угла  $f$

Координаты  $X(x)$ ,  $Y(x)$  определяют распады вверх, а  $X1(x)$ ,  $Y1(x)$  - распады вниз. На рис.17 приведены кривые распадов в обе стороны для частного случая  $t = -0.666$ . На рис.18 дан вид поверхности  $Z$ , образованной кривой  $y2(x)$  при ее повороте на угол  $t$ . Прямая  $aq$  на рис. 12 проходит через точку  $t$  максимума функции  $y2(x)$  с координатами  $\Phi^2$ ,  $\Phi^{2.5}$ .

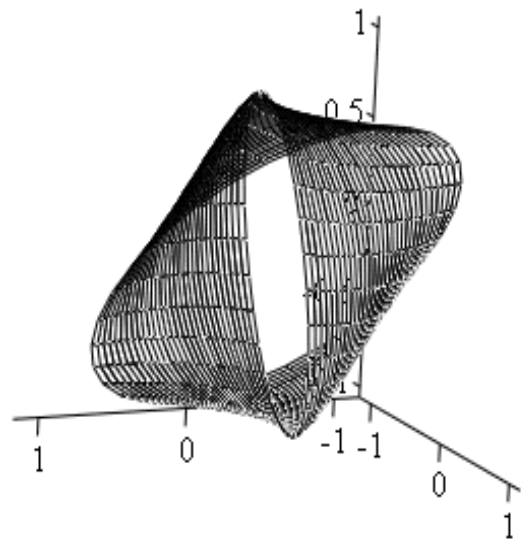
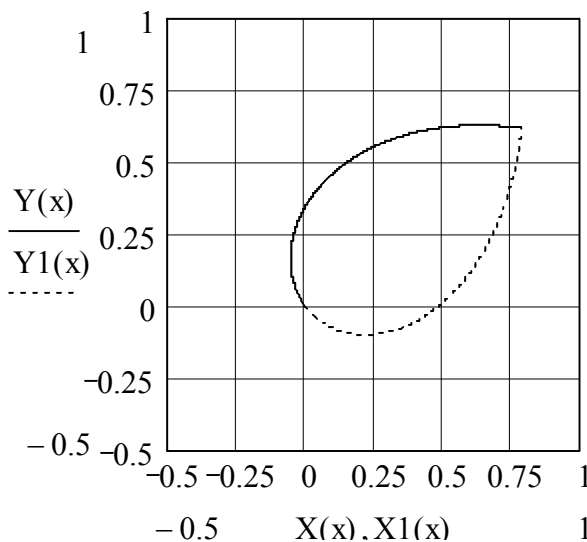


Рис. 17 Вид функций  $Y(x)$ , Рис. 18 Поверхность  $Z$

$Y1(x)$

### 3.1.2. Последовательность углов Фидия

На рис.19 кривая z14 является окружностью радиуса  $r = oa$ ,

$z14(x) = \sqrt{r^2 - x^2}$ . Прямая  $z16(x) = r \cdot \tan(\psi)$  проведена под  $\angle \psi = 0.2\pi$ , и хорда ac тогда есть сторона вписанного десятиугольника, а прямая z17 служит биссектрисой угла  $\angle \psi$ . Отрезок bd касательной, проведенной через точку f пересечения линий z14 и z17, будет стороной описанного десятиугольника, а также и стороной десятиугольника, вписанного в окружность радиуса  $ob=R$ . Известно [99], что хорда ac есть  $3C$  радиуса  $r$ , а

bd – для  $R$ :  $r/ac = R/bd = 0.5(\sqrt{5} + 1) = \Phi^{-1}$ . Действительно, из  $\Delta Oac$  имеем:

$$ac = 2ag = 2 \cdot r \cdot \sin(0.5 \cdot \psi) = 0.618r. \quad \text{Известно также, что}$$

$$r/bd = 0.5 \cdot (\sqrt{5} + 2\sqrt{5}) = 1.53884. \quad \text{А именно, из } \Delta Obf \text{ имеем: } Of/Ob = r/R =$$

$$\cos(0.5\psi) = \frac{\sqrt{5 + 2\sqrt{5}}}{(\sqrt{5} + 1)} = 0.951. \quad \text{Поскольку } \cos(0.5\pi) = \sqrt{1 - \sin(0.5\psi)^2},$$

формула для ряда радиусов в порядке их возрастания будет иметь вид при

$$n=1,2,3\dots: R_n = r \cdot \cos(0.5\psi)^{-n}. \quad \text{Имеем: } 0.5(\sqrt{5} - 1) = \Phi, \quad \Phi^{-1} = \Phi + 1,$$

$$\psi = 0.2 \cdot \pi, \quad \sin(0.5\psi) = 0.5 \cdot \Phi, \quad ac = 2 \cdot r \cdot \sin(0.5\psi), \quad bd = 2 \cdot r \cdot \tan(0.5\psi),$$

$$\cos(0.5\psi) = \sqrt{1 - \sin(0.5\psi)^2} = \sqrt{1 - (0.5 \cdot \Phi)^2} = \sqrt{\frac{5 + \sqrt{5}}{8}},$$

$$\tan(0.5\psi) = 0.5 \cdot \Phi \cdot [1 - (0.5 \cdot \Phi)^2]^{-0.5}.$$

На рис.20 изображен фрагмент рис.19. Здесь добавлена траектория bh перемещения точки b в точку h при параллельном переносе хорды bd до касания ее верхней точки кривой z14. Поскольку получившийся треугольник подобен  $\Delta Obf$ , угол при его вершине будет равен  $0.5\psi$ , и тогда  $hk = bd \cdot \cos(0.5\psi) = ac$ . Это означает, что точка h является точкой пересечения горизонтали с ординатой ac и кривой z14.

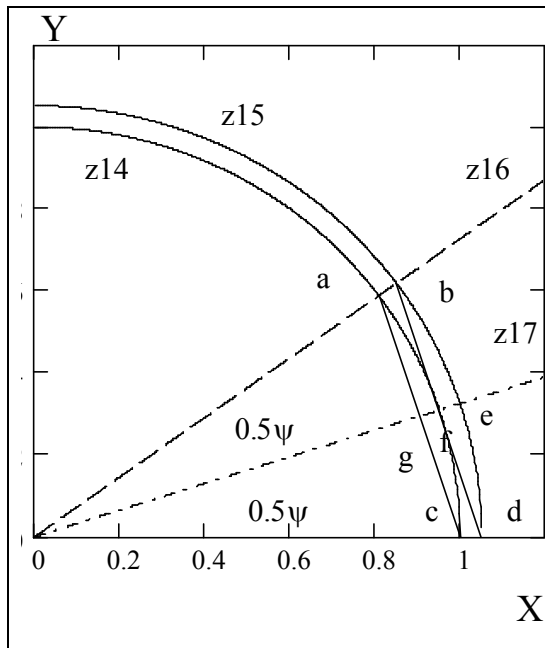


Рис. 19 Построение правильного десятиугольника (фрагмент)

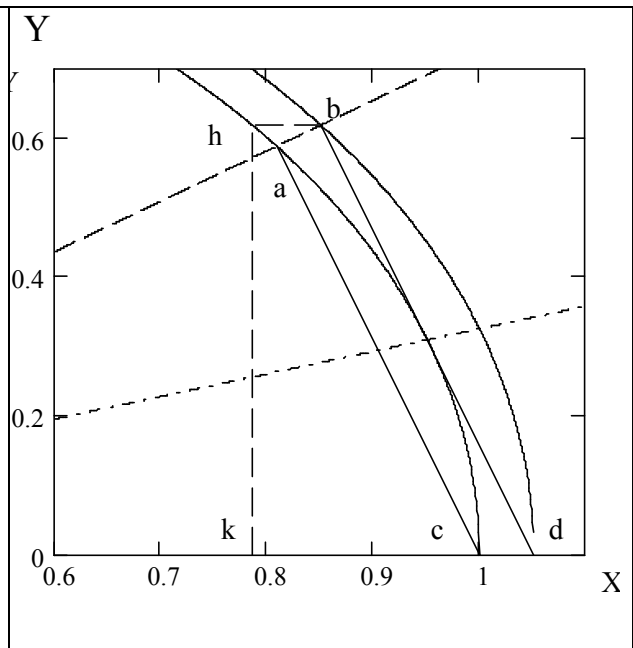


Рис. 20 Построение десятиугольника

Угол  $\varphi$  между осью  $OX$  и линией  $Oh$ , соединяющей точки  $O$  и  $h$ , получим

