

Структура движения электрона.

А.К. Юхимец Anatoly.Yuhimec@Gmail.com

«Мы должны найти такой приём исследования, при котором мы могли бы сопровождать каждый свой шаг ясным физическим изображением явления».

Д.К. Максвелл

Эфирный заряд с массой $m_e/2$ (m_e - масса электрона) составляет основу структуры движения электрона, уже имеющего массу m_e [1]. Как сегодня общепринято, электрон также имеет собственный спин $\hbar/2$ и магнитный момент μ_e , создаваемый внутренним электрическим током в нём. Спин электрона и связанный с ним ток создаются за счёт кольцевого движения *заряда* на радиусе r_e . При этом величина $2\pi r_e$ известна как длина волны Комптона для электрона. Электрические *заряды* по своей природе уже имеют линейную скорость движения равную c (скорость света). Тогда спин электрона и будет $J_e = \frac{m_e c \cdot r_e}{2} = \frac{\hbar}{2}$.

В квантовой механике спин электрона, хотя и сравнивается с механическим моментом импульса, но не считается полностью таковым без всяких разъяснений *почему*. Если считать, что спин электрона связан *только* с массой его заряда, то он и будет таким, как и показано выше.

С другой стороны, так как заряд возбуждает вокруг себя внешнее магнитное поле, то он и набирает полную массу m_e , т.е. уже полную массу электрона. При этом за счёт кольцевого движения заряда *в структуре электрона* масса магнитного поля заряда распределяется уже вокруг создаваемого им тока, образуя внешнюю тороидальную оболочку магнитной индукции структуры электрона, рис. 1. Электрон становится магнитом с двумя чётко выраженными полюсами. Но его тороидальное «тело» при этом не имеет чётких границ, хотя его плотность и снижается с увеличением радиуса довольно быстро.

Магнитная индукция электрона в целом B_e создаётся непосредственно вращением по кольцу уже его полной массы m_e и исходя из её физической сути [2], определится как $B_e = \frac{m_e}{e} \cdot \frac{c}{r_e}$, (1)

где e – элементарный электрический заряд, равный 1, если это не оговорено иначе.

При этом в электроне заряд вместе с массой своего магнитного поля вращается на создаваемой им же магнитной индукции B_e , рис. 1.

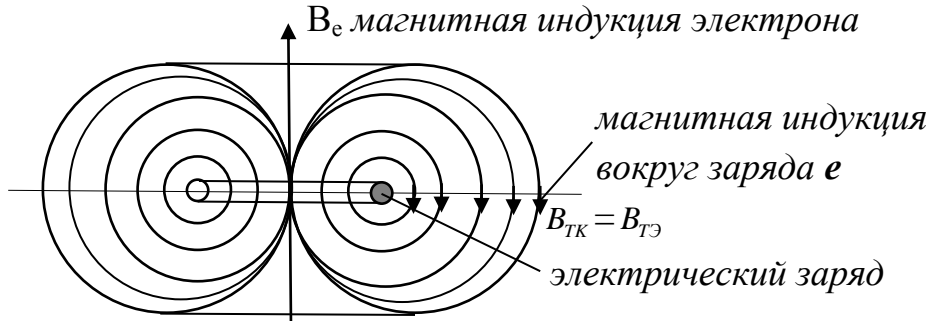


Рис. 1. Магнитное поле тока электрона; заряд e (справа) движется по кольцу от нас вокруг создаваемой им же магнитной индукции B_e .

Радиус его вращения можно определить как $r = \frac{m_e c}{e B_e} = \frac{m_e c \cdot r_e e}{e \cdot m_e c} = r_e$, где

$\frac{m_e c}{e} = p_e$ – импульс полной массы заряда электрона в её кольцевом движении.

Поток магнитной индукции B_e через кольцо «тока» заряда электрона определится как $\frac{m_e c}{r_e e} \cdot \pi r_e^2 = \frac{h}{2e}$. Эту величину, отнесённую к заряду электрона, выраженному в кулонах, можно численно записать как $\Phi_0 = h/2e = 2,0678506 \cdot 10^{-15} \text{ Вб}$. То есть она и будет равна известному кванту магнитного потока.

