

3. Оценка параметров частиц

3.1. Продольная и поперечная массы электрона

На рисунке 3.1 показана схематическая модель электрона:

- 1 — нейтрино;
- 2 — электрическая вихревая трубка;
- 3 — присоединенный слой гравитонов.

Основными соотношениями специальной теории относительности для свободно движущейся точечной частицы (системы частиц) являются отношения между энергией E , импульсом p и массой m [5]:

$$E^2 - p^2 c^2 = m^2 c^4; \quad p = \frac{vE}{c^2}. \quad (3.1)$$

Отметим, что здесь импульс является потоком энергии, а не массы. Соотношение (3.1) отражает закон сохранения энергии, при этом выражение mc^2 описывает потенциальную энергию. На основании этих формул можно написать выражения для E и p :

$$E = \frac{mc^2}{1 - \frac{v^2}{c^2}}; \quad p = \frac{mv}{1 - \frac{v^2}{c^2}}. \quad (3.2)$$

Энергия E и импульс p являются компонентами четырехмерного вектора, подобно четырехмерным координатам t и r . Поэтому уравнение (3.1) справедливо для каждой из координат. Масса m и скорость v — те же самые величины, с которыми мы имеем дело в ньютоновской механике.

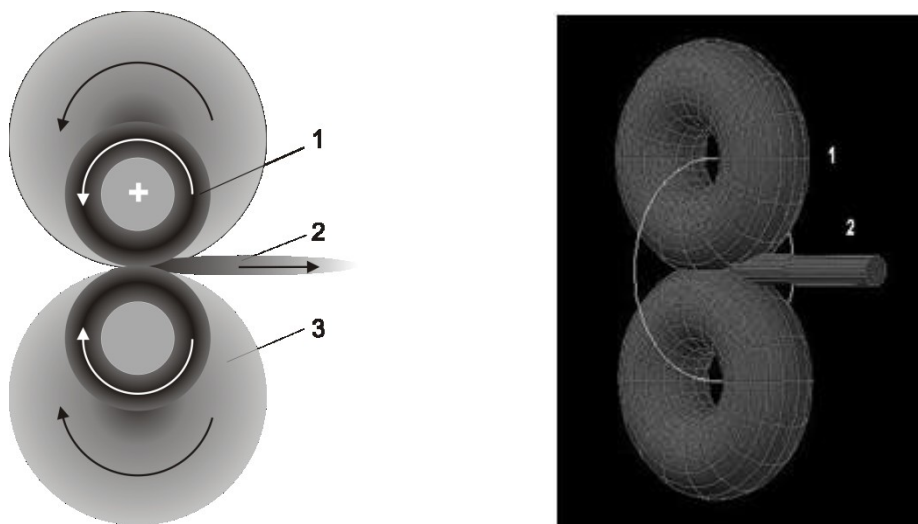


Рис. 3.1. Структура электрона

Уравнения (3.1) описывают движение точечных частиц во всем интервале скоростей. С одной стороны, при $v=c$ $pc=E$. Подставив это в первое равенство (3.1), мы приходим к выводу, что если частица движется со скоростью c , то ее масса равна нулю. С другой стороны, энергия тела не обращается в нуль, когда это тело покоится ($v = 0$, $p = 0$). Тогда энергия покоя $E_0 = mc^2$ или $m = E_0/c^2$. Найдя энергию покоя, можно вычислить массу частицы.

Кинетическая энергия определяется как разность между полной энергией E и энергией покоя E_0 :

$$E_{\text{кин}} = E - E_0 = mc^2 \left(\frac{1}{1 - \frac{v^2}{c^2}} - 1 \right).$$

При определении массы следует иметь в виду следующее обстоятельство, которое, однако, мы не будем сейчас учитывать. По определению масса измеряется при нулевом импульсе. Но электрон не может быть в абсолютном покое. Из квантовой механики известно, что имеется минимальная (собственная или

«нулевая») энергия, которую нельзя отнять [6]. Табличные параметры частиц (масса, заряд, магнитный момент) определены при собственной (нулевой) энергии. Это собственные значения частиц.