из выражения:  $\sin(\varphi) = \frac{hk}{r} = 2 \cdot \sin(0.5 \cdot \psi)$ . Если теперь провести новую хорду

$hc$  и проделать ту же процедуру, что и с хордой  $ac$ , то получим новую точку на кривой  $z14$ , и новый угол  $\varphi_1$ . Выражение для ряда углов  $\varphi_j$  получено с

помощью приведенного ниже рекуррентного соотношения и имеет вид:

$$\varphi_j = 2 \cdot \text{asin}(0.5 \cdot \sin(\varphi_{j-1})), \quad c = \cos(\varphi), \quad s = \sin(\varphi).$$

Приведем значения  $s, c, \varphi$  для первых  $i=1 - 16$ , а также  $r_i = c_6^i = (\sqrt{\Phi})^i$ .

В таблице 3 даны выражения для точных значений степеней  $\cos(\varphi_6)$  и их приближенные значения.

С другой стороны, если осуществлять только параллельный перенос всех последующих касательных до кривой  $z14$ , то ординаты точек  $h_n$  будут равны

$$R_n \cdot \sin(\psi), \text{ а абсциссы равны } \sqrt{r^2 - (R_n \cdot \sin(\psi))^2}.$$

Тогда получим иную последовательность углов  $\psi_n$  при  $\psi = 0.2\pi, n = 0.. 8$ , для

$r_i =$	$s_i =$	$c_i =$	$\varphi_i =$
0.786151	0.936471	0.350744	1.212431
0.618034	0.827469	0.561511	0.974586
0.485868	0.753326	0.657647	0.853105
0.381966	0.697844	0.71625	0.772383
0.300283	0.653986	0.756507	0.712841
0.236068	0.618034	0.786151	0.666239
0.185585	0.587785	0.809017	0.628319
0.145898	0.561828	0.827254	0.596594
0.114698	0.539205	0.842175	0.569492
0.09017	0.519239	0.854629	0.54596
0.070887	0.501435	0.865196	0.525256
0.055728	0.485419	0.874282	0.506842
0.043811	0.470904	0.882184	0.490316
0.034442	0.457665	0.889124	0.475368
0.027077	0.445522	0.895271	0.461757
0.021286	0.434327	0.900755	0.449291

Таблица 3. Значения степеней числа Фидия

$\sqrt{\frac{\sqrt{5}-1}{2}} = 0.786151$	$\Phi^{0.5}$	$\sqrt{\frac{13\sqrt{5}-29}{2}} = 0.185585$	$\Phi^{3.5}$
$\frac{\sqrt{5}-1}{2} = 0.618034$	$\Phi$	$\frac{7-3\sqrt{5}}{2} = 0.145898$	$\Phi^4$
$(\sqrt{5}-2)^{0.5} = 0.485868$	$\Phi^{1.5}$	$(\sqrt{5}-2)^{1.5} = 0.114698$	$\Phi^{4.5}$
$\frac{3-\sqrt{5}}{2} = 0.381966$	$\Phi^2$	$\frac{5\sqrt{5}-11}{2} = 0.09017$	$\Phi^5$
$\sqrt{\frac{5\sqrt{5}-11}{2}} = 0.300283$	$\Phi^{2.5}$		
$\sqrt{5}-2 = 0.236068$	$\Phi^3$	$(\sqrt{5}-2)^2 = 0.055728$	$\Phi^6$

$r = 1: \psi_n = \text{atan}\left(\frac{\sin(\psi)}{\sqrt{\cos(0.5\psi)^{2 \cdot n} - \sin(\psi)^2}}\right)$ . Например, для  $n = 0, \psi_0 = \psi$ ,

а для  $n = 1, \psi_1 = \text{atan}(\sqrt{2} \cdot \sin(0.5\psi)) = \varphi_6 = 0.662394$ . Последовательности

УГЛОВ СОВПАДАЮТ ТОЛЬКО В ЭТИХ ДВУХ ТОЧКАХ:

$$\psi_n =$$

0.6283185307
0.6662394325
0.7073731118
0.7522475893
0.8015638564
0.8562910959
0.9178429639
0.9884401326
1.0719785506

Детальнее последовательность вычисления углов  $\phi$  иллюстрирует

рис. 21. Окружности  $z_{18}$ ,  $z_{19}$ ,  $z_{20}$  имеют радиусы  $r$ ,  $R = r \cdot \cos(0.1\pi)^{-1}$ ,

$R_1 = r \cdot \cos(0.1\pi)^{-2}$  и вписанные десятиугольники со сторонами  $r \cdot \Phi$ ,  $R \cdot \Phi$ ,

$R_1 \cdot \Phi$ . Окружность  $z_{25}$  имеет радиус  $r \cdot \Phi$ , центр в точке  $a$ , и пересекает

окружность  $z_{27}$  в точке  $a_1$  с координатами  $x_{a_1} = r \cdot \Phi$ ,  $y_{a_1} = r \cdot \Phi^{1.5}$ . Угол

$oa_1a$  прямой, так как опирается на диаметр, поэтому прямая  $z_{22}$ , проходящая через точку  $a_1$ , является геометрическим местом точек касания всех окружностей, проведенных как  $z_{25}$  из точек  $b$ ,  $c$  и так далее. Поскольку

длина отрезка  $oa_1 = \sqrt{y_{a_1}^2 + x_{a_1}^2}$  (который есть радиус  $r_1$  окружности  $z_{26}$ )

известна  $oa_1 = r \cdot \sqrt{\Phi} = r_1$ , можно из пропорции  $\frac{oa_1}{r} = \frac{y_{a_1}}{a_3a_4}$  найти, что высота

$a_3a_4 = r \cdot \Phi$  равна стороне вписанного десятиугольника. И вообще, высоты, проведенные из вершин  $a_2$ ,  $b_2$ ,  $c_2$ , есть не что иное, как половины длин сторон соответствующих пятиугольников. Например, высота, опущенная из точки  $a_2$ , равна половине длины стороны вписанного пятиугольника, а длина

всей стороны равна  $L = r \cdot \Phi^{-1}$ . Тогда из равенства  $r^3 = L \cdot r_1^2$  можно заключить:

$$\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot L \cdot r_1^2. \quad (42)$$



Это выражение можно трактовать как равенство волновых объемов шара с энергией  $r$  (масса пиона) и вытянутого эллипсоида вращения,

обладающего большой полуосью с энергией  $L = r \cdot \Phi^{-1}$  и малой полуосью с энергией  $r \cdot \sqrt{\Phi}$ . На рис. 22 дополнительно проведена касательная

$bf = r \cdot \tan(\varphi)^{-1} = r \cdot \Phi^{-0.5}$  и дуга  $z34$  с радиусом  $bf$ . Касательная к ней равна  $dg = r$ , поэтому энергия  $Od = r \cdot \Phi^{-1} = r + r \cdot \Phi = L$  будет

предельной, при которой ее сильная компонента равна энергии пиона. Она же равна энергии пиона, получившего релятивистскую кинетическую энергию  $bd = r \cdot \Phi$ , составляющую его золотое сечение. Напротив, сжатый эллипсоид вращения (сфероид) равного шару объема будет иметь радиус

наибольшего нормального сечения  $r1 = r \cdot \Phi^{-0.5} = bf$  (равна импульсной энергии перехода пиона на следующий уровень энергии  $Og = Oc$ ) и малую