Из рис. 1 наглядно видно, что электрон представляет собой кольцевой ток, заключённый в тороидальную оболочку своего магнитного поля, не имеющего чётких внешних границ. Заряд в своём токовом движении проходит через тор с кольцевым радиусом r_e и торовым радиусом $2r_0$. При этом вместе с внешними магнитными вихрями его смещает по кольцу *напряжение*, создающее кольцевую *напряжённость заряда* E_z . Она будет определена чуть ниже.

Назовём внутреннюю энергию магнитного поля электрона *потенциальной кинетической*, как и само это поле. Его масса вместе с массой заряда и создаёт полную массу электрона равную m_e .

Так как заряд электрона вращается по кольцу с радиусом r_e со скоростью c , то он тем самым создаёт кольцевой *электрический ток*

$i = \frac{ec}{2\pi r_e}$. Если e – заряд электрона в кулонах, c – скорость света в см/сек, r_e – в см, то получим ток в амперах. Магнитный момент электрона $\mu_e = iS_{TK}$, где $S_{TK} = \pi r_e^2$ – площадь «токового кольца». Или $\mu_e = \frac{ec}{2\pi r_e} \cdot \pi r_e^2 = \frac{ecr_e}{2} [A \cdot cm^2]$. Как известно, этот магнитный момент назван магнетоном Бора. Если подставить в формулу $e = 1,6021892 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$, то эта величина будет $\mu_B = 9,274078 \cdot 10^{-20} \text{ Асм}^2$ или $\mu_B = 9,274078 \cdot 10^{-24} \text{ Дж/Тл}$, как это и приводится в справочниках.

А сейчас проверим пригодность при описании электрона классического уравнения Максвелла для *плотности полного тока*, записав его для данного случая в виде $j = \frac{1}{\mu_0} \nabla \times B_{TK} - \frac{\varepsilon_0 \Delta E_3}{\Delta t}$, (2) где: B_{TK} – расходящаяся магнитная индукция от «токового кольца» (фактически от заряда электрона), а $\mu_0 = 4\pi n_e r_0 / e^2$ и $\varepsilon_0 = e^2 / 4\pi n_e r_0 c^2$ – магнитная и электрическая постоянные вакуума. И здесь уже появляется классический радиус электрона $r_0 = r_e \alpha$, где α – постоянная тонкой структуры в квантовой физике.

Вначале определим первое слагаемое, записав его для *тока электрона* в виде $\frac{1}{\mu_0} \nabla \times B_{TK}$. То есть это закон Ампера для магнитной индукции, которую обычно создаёт вокруг проводника постоянный ток. Дальше она распространяется вокруг проводника в соответствии с эмпирически найденным законом $B_{T\Omega}(r) = \frac{\mu_0 2I}{4\pi r}$, (3)

где: I – ток в проводнике, а r – расстояние от оси проводника [3, с. 266].

Магнитная индукция вокруг тока в электроне $B_{T\Omega}(r)$ исходит от торового вращения самой массы заряда e . При этом на самом заряде его торовая индукция [2] равна $B_{m3} = \frac{m_e c}{er_0}$. А вращение эфира, *исходящее* от торового вращения заряда (см. ниже рис. 2) создаёт уже магнитную индукцию *тока* электрона $B_{T\Omega}$, показанную на рис. 1.

Магнитная индукция от торового вращения *заряда* спадает, *исходя от заряда* в зависимости от r , как $B_{m3}(r) = B_{m3} \frac{r_0}{r} = \frac{m_e c}{e \cdot r}$. Но так как заряд движется по кольцу с радиусом r_e циклически, а индукция исходит именно от него, то за каждый цикл своего движения он будет создавать вокруг тока электрона в его каждом условном поперечном

сечении магнитную индукцию пропорционально отношению $2r_0/2\pi r_e$. То есть это отношение ширины тороида заряда к длине токового кольца. Тогда магнитная индукция тока электрона в любом его условном поперечном сечении, будучи прямо пропорциональной времени пребывания заряда в нём в течение каждого цикла движения, будет $B_{TЭ}(r) = B_{mэ}(r) \frac{2r_0}{2\pi r_e} = \frac{m_e c}{e \cdot r} \cdot \frac{2r_0}{2\pi r_e}$. (4)