Возрастание энергии электрона сводится к увеличению угловой скорости кольцевого вращения составляющих его нейтрино. Момент импульса нейтрино $[r \cdot p]$ остается равным $h/2$, так что размер нейтрино внутри частицы уменьшается обратно пропорционально его импульсу:

$$r = \frac{h}{2p} = \frac{h}{2} \frac{1 - \frac{v^2}{c^2}}{mv} = \frac{h c^2}{2 v E} \quad (3.3)$$

Из формулы видно, что наиболее сильное уменьшение размеров происходит для релятивистских частиц. При этом сам электрон может не двигаться, а быть в связанном состоянии (например, в нейтроне).

В предлагаемой модели частицы являются не точечными объектами, а осесимметричными вихрями. Их движение следует рассматривать в цилиндрической системе координат, так как в кольцевых вихрях осуществляются независимые движения вдоль оси и по углу. Полная энергия складывается из энергии поступательного движения и энергии вращения. Поэтому перепишем уравнение (3.1) для независимых поступательного и вращательного движений:

$$E_z^2 - p_z^2 c^2 = m_z^2 c^4, \quad p_z = v_z E_z / c^2; \quad (3.4)$$

$$E_\varphi^2 - p_\varphi^2 c^2 = m_\varphi^2 c^4, \quad p_\varphi = v_\varphi E_\varphi / c^2. \quad (3.5)$$

В уравнениях введены обозначения m_z для продольной массы и m_φ для поперечной массы. Продольная масса — это наблюдаемая инертная масса, которую для электрона дальше будем снова обозначать как m .

Применим теперь уравнение (3.4) для движения электрона вдоль оси OZ. Обратимся к рисунку 3.1. Пусть импульс p_z вдоль оси равен нулю. Но кольца нейтрино будут продолжать вращаться вокруг оси с околосветовой скоростью за счет тороидального потока гравитонов. Энергия этих потоков является энергией покоя электрона. Следовательно, продольная масса электрона определяется энергией тороидального вращения гравитонов. В уравнении (3.4) масса представляется как потенциальная энергия электрона. Но при рассмотрении более широкой системы она оказывается кинетической энергией потоков гравитонов.

Применим уравнение (3.5) для поперечного (а точнее, углового) движения электрона. В плоскости, перпендикулярной к оси, нейтрино вращаются вокруг оси с линейной скоростью, v_φ , близкой к скорости света. Поэтому $m_\varphi = 0$, — поперечная масса электрона равна нулю.

Таким образом, вопрос «Откуда берется масса электрона?» в рамках вихревой модели полностью снимается. Масса — это собственная энергия частицы, измеренная при нулевом импульсе в заданном продольном направлении. Масса определяется кинетической энергией внутренних замкнутых потоков гравитонов.

Электрон обладает инертностью при поступательном движении, так как имеет продольную массу. Но в поперечном направлении он безынерционен, так как его поперечная масса равна нулю. При пролете через магнитное поле электрон отклоняется магнитным полем в поперечном направлении без совершения работы.

Свойство инерции полностью обусловлено вихревым строением частиц. Вихри не испытывают сопротивления лишь при движении в среде вдоль оси. Боковое приложение силы вызывает разворот оси кольцевого вихря, т.е. его сопротивление в направлении силы.

В теории относительности связь между силой и ускорением определяется формулой [7]:

$$F - F \beta \beta = m \gamma a, \quad \beta = v / c, \quad \gamma = 1 / \sqrt{1 - \beta^2}. \quad (3.6)$$

Ускорение $a = \frac{dv}{dt}$ в релятивистском случае не направлено по силе $F = \frac{dp}{dt}$, а имеет также составляющую по скорости. Если бы инерционная масса определялась как отношение действующей силы к ускорению, то она зависела бы от взаимного направления силы и скорости. При $F \perp v$ уравнение движения (3.6) будет выглядеть как

$$F_\perp = m \gamma a,$$

а при $F \parallel v$

$$F_\parallel = m \gamma^3 a.$$

Зависимость параметров релятивистского движения от взаимного направления силы и скорости подтверждает, в частности, двухмерность вихревой модели электрона и справедливость введения понятий продольной и поперечной массы.