полуось величиной  $L = r \cdot \Phi = I$ . Указанные три тела равного объема изображены на рис. 23. Трехосевой эллипсоид будет иметь следующие

длины полуосей:  $r$ ,  $r \cdot \Phi^{0.5}$ ,  $r \cdot \Phi^{-0.5}$ . Следующая прямая  $z21$  проводится

через точку  $a5$  такую, что высота  $a5ab$  равна длине хорды, соединяющей точки  $a3$  и  $a$  (как показано на рис.22). Имеем:  $a3a4 = a2a = r \cdot \Phi$ ,  $oa4 = r \cdot \sqrt{\Phi}$ ,

$y6(x) = x \cdot \sqrt{\Phi}$ , высота  $a5ab$  выбрана равной хорде

$a3a = \sqrt{a3a4^2 + (r - oa4)^2} = r \cdot \sqrt{2(1 - \sqrt{\Phi})}$ , другая координата точки  $a5$  равна

$oa6 = \sqrt{r^2 - a5ab^2} = r \cdot \sqrt{2\sqrt{\Phi} - 1}$ . Тогда уравнение прямой  $z21$  будет иметь

вид:  $z21 = x \cdot \frac{\sqrt{2(1 - \sqrt{\Phi})}}{\sqrt{2 \cdot \sqrt{\Phi} - 1}}$ . Координаты точки  $a8$  найдем путем совместного

решения уравнений  $z27$  и  $z21$ : абсцисса и ордината будут

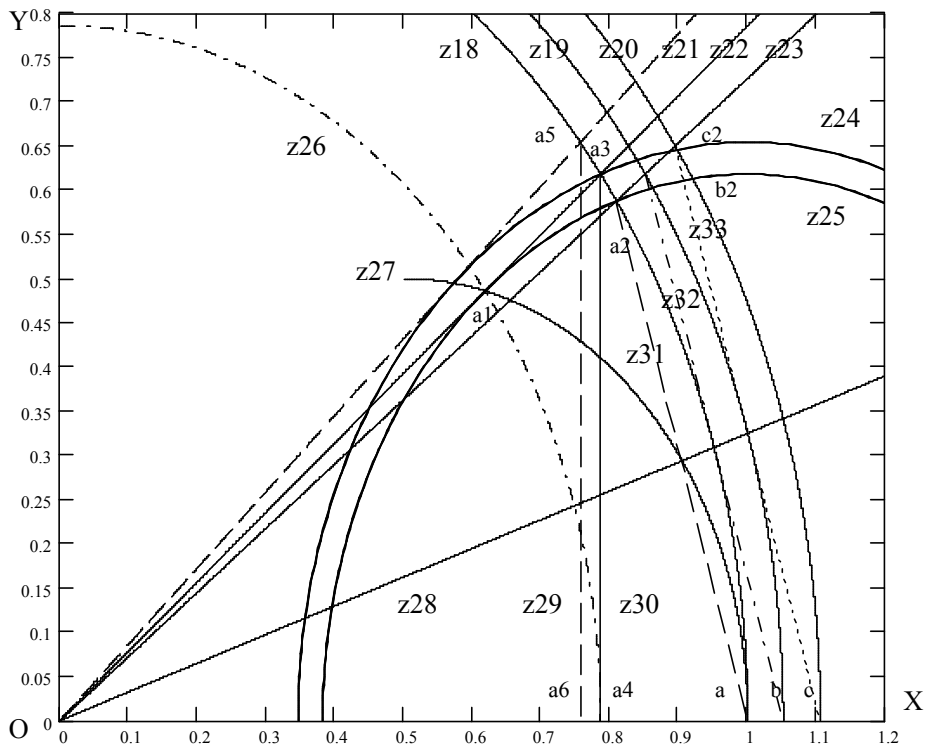


Рис. 21 Последовательность многоугольников

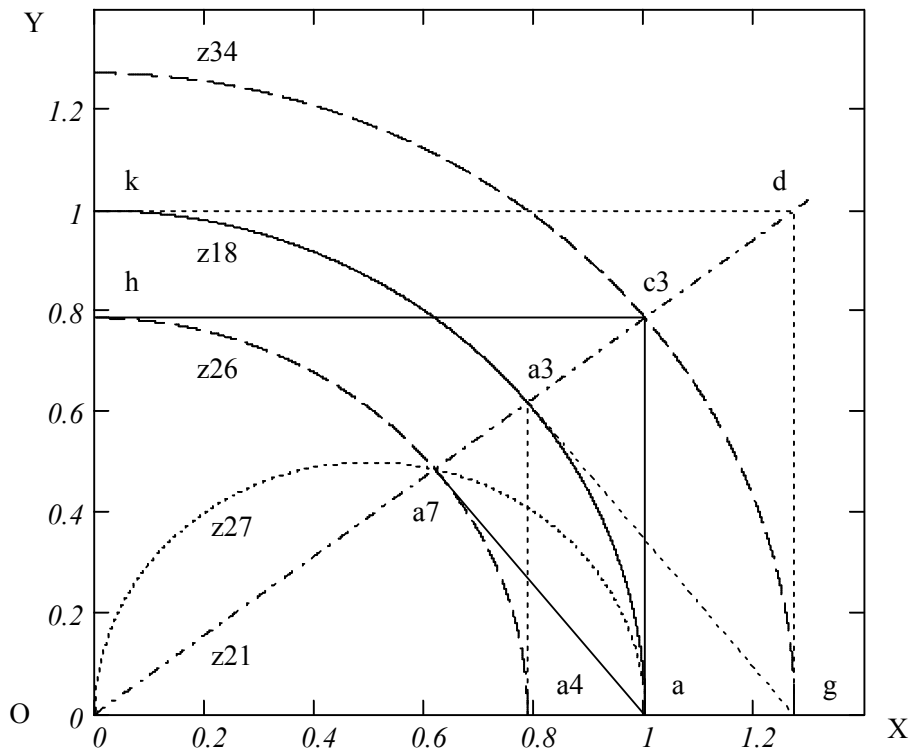


Рис. 22 Определение длин осей эллипсоида

равны  $r(2\sqrt{\Phi} - 1)$ , и  $r\sqrt{2(1 - \sqrt{\Phi})} \cdot (2\sqrt{\Phi} - 1)$  соответственно. Длина отрезка  $oa_8 = r\sqrt{2\sqrt{\Phi} - 1}$  равна вычисленной ранее массе мюона. В

итоге получим следующие величины углов:

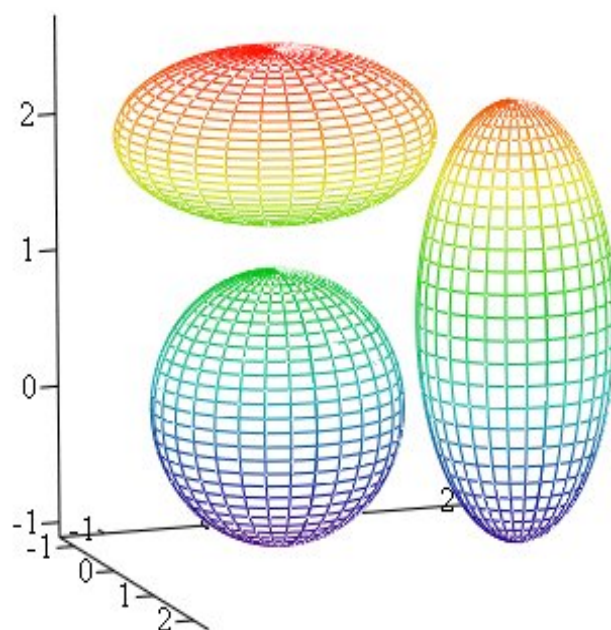


Рис. 23 Трехмерные графики сферы, вытянутого и сжатого эллипсоидов вращения,

заданные параметрически и имеющие равные объемы

$$\angle a_2 o a_4 = \psi = 0.2\pi = 0.6282394, \angle a_3 o a_4 = \varphi = \arccos(\sqrt{2 \cdot \cos(\psi)} - 1) = 0.6662394,$$

$$\angle a_5 o a_4 = \tau = \arccos(\sqrt{2 \cdot \cos(\varphi)} - 1) = 0.712841.$$

Тригонометрические функции данных углов даны в таблице 4, а энергии продуктов распада - в таблице 5.