Выражение (4) можно преобразовать следующим образом. $B_{TЭ}(r) = \frac{m_e c}{e \cdot r} \cdot \frac{2r_0}{2\pi r_e} \cdot \frac{4\pi e}{4\pi e} = \frac{4\pi m_e r_0}{4\pi r \cdot e^2} \cdot \frac{2ec}{2\pi r_e}$. А так как $\frac{4\pi m_e r_0}{e^2} = \mu_0$, а $\frac{ec}{2\pi r_e} = i$, то в конечном виде $B_{TЭ}(r) = \frac{\mu_0 2i}{4\pi r}$. То есть мы и получили выражение (3) для магнитной индукции вокруг тока электрона. Откуда непосредственно вокруг «токового кольца» на радиусе $2r_0$ она будет $B_{TK} = \frac{\mu_0 2i}{4\pi 2r_0}$.

Тогда первое слагаемое $\frac{1}{\mu_0} \nabla \times B_{TK} = \frac{2\pi 2r_0 2i}{\pi (2r_0)^2 4\pi 2r_0} = \frac{i}{4\pi r_0^2} = j$ и даёт нам плотность j для тока $i = \frac{ec}{2\pi r_e}$. То есть это тот ток, который элементарный заряд создаёт при движении по кольцу внутри электрона и который мы нашли выше чисто из простых физических соображений. А найденная *плотность* тока связана с поперечным сечением движения самого заряда. Мы также наглядно видим, что поле магнитной индукции ток электрона имеет не потому, что заряд *движется*, а потому, что заряд *имеет* его уже по своей природе.

Чтобы найти второе слагаемое в (2), вначале найдём напряжённость на заряде электрона E_3 , которая является для него движущей силой в его кольцевом движении на радиусе r_e . В данном случае она не является электрической, а возникает *по оси* заряда за счёт перепада давлений на нём [1]. А так как энергия (*напряжение*) кольцевого движения массы тора заряда в электроне равна $\frac{m_e \cdot c^2}{2e} \cdot \frac{c^2}{2}$, а длина окружности кольца электрона составляет $2\pi r_e$, то это и даёт напряжённость $E_3 = \frac{m_e c^2}{2e \cdot 2\pi r_e}$. (5)

Далее, изменение $\Delta E_3 / \Delta t$ найдём из следующих физических соображений, рис. 2. Из положения 1 в положение 2 заряд смещается

за $\Delta t = \pi r_e / c$. При этом напряжённость на нём изменяется на $\Delta E_3 = -2E_3$.

Тогда отношение $-\frac{\varepsilon_0 \Delta E}{\Delta t}$ с учётом (5) будет $\frac{e^2}{4\pi m_e r_0 c^2} \cdot \frac{2m_e c^2}{4e \cdot 2\pi r_e} \cdot \frac{c}{\pi r_e}$.

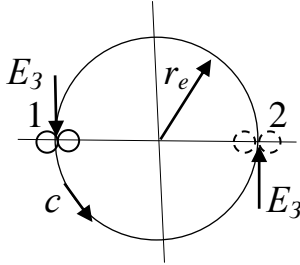


Рис. 2. Движение заряда под воздействием напряжённости E_3 .

Отсюда, подставляя $r_e = r_0 / \alpha$ в знаменатель вместо одного из r_e , значение второго слагаемого в (2) получим как $\frac{ec}{2\pi r_e \cdot 4\pi r_0^2} \cdot \frac{\alpha}{2\pi}$. То есть

это будет ток $i_{см} = \frac{ec \cdot \alpha}{2\pi r_e \cdot 2\pi}$ через сечение $4\pi r_0^2$, названный Максвеллом *током смещения*. Он создаётся напряжённостью E_3 , которая и смещает заряд.

Тогда общий ток по кольцу электрона составит $i_{общ} = \frac{ec}{2\pi r_e} \left(1 + \frac{\alpha}{2\pi}\right)$,

а создаваемый им магнитный момент будет $\mu_e = \frac{ecr_e}{2} \left(1 + \frac{\alpha}{2\pi}\right)$, что примерно на 0,12% больше магнетона Бора и подтверждено экспериментально.