3.2. Заряд электрона

Так как в мире нет ничего, кроме движущейся материи, то и свойство заряда обусловлено механическим движением потоков гравитонов в присоединенном к частице слое. Поступательный поток гравитонов от частицы мы воспринимаем как электрическое поле. Вращательное движение присоединенного к частице слоя гравитонов представляется нам магнитным полем. Магнитное поле не «создается движущимися зарядами». Оно является изначальным свойством и электрона, и протона.

Рассмотрение модели электрона требует переопределения основных электрических параметров в терминах потока — в системе МКС (метр, килограмм, секунда). Для выяснения физической сущности основных понятий электростатики запишем выражения для плотности энергии электростатического поля:

$$u = \frac{\epsilon\epsilon_0}{2} E^2, \quad (3.7)$$

где $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м — электрическая постоянная;

ϵ — относительная диэлектрическая проницаемость среды;

E В/м — напряженность электрического поля.

С другой стороны, плотность энергии для единичного объема потока сплошной среды внутри зарядовой трубки электрона записывается как

$$u = \frac{\rho}{2} v^2, \quad (3.8)$$

где ρ кг/м³ — плотность гравитонов в выделенном объеме;

v м/с — скорость выделенного объема среды.

Сравнивая формулы (3.7) и (3.8), получаем соотношения:

$$\epsilon\epsilon_0 [\text{Ф/м}] = \rho [\text{кг/м}^3]$$

$$E [\text{В/м}] = v [\text{м/с}]$$

Абсолютная диэлектрическая проницаемость, выраженная в Ф/м, есть плотность потока гравитонов в зарядовой трубке, выраженная в кг/м³.

Напряженность электрического поля, выраженная в В/м, есть продольная скорость потока гравитонов в зарядовой трубке, выраженная в м/с.

По закону Кулона напряженность электрического поля обратно пропорциональна квадрату расстояния от заряда:

$$E = \frac{e}{4\pi\epsilon\epsilon_0 R^2}, \quad (3.9)$$

где e — заряд электрона.

Из формулы (4.9) следует, что заряд e в понятиях потока имеет размерность [кг/с]. Перепишем формулу (4.9) в терминах потока:

$$e = 4\pi R^2 \rho v. \quad (3.10)$$

Заряд — это поток плотности гравитонов через сферу радиуса R , внутри которой находится электрон. К такому же выводу мы пришли ранее, анализируя законы Ньютона и Кулона.

На рис. 3.1 схематично показано, как присоединенный слой гравитонов 3 захватывается между кольцами нейтрино 1 и выбрасывается в зарядовую трубку 2.

В вихревой модели электрический заряд электрона, выраженный в Кл, есть масса гравитонов, выбрасываемая в зарядовую трубку в одну секунду, выраженная в кг/с, при собственной частоте кольцевого вращения ω_0 .

Уравнения движения заряда в релятивистской форме записывают в виде:

$$F = dp \quad dt = \frac{d}{dt} \frac{mv}{1-v^2/c^2} = e E + v \times B. \quad (3.11)$$

Обобщением силы на четырехмерное пространство будет «4-сила» f_μ :

$$f_\mu = \frac{F \cdot v}{1-v^2/c^2}, \frac{F}{1-v^2/c^2} = \frac{e \cdot v \cdot E}{1-v^2/c^2}, \frac{e \cdot E + v \times B}{1-v^2/c^2}, \quad (3.12)$$

Первая временная компонента четырехвектора равна мощности, т.е. скорости изменения энергии или скорости совершения работы Fv . Пространственными компонентами будут значения $F \frac{1 - v^2}{c^2}$. Заметим, что в (4.12) фигурирует выражение $e\gamma$, — аналогичное выражению $m\gamma v$ формуле (4.6).