Таблица 4. Тригонометрические функции углов

	$0.1\pi$	$\psi=0.2\pi$	$0.4\pi$	$\varphi$	$\tau$
cos	$\frac{4\sqrt{5}}{2\sqrt{\Phi}}$	$\frac{1}{2\Phi}$	$\frac{\Phi}{2}$	$\sqrt{\Phi}$	$\sqrt{2\sqrt{\Phi}-1}$
tan	$\frac{\Phi^{1.5}}{4\sqrt{5}}$	$\Phi^{1.5} \cdot 4\sqrt{5}$	$\frac{4\sqrt{5}}{\Phi^{1.5}}$	$\sqrt{\Phi}$	$\frac{\sqrt{2-2\sqrt{\Phi}}}{\sqrt{2\sqrt{\Phi}-1}}$
sin	$\frac{\Phi}{2}$	$\frac{\Phi^{0.5} \cdot 4\sqrt{5}}{2}$	$\frac{4\sqrt{5}}{2\sqrt{\Phi}}$	$\Phi$	$\sqrt{2-2\sqrt{\Phi}}$

Таблица 5. Энергии продуктов распада

	$\psi$	$\varphi$	$\tau$
$E_v$	$M(1 - \cos(\psi))$	$M(1 - \cos(\varphi))$	$M(1 - \cos(\tau))$
$m$	$M \cdot \cos(\psi)$	$M \cdot \cos(\varphi)$	$M \cdot \cos(\tau)$
$m_0$	$M \cdot \cos(\varphi)$	$M \cdot \cos(\tau)$	$M \cdot \cos(\tau_1)$

Здесь  $M$  - энергия исходной частицы,  $m$  - энергия промежуточного продукта распада,  $m_0$  - конечная масса продукта. Как видно,  $m(\varphi) = m_0(\psi)$  и так далее. Действительно, согласно правилам кинематики

$E_v = 0.5M^{-1}(M^2 - m_0^2)$ , а энергия оставшейся части равна

$m = M - E_v = 0.5M^{-1}(M^2 + m_0^2) = \sqrt{m_0^2 + E_v^2}$ , и она есть энергия мюона,

обладающего импульсом  $E_v$ . Для этой частицы релятивистская кинетическая энергия, достаточная для достижения энергии  $M$ , равна  $T = E_v$ , а

импульсная энергия  $I = \sqrt{M^2 - m^2} = 0.5M \cdot \sqrt{3 - 2q - q^2}$ , где  $q = m_0^2 \cdot M^{-2}$ .

Приняв условие  $I = \Phi \cdot M$ , получим непосредственно выражение для отношения квадратов энергий конечной и исходной частиц:

$$q = 2 \cdot \sqrt{\Phi} - 1.$$

Другие возможные пути распада частиц рассмотрены ниже. Например, пион с начальной фазой  $\tau$  может одновременно превратиться в покоящийся мюон путем испускания двух нейтрино с противоположно направленными и равными импульсами.

На рис. 24 приведено изображение пентагона и пентаграммы с дополнениями. Из центра  $a$  радиусом  $ab=r$  проведена окружность с

вершинами  $h, b, f$  и далее. Радиус  $ad$  перпендикулярен  $bf$ , длина отрезка  $ae$  выбрана равной  $0.5r$ . Определим прежде всего углы:  $\angle baf = \varphi_1 = 0.4\pi$ ,

$$\angle abf = \varphi_2 = 0.3\pi, \quad \angle abc = \varphi_3 = 0.1\pi, \quad \angle bhg = \varphi_4 = 0.2\pi .$$

Теперь найдем длины отрезков:  $bc = \tan(0.2\pi)$ ,

$$bf = 2r \cdot \sin(0.5\varphi_1) = r \cdot \sqrt[4]{5} \cdot \sqrt{\Phi}, \quad ad = r \cdot \cos(0.5 \cdot \varphi_1) = r \cdot 0.5 \cdot \Phi^{-1},$$

$$gf = r \cdot \sin(\varphi_1) = r \cdot 0.5 \cdot \sqrt[4]{5} \cdot \Phi^{-0.5}, \quad ag = r \cdot \cos(\varphi_1) = r \cdot 0.5 \cdot \Phi,$$

$$bc = bg \cdot \cos(\varphi_3)^{-1} = r \cdot \frac{\sqrt{1 - 0.5 \cdot \Phi}}{\sqrt{1 + 0.5 \cdot \Phi}}, \quad bg = r - ag = r \cdot (1 - 0.5 \cdot \Phi),$$

$$gc = ag \cdot \tan(0.5 \cdot \varphi_1), \quad ac = ag \cdot \cos(0.5 \cdot \varphi_1)^{-1}, \quad ge = \sqrt{ae^2 - ag^2} = r \cdot 0.5 \cdot \sqrt{\Phi} .$$

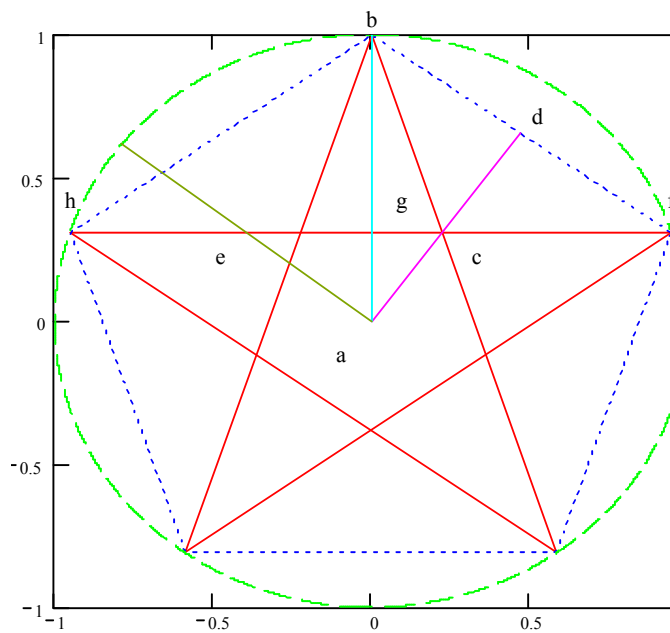
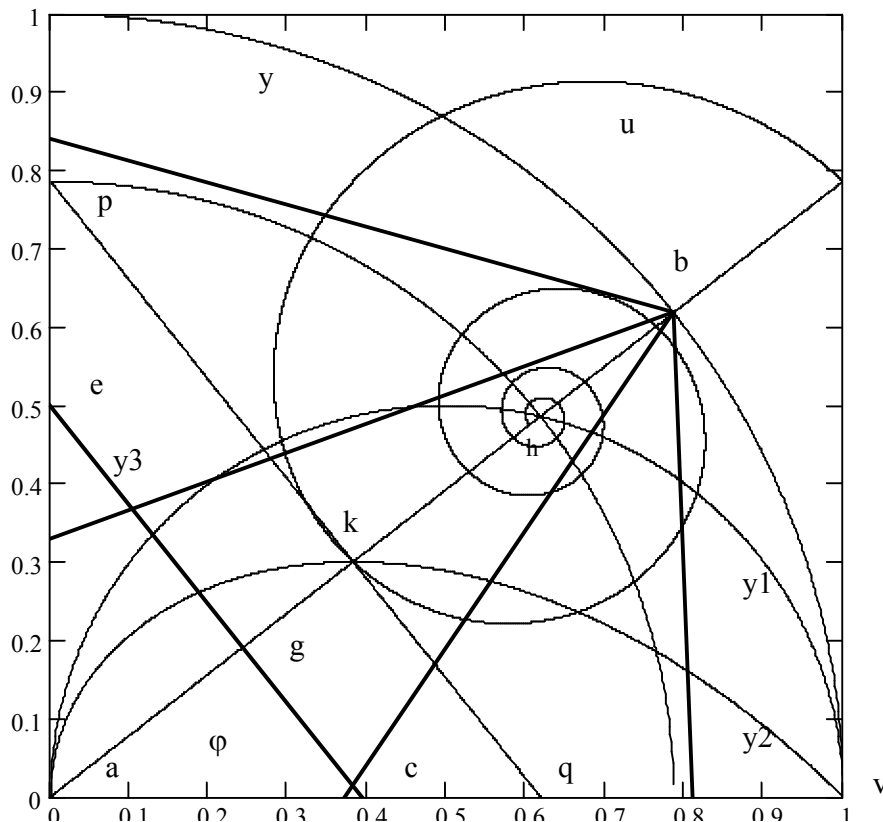