Полученный выше в первом слагаемом (4) ток аналогичен току проводимости в проводнике, который определяется через закон Ома в *амперах* как $i = U/R$, где U – напряжение на концах проводника в *вольтах*, а R – сопротивление проводника в *омах*. В электроне напряжение кольцевого движения полной массы заряда $U_e = \frac{m_e c^2}{2e}$, а

ток «проводимости» равен $i = \frac{ec}{2\pi r_e}$. Отсюда электрическое

сопротивление движению заряда в электроне равно

$$R_e = \frac{m_e c^2}{2e} \cdot \frac{2\pi r_e}{ec} = \frac{\pi r_e m_e c}{e^2} = \frac{h}{2e^2}.$$

Рассчитаем численные значения всех этих величин.

Так как полная энергия электрона $m_e c^2 = 0,511 \cdot 10^6 \text{ eV}$, то напряжение кольцевого движения заряда $U_e = \frac{0,511 \cdot 10^6 \text{ eV}}{2e} = 0,2555 \cdot 10^6 \text{ V}$, т.е. равно 255500 В. Сила тока «проводимости»

$$i \approx \frac{1,6022 \cdot 10^{-19} \cdot 3 \cdot 10^{10}}{2 \cdot 3,14 \cdot 3,86 \cdot 10^{-11}} \approx 19,8286 \text{ A.}$$

Электрическое сопротивление движению заряда $R \approx \frac{255500}{19,8286} \approx 12885 \cdot$

Ом.

Отсюда мощность, затрачиваемая природой только на кольцевое вращение заряда в электроне и создание тока в нём, равна примерно 5МВт, что трудно себе вообразить.

Итак, как и показано на рис. 1, первичный уже *электронный* («токовый») тороид с радиусами r_e и $2r_0$ далее охватывается вторичными тороидными вращениями эфира с быстро уменьшающейся их плотностью. Так *электрон* набирает свою полную массу m_e и полную энергию «покоя». Образно говоря, электрон снаружи имеет свою эфирную «магнитоиндукционную шубу» с убывающей плотностью. Это и есть внешнее магнитное поле электрона, *внутренняя* (и тем самым уже *потенциальная*) кинетическая энергия которого *возбуждается зарядом*.

В работе [1] уже было сказано, что масса вторичных тороидов в зависимости от их радиуса изменяется в соответствии с зарядовой постоянной как $m(r) = \frac{m_e r_0}{2r}$. А так как она имеет торовое вращение, а ещё вращается в электроне и по кольцу со скоростью c , то и содержит в себе энергию $m(r)c^2 = \frac{m_e r_0 c^2}{2r}$. При этом собственная энергия полной массы внешнего магнитного поля электрона равна $U_{me} = \frac{m_e c^2}{2}$.

Итак, в целом энергия массы «покоя» электрона складывается из энергии кольцевых и торовых вращений всех образующих его вихрей. Она, прежде всего, включает собственную энергию торового и кольцевого вращений массы первичного зарядового тороида с радиусом r_0 , т.е. $U_{зт} = m_e c^2 / 2$. Далее вся масса электрона имеет кольцевое вращение с энергией $U_{ек} = m_e c^2 / 2$, что уже даёт $m_e c^2$. Кроме того, масса внешних магнитных тороидов имеет энергию своего

торового и кольцевого вращений $U_{МП} = m_e c^2 / 2$. И тогда энергия всех собственных внутренних вращений электрона вместе с его внешним магнитным полем в целом составит $U_e = 1,5m_e c^2$.

Электрическое *поле заряда* электрона тоже обладает энергией, о чём было сказано в работе [1]. Но оно *чисто потенциальное* и не добавляет массы электрону. Но именно оно за счёт *потенциальных сил*, сосредоточенных на заряде, и *переводит* часть *внутреннего потенциала* электрона в его *внешнюю* кинетическую энергию, т.е. сообщает ему его линейную скорость. Это происходит при взаимодействии электрона с другими зарядами. При этом *изменяющееся движение заряда* электрона (его движение становится спиральным) изменяет и структуру движения его магнитного поля в целом. В результате у линейно движущегося электрона (что уже считается электрическим током) и появляется *магнитное поле тока*.