Собственно электроном обычно называют только жесткое ядро частицы, образованное вращающимися нейтрино 1 (рис. 3.1 справа). Поэтому электрон, вообще говоря, можно представить двумя точечными массами, движущимися по спиралям. Но следует учитывать, что к поверхности нейтрино как бы «прилипает» тонкий слой гравитонного газа. Движущиеся слои газа частично увлекают за собой соседние слои за счет вязкости. Возникает присоединенный слой гравитонов 3, охватывающий кольца нейтрино. Частицы слоя одновременно участвуют в тороидальном и кольцевом вращениях. Эти вращения превращают электрон в электромагнитный комплекс, обладающий собственными электрическим и магнитным полями.

Электростатическое поле образуется при кольцевом вращении нейтрино. Гравитоны присоединенного слоя захватываются вращающимися нейтрино и выбрасываются в виде направленного узкого лучевого вращающегося потока вдоль оси электрона.

Магнитное поле образуется за счет вращения присоединенного слоя гравитонов вокруг оси электрона. Приблизительно можно принять, что масса присоединенного слоя с отрицательным градиентом скорости равна массе ядра (см. рисунок 2.3). Можно также принять, что за один оборот кольцевого вращения в зарядовую трубку выбрасывается вся масса присоединенного слоя m , а за одну секунду — масса e . Удельный заряд электрона $\frac{e}{m} = v_0 = 1,76 \cdot 10^{11} \text{ (с}^{-1}\text{)}$ определяет собственное (наименьшее) число оборотов кольцевого вращения в одну секунду. Собственная энергия кольцевого вращения $E_{r_0} = 2\pi h v_0 = 1,161 \cdot 10^{22} \text{ Дж} = 7,253 \cdot 10^4 \text{ эВ}$.

Для сравнения собственная энергия тороидального вращения составляет

$$E_o = mc^2 = 8,187 \cdot 10^{-14} \text{ Дж} = 5,117 \cdot 10^5 \text{ эВ}.$$

В основном состоянии при нулевой скорости поступательного движения электрон создает магнитное поле, которому соответствует собственный (спиновый) магнитный момент электрона μ_s . Его значение практически совпадает с магнетонном Бора μ_B — произведением спина $\frac{h}{2}$ на удельный заряд $\frac{e}{m}$:

$$\mu_B = \frac{h e}{2 m} = 9,274 \cdot 10^{-24} \text{ (Дж/Тл)}.$$

Спин электрона, равный $h/2$, учитывает энергию вращения двух нейтрино вокруг его оси только на одном обороте. Спин электрона — это момент импульса, момент потока массы: $\frac{h}{2} = m \cdot c \cdot r_0 = 0,53 \cdot 10^{-34} \text{ (Дж}\cdot\text{с)}$. Отсюда радиус нейтрино в электроне $r_0 = 1,932 \cdot 10^{-13} \text{ м}$. Радиус электрона в основном состоянии вдвое больше $r_e = 3,863 \cdot 10^{-13} \text{ м}$.

Магнитный момент равен энергии вращения присоединенного слоя за секунду ($[\text{Дж}=\text{кг}\cdot\text{м}^2\cdot\text{с}^{-2}]$), — это момент потока заряда слоя относительно среднего радиуса присоединенного слоя r_1 :

$$\mu_s = e \cdot c \cdot r_1 = m \cdot \frac{e}{m} \cdot c \cdot r_0 \cdot \frac{r_1}{r_0} = \frac{h}{2} \cdot \frac{e}{m} \cdot \frac{r_1}{r_0} = \mu_B \cdot \frac{r_1}{r_0}.$$

Отсюда по известному значению $\mu_s = 9,285 \cdot 10^{-24} \text{ Дж/Тл}$ находим $r_1 \approx 1,934 \cdot 10^{-13} \text{ м}$. Отклонение значения магнитного момента электрона от значения магнетона Бора объясняется несовпадением центров масс нейтрино и присоединенного слоя (см. рисунок 3.1).

Схему «электромагнитных полей» электрона можно представить так, как показано на рис. 3.2.

С увеличением поступательной скорости электрона возрастает интенсивность потока векторного потенциала A . Этот поток направлен противоположно движению электрона. Он одновременно вращается вокруг оси с линейной скоростью, близкой к световой, что определяет магнитную индукцию $B = \text{rot}A$.