Рис. 24 Пентагон и пентаграмма

Отсюда следует, что косинус угла  $aeg$  равен  $\sqrt{\Phi}$ , а треугольник  $\Delta aeg$  подобен  $\Delta ahv$  на рис.24 и имеет стороны половинной длины. Совместим



этот рисунок с пентаграммой, радиус  $ab$  которой составит с осью абсцисс угол  $\varphi$ , как показано на рис. 24. Из построения следует, что длины следующих отрезков равны:  $ae = 0.5r$ ,  $eg = 0.5r \cdot \sqrt{\Phi}$ ,  $ag = 0.5r \cdot \Phi$ ,  $ec = r\Phi$ ,  $ak = r \cdot \Phi^{1.5}$ ,  $kq = qv = r\Phi^2$ ,  $pk = r\Phi$ ,  $pq = r$ . Здесь  $qv$  есть энергия нейтрино при распаде пиона по пути  $vqka$  на частицу с энергией  $ak = r \cdot \Phi^{1.5}$ .

Рис. 25 Совмещение пентаграммы и пентагона с кривой распада

### 3.1.3. Канонические энергетические пропорции

На рис. 26 изображен известный прием ЗС отрезка  $ae$ : из точки  $a$  восстановлен перпендикуляр  $ah=0.5ae$ , а из точки  $h$  радиусом  $ah$  проведена дуга  $y9$ , пересекающая прямую  $he$  в точке  $f$ . Отрезок  $fe=ae\Phi$  будет искомым, а дуга  $y10$  радиуса  $fe$  в точке  $d$  ее пересечения с дугой  $y$  радиуса  $ae$  (равен

длине стороны правильного вписанного шестиугольника) образует хорду  $u_8$ , являющуюся стороной вписанного десятиугольника. Будем увеличивать угол  $\angle fea$ , сохраняя всегда  $ha=hf$ . Тогда высота точки  $f$  будет равна  $y(\varphi)=fe \cdot \sin(\varphi)$ ,  $fe=r/\cos(\varphi)-r \cdot \tan(\varphi)$ ,  $y(\varphi)=r \cdot \tan(\varphi)(1-\sin(\varphi))=x(\varphi) \cdot \tan(\varphi)$ ,  $x(\varphi)=1-\sin(\varphi)$ . Если исключить  $\varphi$ , то получим известную функцию  $y_2(x)$ .

Это второй независимый вывод уравнения основной кривой распада через обобщение ЗС. Кривая  $y_2(x)$  тогда является геометрическим местом ЗС (точки  $f$ ) при произвольных углах  $\angle fea$  и положении точек  $h$  справа. Если на рис. 26 уменьшать радиус, то линия  $he$  будет снижаться параллельно самой себе, точка  $f$  будет скользить по линии  $ad$  (под углом  $\varphi_7=0.2\pi$ ), которая есть геометрическое место ЗС для любых радиусов. Линия  $ac$  имеет угол  $\varphi_6$ , причем  $\sin(\varphi_6)=2\sin(0.5\varphi_7)$ , или  $\cos(\varphi_7)=0.5\Phi^{-1}$ ,  $\cos(\varphi_6)=(2\cos(\varphi_7)-1)^{0.5}$ , и так далее. Если же искать длину  $ag$ , также получим  $ag=(2\cos(\varphi_6)-1)^{0.5}$ . Сделав этой длиной засечку на  $y_1$ , для нового угла получим:  $\cos(\varphi_5)=(2\cos(\varphi_6)-1)^{0.5}$ , высота  $f=\Phi 5^{-0.5}=0.27639$ , длина  $af=(\Phi 5^{-0.5})^{0.5}=0.52572$ . Точка на  $y_1$  для  $\varphi_5$  получается также, если по оси абсцисс влево отложить 2 нейтрино:  $2(1-\Phi^{0.5})$ .

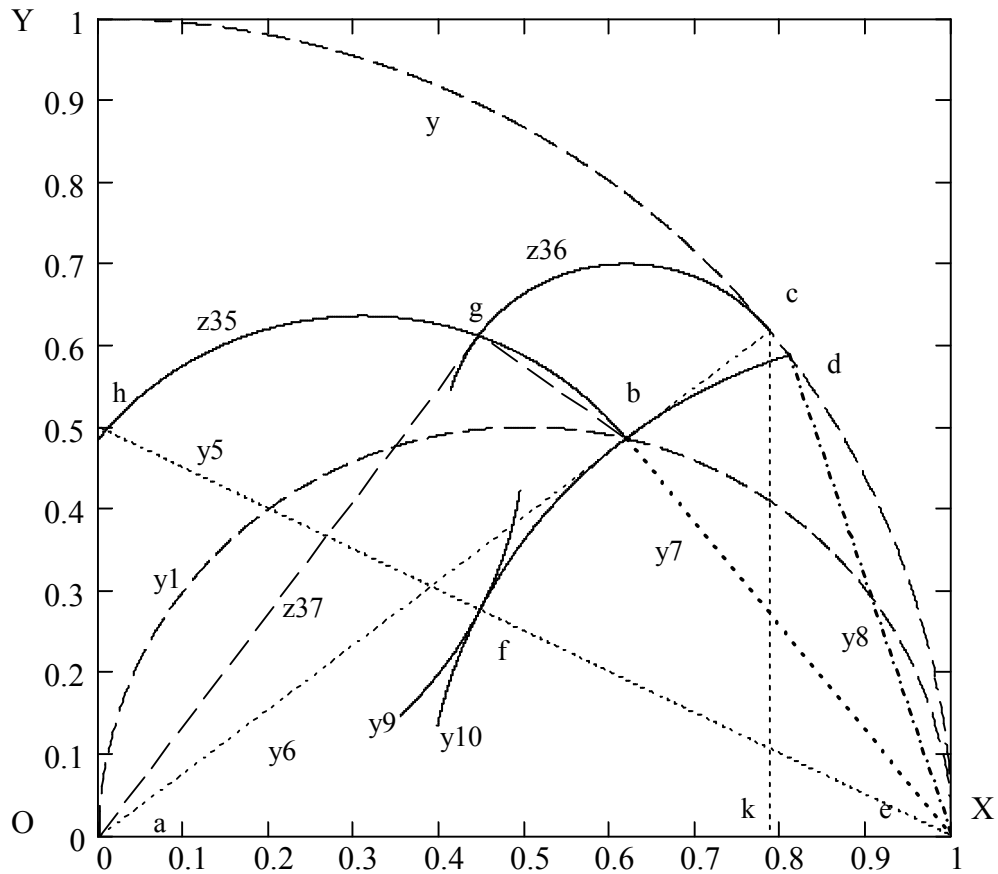


Рис. 26 Способ выполнения золотого сечения

Выполним дополнительные построения: прямая  $ub$  касается дуги  $y_{10}$  в точке  $b$ , образуя с радиусом  $y_7$  прямой угол; из точки  $c$  ее пересечения с дугой  $y$  опущен перпендикуляр  $sk$ ; через точку  $b$  проведена полуокружность  $y_1$ , опирающаяся на диаметр  $ae$ . Поскольку  $\Delta abe = \Delta ask$ , получим:  $ef = be = de = ck = ae \cdot \Phi$ .