Но когда взаимодействуют лишь две *элементарных* частицы с их разноимёнными зарядами, то их потенциальная энергия переходит в кинетическую энергию линейного движения без роста их массы. Более того, за счёт некоторой части массы и энергии внешнего магнитного поля электрона при его взаимодействии с протоном, например при образовании атома водорода, и создаются излучаемые при этом фотоны.

За счёт потенциальной энергии электрического поля, которая будет, *воздействуя на заряд, изменять форму движения заряда* (превращая её из кольцевой в спиральную), электрон и будет разогнан до линейной скорости c в процессе его аннигиляции с позитроном. Но общая кинетическая энергия всей массы электрона при этом не изменится. Позитрон тоже имеет такую же чисто потенциальную энергию и за счёт её получит *при взаимодействии* с электроном такую же линейную скорость c . Эфирная масса обеих структур при этом полностью перейдёт в массу эфирных структурно-динамических движений разлетающихся фотонов.

Когда электрон с позитроном аннигилируют с образованием двух фотонов с массой каждого равной m_e и энергией каждого равной $m_e c^2$, то это уже будет наполовину их (фотонов) энергией чисто внешнего линейного движения со скоростью c и наполовину энергией вращения с такой же средней скоростью c на радиусе r_e . Поэтому полную энергию *этих* фотонов и можно выразить формулой

$$E = h\nu = 2\pi r_e m_e c \frac{c}{2\pi r_e} = m_e c^2. \quad (6)$$

В общем же случае для фотонов $2\pi r_f m_f c = 2\pi r_e m_e c$, а поэтому их энергия и равна $E_f = h\nu_f = 2\pi r_f m_f c \frac{c}{2\pi r_f} = m_f c^2.$ (7)

Как изменяется структура движения электрона и его масса при его линейном движении с образованием волны де Бройля, показано в отдельной статье [4].

Как известно, в 20-е годы прошлого столетия релятивистскую теорию электрона разрабатывал и англичанин П.А.М. Дирак [5]. Его подход был абстрактно-математическим без какой-либо физической модели. И хотя его работа и получила признание в ортодоксальной физике, но так и не решила проблему электрона. А материальное в своей основе так называемое «электронное море Дирака» с его «дырками – позитронами» принципиально противоречит общей идеологии эйнштейновской трактовки СТО. Но ортодоксальная физика и по сей день закрывает на всё это глаза, как и на многое другое, что и породило кризис в фундаментальной теоретической физике.

Ссылки:

1. Физическая модель электрического заряда и вывод закона Кулона. <http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/190301140807.pdf>
2. Эфир и его динамическое самодвижение. <http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/181210161056.pdf>
3. Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. Фейнмановские лекции по физике. Ч. 5. Электромагнетизм. М.: «Мир», - 1977.
4. Волна де Бройля и увеличение массы электрона. <http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/151125212517.pdf>
5. П.А.М. Дирак. Релятивистское волновое уравнение электрона. УФН, т. 129, вып. 4, 1979.

Приложение.

Как известно (см., например «Фейнмановские лекции по физике» [1.1, с. 92-95]), решения уравнений Максвелла для полного тока приводят нас к волновым уравнениям. Отсюда следует, что и электрон как внешне динамически уравновешенная и довольно устойчивая открытая структурно-динамическая форма движения эфира как

сплошной среды должен быть окружён распространяющимися от него волнами. Я приведу здесь эти решения, несколько уточнив их в связи с новым подходом и именно для электрона, а также наглядно раскрою их физическую суть.