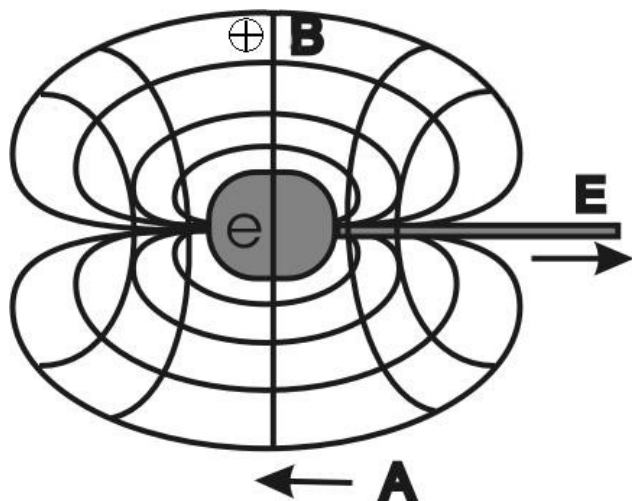


Рис. 3.2. Схема потоков поля вокруг ядра вихря электрона

В обычном проводнике электроны не ориентированы, и их среднее магнитное поле равно нулю. В потоке магнитные поля электронов складываются, а их электрические поля направлены вдоль оси потока. В поперечном направлении потока оснований для взаимного отталкивания электронов не имеется. Шнурование электрической дуги в вакууме подтверждает эти выводы.

Отметим еще раз, что то, что мы воспринимаем как потенциальную энергию электростатического поля и магнитного поля, в более широкой системе есть кинетическая энергия поступательного и вращательного потоков гравитонов.

3.3. Волновые характеристики электрона

Центры масс составляющих электрон нейтрино одновременно с поступательным движением вращаются вокруг оси электрона, т.е. вокруг направления движения. Если представить электрон в виде двух точечных масс нейтрино m_n , то эти массы будут двигаться по спирали. Проекции спиральных траекторий нейтрино на плоскость, проходящую через ось, представлены на рисунке 3.3. Траектории отличаются по фазе на 180° .

Движение центров масс нейтрино по спирали отражает волновое представление электрона. В этом представлении можно выделить следующие волновые характеристики:

- λ_n — длина волны, равная шагу спирали;
- v_e — скорость электрона вдоль оси;
- R_n — амплитуда, равная радиусу нейтрино;
- ω_n — частота обращения нейтрино вокруг оси спирали OY;
- фаза нейтрино в данный момент времени;
- поляризация, т.е. направление вращения относительно оси OY.