Распад пиона. Рассмотрим теперь реакцию  $\pi \rightarrow \mu + \nu$  распада пиона  $\pi$  с энергией  $E_\pi = 139.56995$  МэВ на мюон  $\mu$  с энергией  $E_\mu = 105.658389$  МэВ и нейтрино  $\nu$  с энергией  $E_\nu = 0.5 \cdot E_\pi^{-1} (E_\pi^2 - E_\mu^2) = 29.792$  МэВ.

Пусть  $ac = E_\pi$ , а  $sk$  и  $ak$  есть СК и ЭК вектора с модулем  $E_\pi$ , его проекции на оси координат  $OY$  и  $OX$ . Если обозначить  $\varphi = \angle cae$ , то из  $\Delta ask$  получим, что  $\sin(\varphi) = \Phi$ , и, поскольку  $\Phi + \Phi^2 = 1$ ,  $\cos(\varphi) = \sqrt{\Phi}$ . Величина отрезка  $ab = E_\pi \cdot \sqrt{\Phi} = 109.723$  МэВ, что близко к значению



экспериментальной величины энергии частицы  $\pi_\mu$ , образующейся сразу после отделения нейтрино, и которая принимается за мюон, обладающий импульсом, равным  $E_\nu$ :

$$E_{\pi\mu} = E_\pi - E_\nu = 0.5 \cdot E_\pi^{-1} (E_\pi^2 + E_\mu^2) = 109.778 \text{ МэВ.}$$

Отрезок  $bc$  тогда принимается за энергию нейтрино, а расчетная энергия мюона будет равна  $ag = \sqrt{ab^2 - (E_\pi - ab)^2} = E_\pi \cdot \sqrt{2\sqrt{\Phi} - 1} = 105.586 \text{ МэВ}$ , соответствуя экспериментальной величине с относительной погрешностью  $7 \cdot 10^{-4}$ . Действительно, точка  $g$  является общей для окружности  $z36$  с радиусом  $bc = bg$  и полуокружности  $z35$  с диаметром  $ab$ ,  $bg$  есть энергия, рассеиваемая частицей  $\pi_\mu$  в процессе торможения, а  $ag$  (прямая  $z37$ ) тогда есть искомая энергия мюона (см. о мюоне [145-150]).

На рисунке просматриваются следующие пути преобразований частиц: путь  $cbga$  распада пиона на нейтрино и мюон; путь  $abc$  превращения частицы  $\pi_\mu$  в пион через поглощение релятивистской кинетической энергии  $bc$ ; и путь  $abe$  превращения частицы  $\pi_\mu$  в пион благодаря приобретению импульса  $be = E_\pi \cdot \Phi$ .

Вывод. Пион распадается на мюон и нейтрино из начальной фазы  $\varphi$  такой, что: 1. его СК  $y_b$ , равная проекции массы  $M$  пиона на ось  $OY$ , представляет собой ЗС  $I$  массы  $M$  и равна длине стороны вписанного десятиугольника  $y_b = M \cdot \sin(\varphi) = M \cdot \Phi = I$ ,  $\frac{I}{M} = \frac{M - I}{I} = \Phi$ ; 2. его ЭК  $x_b$  равна энергии промежуточного продукта  $m$  ( $x_b = M \cdot \cos(\varphi) = M \cdot \sqrt{\Phi} = m$ ); 3. его СК равна импульсной энергии перехода промежуточного продукта  $m$  в исходное состояние с энергией  $M$  ( $y_b = I = \sqrt{M^2 - m^2}$ ); 4. она же равна отрезку  $ec$  переключины звезды, заключенному между ординатой  $ae = 0.5M$  и лучом в точке  $c$ ; 5. волновой объем пиона равен объему вытянутого

эллипсоида вращения, обладающего большой полуосью с энергией  $L = M \cdot \Phi^{-1}$  и малой полуосью с радиусом  $M \cdot \sqrt{\Phi} = x_b = M \cdot \cos(\varphi) = m$ .

Достигнуто также второе приближение для отношения масс пиона и мюона. Поскольку линия  $nv$  проведена под углом  $\angle nva = 0.3\pi$ , то длина отрезка  $nv = 2\Phi$  делится пополам в точке  $q$  с ординатой  $0.5$  и абсциссой  $1 - 0.5\text{tg}(0.2\pi)$ . Если теперь начальную фазу пиона выбрать такой, что линия распада будет проходить через точки  $a_1$  и  $q$ , то вместо  $e1 = \cos(\zeta) = \Phi^{0.5}$  следует взять  $\cos(\zeta_1) = [1 + (2 - \text{tg}(0.2\pi))^{-2}]^{-0.5}$ . Тогда получим:  $s = m_\mu / m_\pi = 1 - (2 \cdot \cos(\zeta_1) - 1)^{0.5}$  ( $\delta = 0.00009$ ).

Третье приближение получим из рассмотрения подробной схемы распада пиона (рис. 27). Жирные линии  $0-6$  и  $0-14$  показывают два возможных конечных положения мюона,  $7-14$  и  $7-6$  – его импульсы. Линия  $y$  имеет радиусом массу пиона, а  $y12$  – массу мюона. Точка  $8$  определяет

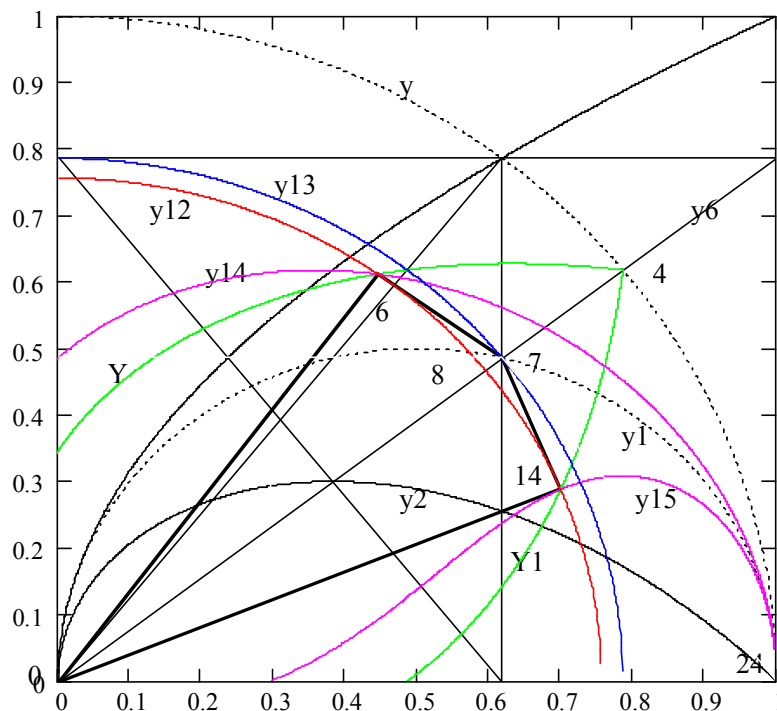


Рис. 27 Распад пиона

место пересечения кривых  $y1$  и  $y12$ . Линия  $be$  на рис. 26 ( $7-24$  на рис. 27) определяет импульсную энергию возвращения частицы с энергией  $0b$  к состоянию пиона, а линия  $8-24$  – для частицы с энергией  $0-8$ . Обозначим

$\angle 7-0-24$  через  $\varphi_1$ , а  $\angle 8-0-24$  через  $\varphi_2$ . Ранее установлено, что длина 7-24 равна  $\sin(\varphi_1)$ , а ее проекция на ось абсцисс равна  $\sin(\varphi_1)^2 = \Phi^2$ . Кроме того, имеем:  $\sin(\varphi_2) = 2\sin(0.5\varphi_1)$ ,  $\sin(\varphi_2)^2 = 4\sin(0.5\varphi_1)^2 = 2(1 - \sqrt{\Phi})$ , то есть проекция линии 8-24 на ось абсцисс равна удвоенной энергии нейтрино.