Собственно, решения первых двух уравнений остаются как есть. Это, прежде всего, уравнение для магнитной индукции $B = \nabla \times A$, которое было применено выше и которое теперь не просто понятно, но и наглядно. Далее идёт закон Фарадея, который тоже со всей наглядностью был раскрыт выше. Но для напряжённости внешнего электрического поля электрона он может быть записан в виде $E(r) = -\nabla\varphi(r) - \frac{\partial A(r)}{\partial t}$. [1.1, с. 93], где: $\varphi(r)$ - скалярный (по сути кинетический) потенциал, согласно зарядовой постоянной равный

$\varphi(r) = \frac{m_e r_0 c^2}{e 2r}$, и $A(r) = \frac{m_e r_0 c}{e 2r}$ - векторный потенциал, расходящихся от

заряда тороидов, в их кольцевом вращении. Здесь мы должны рассматривать кольцевое вращение, так как именно оно определяет знак заряда и его электрическое поле. Тогда в движении зарядовой

структуры $\nabla\varphi(r) = -\frac{m_e r_0 c^2}{e 2r^2}$ и $\frac{\partial A(r)}{\partial t} = -\frac{m_e r_0 c \cdot c}{e 2r \cdot r} = -\frac{m_e r_0 c^2}{e 2r^2}$. Откуда

$E(r) = \frac{m_e r_0 c^2}{e r^2} = \frac{4\pi \cdot m_e r_0 c^2 \cdot e}{4\pi \cdot r^2 \cdot e^2} = \frac{e}{4\pi\epsilon_0 r^2}$, что и соответствует закону Кулона.

На что здесь следует обратить внимание. Далее мы будем рассматривать расходящиеся от зарядовой структуры волновые процессы.. А так как вторичные тороиды имеют скорость c как в кольцевом движении массы на радиусе r , так и в торовом на радиусе $r/2$, то при определении производных следует различать к какому вращению в каждом конкретном случае они относятся, рис.1.1. Так, например, при *кольцевом* вращении расходящихся тороидов $c = \frac{\partial r}{\partial t}$, а

при *торовом* $c = \frac{\partial(r/2)}{\partial t}$. То же самое относится и к производным по радиусу. Поэтому будем брать первую производную для торового вращение, а вторую для кольцевого.

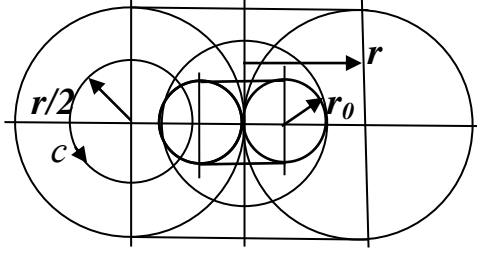


Рис. 1.1. Торговое вращение вторичных тороидов (расходящихся от r_0 заряда) на радиусе $r/2$ и кольцевое вращение на радиусе r .

Далее некоторые уточнения связаны с уравнением, связывающим $\varphi(r_0)$ и $A(r_0)$ с их источником $-\nabla^2\varphi(r_0) - \frac{\partial}{\partial t}\nabla\cdot A(r_0) = \frac{\pi\rho(r_0)}{\varepsilon_0}$ (1.1)

(справа в числителе добавлено π), а также с уравнением (2) для плотности тока электрона, которое уже рассматривалось выше, где тоже (слева) добавлено π , $\pi\cdot j = \frac{1}{\mu_0}\nabla\times\vec{B} - \frac{\varepsilon_0\partial\vec{E}}{\partial t}$. (2.1)

Вначале рассмотрим уравнение (1.1), где источником является структура движения эфира, создающая плотность электрического заряда электрона. Если, как это обычно и делают, принять в нём калибровку Лоренца $\nabla\cdot A(r) = -\frac{1}{c^2}\frac{\partial\varphi(r)}{\partial t}$, то уравнение (1.1) даст нам волновое уравнение, которое на самом источнике примет вид $\nabla^2\varphi(r_0) - \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\varphi(r_0)}{\partial t^2} = -\frac{\pi\rho(r_0)}{\varepsilon_0}$, (3.1)

а за пределами источника будет $\nabla^2\varphi(r) - \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\varphi(r)}{\partial t^2} = 0$. (4.1)

Проверим, правомерно ли здесь применить указанную калибровку? Так как $-\frac{1}{c^2}\frac{\partial\varphi(r)}{\partial t} = \frac{1}{c^2}\frac{m_e r_0 c^2 \cdot 2\partial(r/2)}{e \cdot 2r \cdot \partial t} = \frac{m_e r_0 c}{er^2}$, а $\nabla\cdot A(r) = \frac{m_e r_0 c}{e2r} \cdot \frac{4\pi^2 r^2}{2\pi^2 r^3} = \frac{m_e r_0 c}{er^2}$, то калибровка Лоренца здесь действительно приемлема.