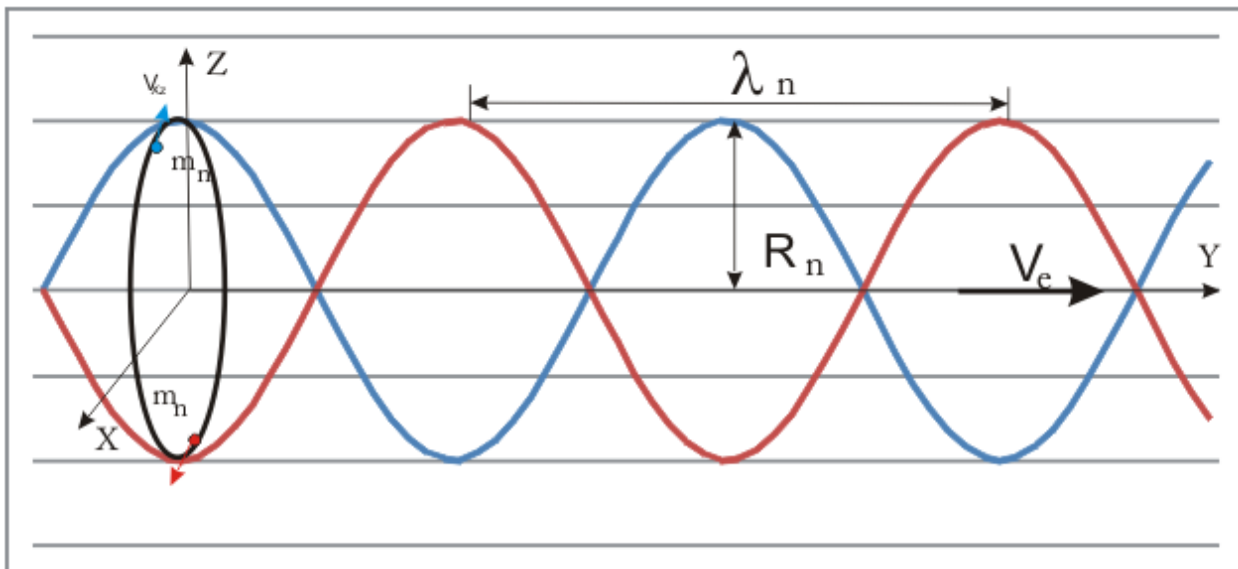


Рис. 3.3. Проекция на плоскость спиральных траекторий нейтрино

На рисунке слева изображена проекция спирали на плоскость XZ. Спин $h/2$ вдоль оси Y создается за счет равномерного вращения двух масс нейтрино m_n по окружности радиуса R_n со скоростью $\approx c$. Если считать по классическим формулам, то для оценки можно положить

$$\frac{h}{2} = 2m_n R_n c.$$

Отсюда получим выражение для радиуса нейтрино, полагая $2m_n = m$:

$$R_n = \frac{h}{2mc} = \frac{1,06 \cdot 10^{-34}}{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 3 \cdot 10^8} = 1,94 \cdot 10^{-13} \text{ м.}$$

Радиус электрона составляет, соответственно, $3,88 \cdot 10^{-13}$ м.

Поступательная скорость электрона v_e задается частотой ω_n кольцевого вращения нейтрино вокруг своей оси. При этом оба нейтрино движутся вдоль оси электрона по синусоиде, представляя собой локальную волну. Волновые характеристики связаны между собой соотношением

$$\lambda_n = \frac{2\pi}{\omega_n} v_e.$$

Связь между корпускулярным и волновым представлениями осуществляется через выражения для энергии частицы. Для малых скоростей кинетическая энергия свободного электрона выражается формулой $E = (mv_e^2)/2$.

Энергия кванта с моментом $h/2$ дается формулой Планка $E_\omega = (h/2) \omega_n$,

Из этих формул получим выражения для длины волны: $\lambda_n = \frac{2\pi h}{mv_e}$, что совпадает с формулой де

Бройля. Корпускулярно-волновой дуализм электрона заключается в периодическом изменении параметров внутреннего движения составляющих нейтрино.

3.4. Масса фотона

Утверждение, что фотоны являются квантами электромагнитного поля, не обосновано. Ни в электрических, ни в магнитных полях фотонов не обнаружено. То же относится к признанию света электромагнитной волной. Фотоэффект, эффект Комптона, комбинационное рассеяние фотонов ясно говорят о корпускулярном строении фотонов. Прямолинейность светового потока обусловлена наличием у фотонов поперечной массы.

В теории относительности масса системы не равна массе составляющих систему тел. Рассмотрим два фотона, разлетающихся в противоположные стороны с одинаковыми энергиями E . Суммарный импульс такой системы равен нулю, а суммарная энергия (она же энергия покоя системы двух фотонов) равна $2E$. Согласно (3.1) масса этой системы равна $2E/c^2$. Но следует ли тогда считать, что масса каждого из фотонов равна E/c^2 ? Этого сказать нельзя, так как масса не обладает свойством аддитивности. Но тогда каков физический смысл массы двух фотонов?

Если фотоны летят в одном направлении, то масса этой системы равна нулю. Каждый из фотонов, следовательно, также будет иметь нулевую массу. Такое формальное рассмотрение понятия массы требует дополнительно более подробного анализа.

Из формулы (3.4) следует, что масса фотона равна нулю. Но что будет при столкновении фотона с веществом? Опыты П.Н. Лебедева и теория фотоэффекта А. Эйнштейна более ста лет назад подтвердили, что свет оказывает давление, фотоны передают энергию. Следовательно, фотоны обладают энергией и импульсом. Но как же быть с массой? Не стоит воспринимать слово «безмассовый» аналогом слову «виртуальный» или «нематериальный».