Длина линии 0-8 равна  $\sqrt{2\sqrt{\Phi} - 1}$ , а для следующей точки 9 в ряду 7-8-9 проекция импульсной энергии будет равна  $2(1 - \sqrt{2\sqrt{\Phi} - 1}) = 0.48698611$ , что приблизительно равно  $\Phi^{1.5} = 0.48586827$ . Тогда эмпирическая формула для отношения масс мюона и пиона приобретает вид:

$$m_\mu/m_\pi = 1 - 0.5\Phi^{1.5} = 0.75706586 \text{ с погрешностью } \delta = 0.00005.$$

### Гармоничная логарифмическая спираль

На рис. 28 изображены взаимно перпендикулярные линии  $уб$  и  $у7$  (как на рис. 26), продолженные в обе стороны. Проведем вертикаль 1-0 и горизонталь 1-2 через начало координат, затем проведем вертикаль 2-3 через точку с координатами (1, 0) до точки 3 ее пересечения с диагональю  $уб$ . Продолжив эту процедуру, получим точки 0...12 пересечения последовательных вертикалей и горизонталей с перекрещивающимися в точке  $b$  диагоналями. Все получены треугольники 0b1, 1b2, 2b3 и так далее подобны, и являются «золотыми».

Длины отрезков диагоналей, то есть катетов треугольников, равны:  $0b = 1$ ,  $1b = \Phi^{0.5}$ ,  $2b = \Phi$ ,  $3b = \Phi^{1.5}$ ,  $4b = \Phi^2$  и так далее. Наличие степенной зависимости при равных приращениях углов является признаком логарифмической спирали. На рис. 28 приведено совмещение ломаной и гладкой спиралей.

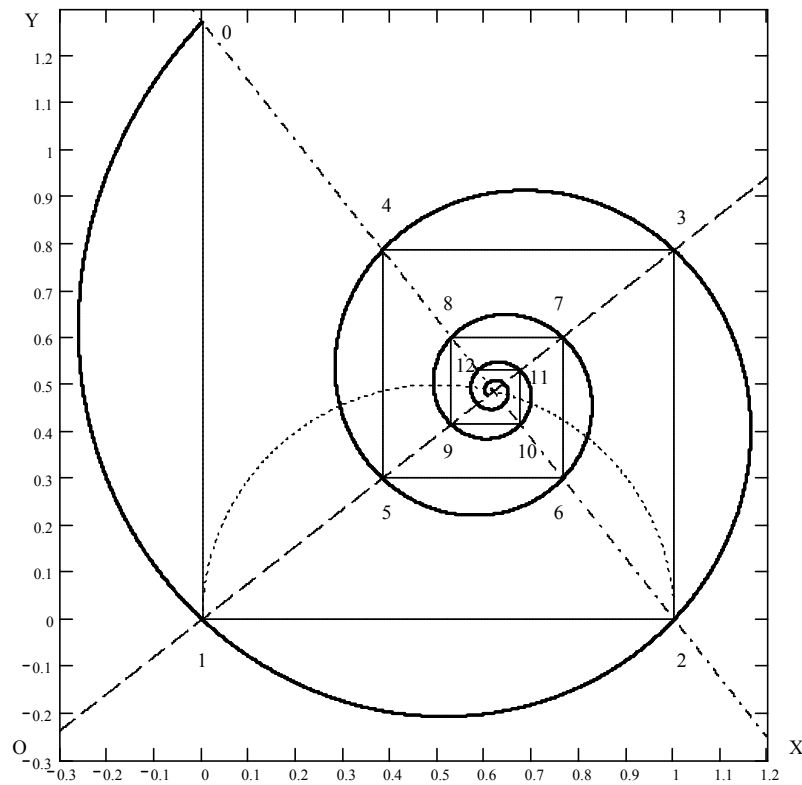


Рис. 28 Совмещение ломаной и гладкой спиралей с канонической (пионной) схемой распада

Поскольку отношение радиусов соседних точек равно  $\cos(\varphi_6) = \Phi^{0.5}$  при приращениях углов  $0.5\pi$ , то полезно произвести замену логарифмической спирали с основанием  $e$  на гармоничную с основанием  $\Phi$ :

$$r(\psi) = \Phi^{\frac{\psi - \varphi_6 - 0.5\pi}{\pi}}, \quad (43)$$

и, если начальные условия нулевые,  $r(\psi) = \Phi^{\frac{\psi}{\pi}}$ . Для точек излома углы кратны  $0.5\pi$ , и эти радиус-векторы при целых  $n$  будут равны:  $r_n = \Phi^{0.5n}$ .

В прямоугольной системе координат радиус-вектор представляется его проекциями, и исходное уравнение следует заменить параметрическими. В нашем случае нужно еще установить центр спирали в точку  $b$ , после чего уравнение гармоничной спирали приобретает вид:

$$x_{22}(\psi) = r(\psi) \cdot \cos(\psi) + \Phi, \quad y_{22}(\psi) = r(\psi) \cdot \sin(\psi) + \Phi^{1.5}. \quad (44)$$

Соответствующие уравнения для координат точек излома ломаной спирали имеют вид:

$$\begin{aligned} x_{21_i} &= \Phi - \Phi^{0.5 \cdot (i+1)} \cdot (\cos(0.5 \cdot \pi \cdot i) \cdot \sqrt{\Phi} + \sin(0.5 \cdot \pi \cdot i)), \\ y_{21_i} &= \Phi^{1.5} + \Phi^{0.5 \cdot (i+1)} \cdot (\cos(0.5 \cdot \pi \cdot i) - \sin(0.5 \cdot \pi \cdot i) \cdot \sqrt{\Phi}). \end{aligned} \quad (45)$$

Они же в табличном виде:

Таблица 6. Координаты точек излома спирали

n	x	y	n	x	y
0	0	$\Phi^{0.5} + \Phi^{1.5}$	6	$2\Phi^2$	$\Phi^{2.5}$
1	0	0	7	$2\Phi^2$	$2\Phi^{2.5}$
2	1	0	8	$1-2\Phi^3$	$2\Phi^2$
3	1	$\Phi^{0.5}$	9	$1-2\Phi^3$	$\Phi^{1.5} - \Phi^{5.5}$
4	$\Phi^2$	$\Phi^{0.5}$	10	$\Phi + \Phi^6$	$\Phi^{1.5} - \Phi^{5.5}$
5	$\Phi^2$	$\Phi^{2.5}$			

. На рис. 29 дано объемное изображение раковины улитки Наутилус, описываемое данным выше уравнением гармоничной спирали.

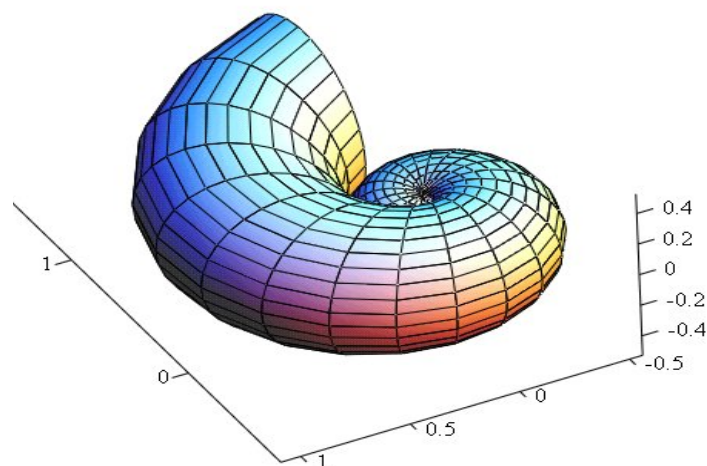


Рис. 29 Параметрическое представление раковины улитки

Распад каона. Каон это наиболее распространенный мезон из семейства странных мезонов. Рассмотрим реакцию  $K \rightarrow \mu + \nu$  распада каона  $K$  с