Теперь раскроем уравнение (3.1). Так как кинетический потенциал зарядового движения $\varphi(r_0) = \frac{m_e c^2}{e2}$, то его производная вначале по радиусу $r_0/2$ торового вращения будет $\nabla\varphi(r_0) = \frac{m_e c^2}{er_0}$, а затем по радиусу r_0 кольцевого вращения будет $\nabla^2\varphi(r_0) = -\frac{m_e c^2}{er_0^2}$. Также

производную по времени берём вначале на радиусе торового

$$\frac{1}{c^2} \frac{\partial \varphi(r_0)}{\partial t} = \frac{1}{c^2} \frac{m_e c^2 \cdot 2\partial(r_0/2)}{e2r_0 \cdot \partial t} = \frac{m_e c}{er_0},$$
 а затем и кольцевого вращения

$$\frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \varphi(r_0)}{\partial t^2} = \frac{m_e c \cdot \partial r_0}{er_0^2 \cdot \partial t} = \frac{m_e c^2}{er_0^2}.$$
 Тогда в (3.1) слева имеем

$$-\frac{m_e c^2}{er_0^2} - \frac{m_e c^2}{er_0^2} = -\frac{2m_e c^2}{er_0^2} \text{ и справа } -\frac{\pi \varphi(r_0)}{\varepsilon_0} = -\frac{\pi e \cdot 4\pi m_e r_0 c^2}{e^2 2\pi^2 r_0^3} = -\frac{2m_e c^2}{er_0^2}.$$
 Т.е.

уравнение (3.1) выполняется.

$$\text{В уравнении (4.1) } \varphi(r) = \frac{m_e r_0 c^2}{e2r}, \quad \nabla \varphi(r) = -\frac{m_e r_0 c^2}{er^2}, \quad \nabla^2 \varphi(r) = -\frac{m_e r_0 c^2 (-2)}{er^3},$$

$$\text{а } \frac{1}{c^2} \frac{\partial \varphi(r)}{\partial t} = -\frac{1}{c^2} \frac{m_e r_0 c^2 \cdot 2\partial(r/2)}{e2r^2 \cdot \partial t} = -\frac{m_e r_0 c}{er^2} \text{ и}$$

$$\frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 \varphi(r)}{\partial t^2} = -\frac{m_e r_0 c (-2) \cdot \partial(r)}{er^3 \cdot \partial t} = \frac{2m_e r_0 c^2}{er^3},$$
 что даёт в левой части ноль, и

уравнение (4.1) тоже выполняется.

И, наконец, рассмотрим уравнение (2.1), применив его не к плотности тока в электроде, что уже было сделано выше, а непосредственно к движению эфира в зарядовом тороиде и в расходящихся от него вторичных тороидах (рис. 2.1). Источником волнового процесса здесь будет кольцевая частота вращения массы зарядового тороида $\nu = c/2\pi r_0$ и её плотность $j(r_0) = \frac{ec}{2\pi r_0 \cdot \pi r_0^2}$. (5.1)

Так как $1/\mu_0 = c^2 \varepsilon_0$, то уравнение (2.1) для заряда вначале можно записать в виде $\pi \cdot j = c^2 \varepsilon_0 \nabla \times \vec{B}_{T3} - \varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}_{3K}}{\partial t}$, а затем как

$$\frac{\pi \cdot j}{\varepsilon_0} = c^2 \nabla \times \vec{B}_{T3} - \frac{\partial \vec{E}_{3K}}{\partial t}.$$
 Но, так как $B_{T3} = \text{rot} A_3$ и $E_{3K} = -\nabla \varphi_3 - \frac{\partial A_3}{\partial t}$, то

уравнение можно переписать и в виде

$$\frac{\pi \cdot j}{\varepsilon_0} = c^2 \nabla \times (\nabla \times A_3) - \frac{\partial}{\partial t} (-\nabla \varphi_3 - \frac{\partial A_3}{\partial t}).$$
 А так как $\nabla \times (\nabla \times A_3) = \nabla(\nabla \cdot A_3) - \nabla^2 A_3$,

то уравнение принимает вид $-c^2 \nabla^2 A_3 + c^2 \nabla(\nabla \cdot A_3) + \frac{\partial}{\partial t} \nabla \varphi_3 + \frac{\partial^2 A_3}{\partial t^2} = \frac{\pi \cdot j}{\varepsilon_0}$.