Схематический эскиз фотона приведен на рисунке 3.4. Легко заметить, что фотон и электрон различаются не составом, а лишь структурой, ориентацией спинов нейтрино друг относительно друга. В электроне оба нейтрино лежат в одной плоскости, а их спины направлены в противоположные стороны. В фотоне спины обоих нейтрино направлены в одну и ту же сторону. Но внутренняя энергия колец нейтрино в обеих частицах одинаковая. Поэтому можно сказать, что фотон — это инверсный электрон (суперпартнер).

Применяя для поступательного движения фотона вдоль оси уравнение (3.4), получаем, что продольный импульс фотона $p_z = \frac{E_z}{c}$, а продольная инертная масса фотона m_z равна нулю.

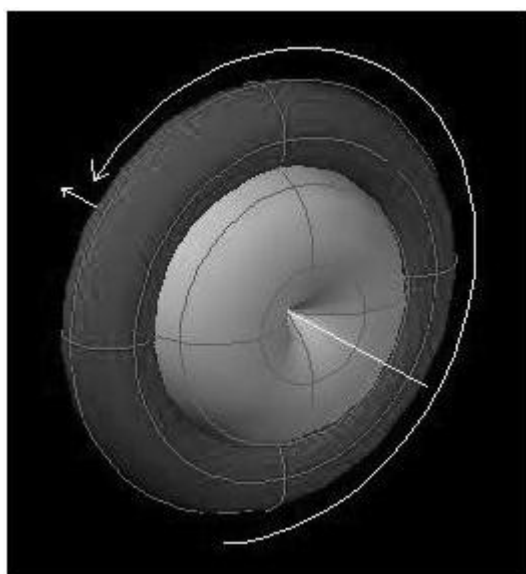


Рис. 3.4. Нейтрино в фотоне

Обратимся к кольцевому вращению фотона. Снова будем считать, что поперечное движение независимо от продольного. Применим к нему формулу (3.5). При $p_\phi = 0$ фотон будет иметь поперечную массу m_ϕ . Поперечная масса m_ϕ определяется энергией фотона при отсутствии движения в поперечном направлении. Это есть энергия тороидального вращения гравитонов в двух кольцах нейтрино. Но так же выражается энергия покоя для электрона. Следовательно, *поперечная масса фотона равна продольной массе электрона m .*

Фотоны безинерционны только в продольном направлении, когда их инертная масса равна нулю. Луч света является символом прямолинейности: чтобы отклонить фотоны в поперечном направлении, нужно преодолеть инерцию поперечной массы. Отклоняющая сила должна совершить работу. Именно поэтому магнитное поле не действует на световой поток.

Известно, однако, притяжение лучей света полем тяготения при прохождении их вблизи Солнца. Из общей теории относительности следует, что сила F со стороны тела с большой массой M , действующая на легкую частицу с энергией E , движущуюся со скоростью v , определяется тензором энергии-импульса и равна [7]:

$$F = -G \frac{ME}{c^2 r^3} (1 + \beta^2) r - r \beta \beta, \quad \beta = \frac{v}{c}. \quad (3.13)$$

Теория говорит, что величина, играющая роль «пассивной гравитационной массы», зависит не только от энергии частицы, но и от взаимного направления векторов r и v . Если фотон летит вертикально

($v \parallel r$), то его «гравитационная масса» равна E/c^2 . Если же фотон летит горизонтально ($v \perp r$), то его «гравитационная масса» в два раза больше и равна $2E/c^2$.

В первом случае инерции в продольном направлении нет. Взаимодействие поля тяготения происходит только с поперечной массой. Во втором случае, кроме поперечной массы, появилась инерция, связанная с расположением фотона относительно действующей силы тяготения: сила действует на фотонные нейтрино в боковом направлении.

Аналогичное рассмотрение структуры нейтрино заставляет признать наличие у них ненаблюдаемой поперечной массы. В частности, для электронных нейтрино и антинейтрино значение поперечной массы должно быть близко к $m/2$.

Валерий Николаевич Пакулин
ValPak@yandex.ru
Санкт-Петербург