массой  $m_K = 493.677$  МэВ на мюон  $\mu$  и нейтрино  $\nu$ . Начальная фаза  $\zeta = \angle ha_1\nu$  (рис.30) каона выбрана такой, что исходная энергия  $ha_1=1$  каона делится на  $e1$  и  $e2$  в точке  $g$  полуокружностью  $y1$  радиуса  $0.5$ . Тогда имеем при табличных значениях  $m_K = 493.677$  МэВ:  $s1 = m_\mu/m_K = da_1 = 0.214022$ ,  $e1 = \cos(\zeta) = a_1g = 0.522903$ ;  $e4 = \cos(\zeta)^2 = a_1a_2 = 0.273427$ ;  $e3 = \sin(\zeta) = gv = 0.852392$ ;  $e5 = \sin(\zeta)^2 = a_2v = 0.726573$ ;  $e2 = p = 0.5(1 - s1^2) = gh = gd$ . В окружность  $y$  единичного радиуса впишем правильный пятиугольник со стороной  $nv = 2\sin(0.2\pi)$ , дугой  $y9$  сделаем засечку  $a$  на оси абсцисс, восстановим перпендикуляр  $ab = 0.5nv$  и дугой радиуса  $ab$  сделаем засечку в точке  $c$  на линии  $bv$ . Этим известным приемом получим  $3C cv = \Phi \cdot nv = a_2v = \text{tg}(0.2\pi)$  (равно  $bc$  на рис.24) отрезка  $nv$ , где  $\text{tg}(0.2\pi) = 5^{0.25}\Phi^{1.5}$ . Примем  $e5 = \text{tg}(0.2\pi)$  ( $\delta = 0.00005$ ), тогда получим следующее приближение:  $e4 = 1 - \text{tg}(0.2\pi)$ ;  $e1 = (1 - \text{tg}(0.2\pi))^{0.5}$ ;  $s1 = [2(1 - \text{tg}(0.2\pi))^{0.5} - 1]^{0.5}$  ( $\delta = 0.0006$ ). Особо отметим, что отрезок  $a_1a_2$ , являющийся проекцией энергии  $e1$ , равен по величине  $s2 = m_{\pi^0}/m_K$  ( $\delta = 0.00004$ ), где

$m_{\pi^0} = 134.977$  МэВ - масса нейтрального пи-ноль мезона  $\pi^0$ . Имеем для отношения масс нейтрального пиона и каона:

$$\frac{e6 \cdot e1^{-1}}{\tan(0.2\pi)} = 1.000041 = \frac{\sin(\zeta)^2}{\tan(0.2\pi)} \quad (\delta = 0.04\text{‰}),$$

$$\frac{\pi^0}{K} = 1 - \tan(0.2\pi) = 1 - \sqrt[4]{5} \cdot \Phi^{1.5} \quad (\delta = 0.17\text{‰}).$$

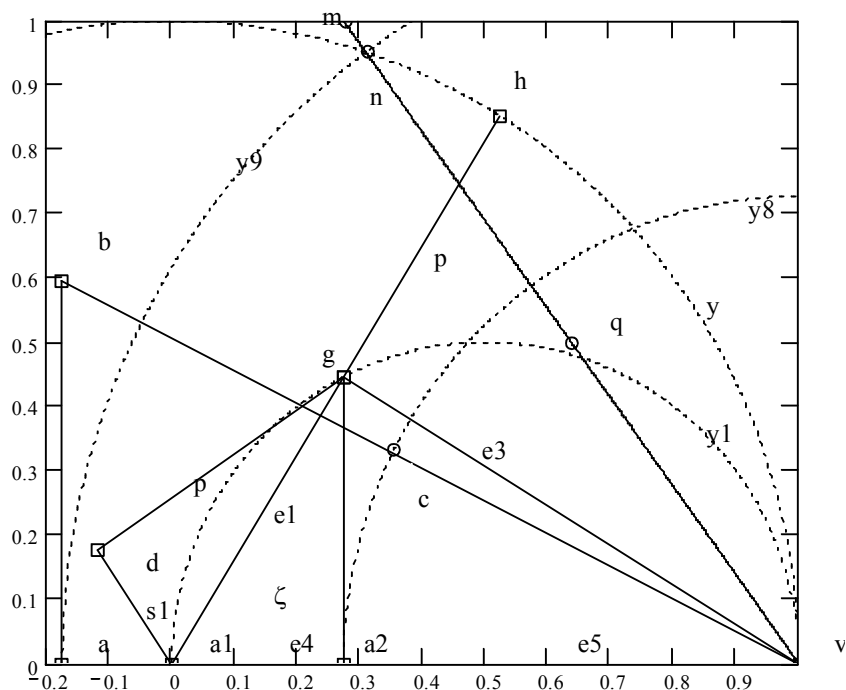


Рис. 30 Схема распада каона

Заметим также, что если бы каон распадался по схеме распада пиона, имея начальную фазу  $\varphi_6$ , то соответствующая энергия нейтрино и импульса конечного продукта равнялась бы массе каона, умноженной на  $1 - \sqrt{\Phi}$ , что соответствует массе мюона. Отсюда получим соотношение между массами

мюона и каона  $\frac{\mu}{K} = 1 - \sqrt{\Phi}$  ( $\delta=0.81\%$ ), а также каона и пиона

$$\frac{K}{\pi} = \frac{\cos(\varphi_5)}{1 - \cos(\varphi_6)} = \frac{\sqrt{2\sqrt{\Phi} - 1}}{1 - \sqrt{\Phi}} \quad (\delta=0.13\%).$$

Распад нейтрона. Исследуем этот процесс также на предмет соответствия правилу ЗС. Введем следующие обозначения: а-разность масс нейтрона и протона, е-масса электрона, b-максимальная энергия нейтрино при распаде нейтрона и нулевом импульсе протона, v- энергия и импульс нейтрино, р- импульс электрона, (а-v) - энергия электрона, с и f- первая и вторая производные от р. Имеем в абсолютных величинах (в единицах МэВ):  
 $a = 1.293318$ ,  $e = 0.5109989$ ,  $b = a - e = 0.782319$ ,

$$p(v) = \sqrt{(a - v)^2 - e^2}, \quad p(0) = 1.18808736, \quad c(v) = \frac{d}{dv}p(v), \quad f(v) = \frac{d^2}{dv^2}p(v),$$

$$\frac{e}{b} = 0.65318474, \quad \frac{b}{a} = 0.60489307, \quad a \cdot \Phi = 0.79931448, \quad \frac{e}{\Phi} = 0.82681359.$$

В относительных единицах получим:  $a_1=1$ ,  $e_1 = \frac{e}{a}$ ,  $b_1 = \frac{b}{a}$ ,

$$p_1(v_1) = \sqrt{(a_1 - v_1)^2 - e_1^2}, \quad e_1 = 0.395107, \quad b_1 = 0.604893,$$

$$p_1(0) = 0.918635, \quad c_1(v_1) = \frac{d}{dv_1}p_1(v_1), \quad f_1(v_1) = \frac{d^2}{dv_1^2}p_1(v_1),$$

$$\frac{e_1}{\Phi^2} = 1.0344, \quad \frac{b_1}{\Phi} = 0.9787, \quad \frac{2e_1}{\sqrt{\Phi}} = 1.005.$$

Простая схема работает приближенно, так как имеется третье тело (протон), которое уносит пренебрежимо малую энергию, но участвует в перераспределении импульсов. Даже при максимальном импульсе  $p_1(0)$  нейтрона его полная энергия равна

$$\sqrt{n^2 + p(0)^2} = n \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{p(0)}{n}\right)^2} \approx n(1 + 0.125 \cdot 10^{-6}),$$

а уносимая энергия равна  $2.5 \cdot 10^{-4}$  МэВ. Найденные функции изображены на рис. 31.