Далее, если снова принять калибровку Лоренца $\nabla \cdot A_3 = -\frac{1}{c^2} \frac{\partial \varphi_3}{\partial t}$, то и

получим волновое уравнение

$$\nabla^2 A_3 - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 A_3}{\partial t^2} = -\frac{\pi \cdot j}{c^2 \varepsilon_0} = -\pi \mu_0 j(r_0). \quad (6.1)$$

А для расходящихся от заряда вторичных тороидов оно принимает вид $\nabla^2 A(r) - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 A(r)}{\partial t^2} = 0$. (7.1)

Источник волнового процесса с учётом (5.1) можно записать как

$$-\pi\mu_0 j(r_0) = -\frac{\pi \cdot 4\pi m_e r_0 \cdot ec}{e^2 \cdot 2\pi r_0 \cdot \pi r_0^2} = -\frac{2m_e c}{er_0^2}. \quad (8.1)$$

И уравнение (6.1) на заряде раскрывается следующим образом.

Векторный потенциал зарядового движения $A_3 = \frac{m_e c}{2e}$. Тогда

$$\nabla A(r_0) = \frac{m_e c}{er_0} \quad \text{и} \quad \nabla^2 A(r_0) = -\frac{m_e c}{er_0^2}, \quad \text{а} \quad \frac{\partial A(r_0)}{\partial t} = \frac{m_e c \cdot 2\partial(r_0/2)}{2e \cdot r_0 \partial t} = \frac{m_e c \cdot c}{er_0} \quad \text{и}$$

$$\frac{\partial^2 A(r_0)}{\partial t^2} = \frac{m_e c^2 \cdot \partial r_0}{er_0 \cdot r_0 \partial t} = \frac{m_e c \cdot c^2}{er_0^2}, \quad \text{то и получим в (6.1) слева} \quad -\frac{2m_e c}{e \cdot r_0^2}, \quad \text{что и}$$

соответствует источнику (8.1).

А теперь раскроем левую часть уравнения (7.1). Так как

$$A(r) = \frac{m_e r_0 c}{2er}, \quad \nabla A(r) = -\frac{m_e r_0 c}{er^2} \quad \text{и} \quad \nabla^2 A(r) = \frac{2m_e r_0 c}{er^3}, \quad \text{а} \quad \frac{\partial A(r)}{\partial t} = -\frac{m_e r_0 c \cdot c}{er^2} \quad \text{и}$$

$$\frac{\partial^2 A(r)}{\partial t^2} = \frac{2m_e r_0 c \cdot c^2}{er^3}, \quad \text{что и даёт в (7.1) слева ноль, т.е. уравнение}$$

выполняется.

Формулу (8.1) с учётом (5.1) можно раскрыть и следующим

$$\text{образом: } \pi\mu_0 j(r_0) = \frac{\pi \cdot 4\pi m_e r_0 \cdot ec}{e^2 \cdot 2\pi r_0 \cdot \pi r_0^2} = \frac{1}{2} \cdot \frac{2\pi r_0}{\pi r_0^2} \cdot \frac{2\pi(r_0/2)}{\pi(r_0/2)^2} \cdot \frac{m_e c}{e2} = \frac{1}{2} \text{rot}_3 \text{rot} A_3, \quad (9.1)$$

что ещё более наглядно раскрывает источник волнового процесса векторного потенциала. Это двойное вращение массы эфира в тороиде заряда. Если учесть, что ротор (9.1) циркулирует ещё и на радиусе r_e , то уже общим источником волнового процесса, как бы исходящего от электрона в целом, будет $\text{rot}_e \text{rot}_3 \text{rot} A_3$, что и создаёт вокруг электрона его квазистационарное магнитное поле.

Ссылки к приложению:

1.1. Фейнмановские лекции по физике. Ч. 6. Электродинамика. М.: Мир, 1977.