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 $m_e/2$ 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. Тогда спин электрона и будет $J_e = \dfrac{m_e c \cdot r_e}{2} = \dfrac{\hbar}{2}$.

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 создаётся непосредственно вращением по кольцу уже его полной массы m_e и исходя из её физической сути, определится как $B_e = \dfrac{m_e}{e} \cdot \dfrac{c}{r_e}$. (1)

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

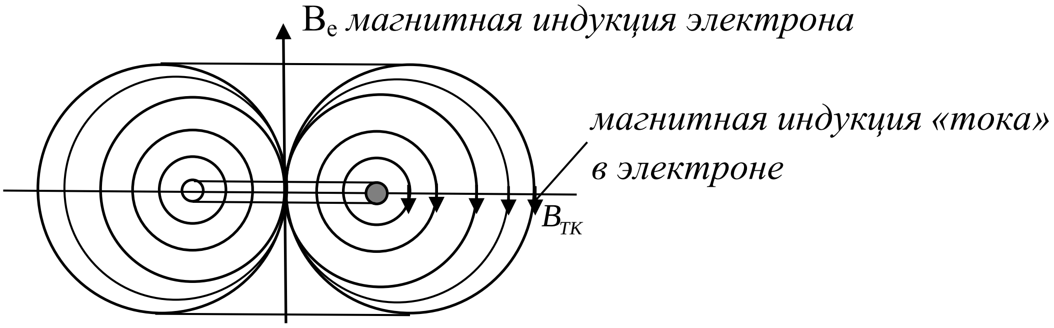

Рис. 1. Магнитное поле электрона; заряд (справа) движется по кольцу от нас.

вращения можно определить как $r = \dfrac{m_e c}{eB_e} = \dfrac{m_e c \cdot r_e e}{e \cdot m_e c} = r_e$, где $\dfrac{m_e c}{e} = p_e$ - импульс полной массы заряда электрона в её кольцевом движении.

Поток магнитной индукции B_e через кольцо «тока» заряда электрона определится как $\dfrac{m_e c}{r_e e} \cdot \pi r_e^2 = \dfrac{h}{2e}$. Эту величину, отнесённую к заряду электрона, выраженному в *кулонах*, можно численно записать как $\Phi_0 = h/2e = 2{,}0678506 \cdot 10^{-15} \textit{Вб}$. 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 $E_З$. 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 $i = \dfrac{ec}{2\pi r_e}$. 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

$\mu_e = \frac{ec}{2\pi r_e} \cdot \pi r_e^{\ 2} = \frac{ecr_e}{2} \, [A \cdot см^2]$. Как известно, этот магнитный момент назван магнетоном Бора. Если подставить в формулу $e = 1{,}6021892 \cdot 10^{-19} Кл$, то эта величина будет $\mu_Б = 9{,}274078 \cdot 10^{-20} Асм^2$ или $\mu_Б = 9{,}274078 \cdot 10^{-24} Дж/Тл$, как это и приводится в справочниках.

А сейчас проверим пригодность при описании электрона классического уравнения Максвелла для плотности полного тока, немного подправив его для данного случая, т.е. в виде

$$j = \frac{1}{\pi \mu_0} \nabla \times B - \frac{\varepsilon_0}{\pi} \frac{\partial E}{\partial t}. \qquad (2)$$

Вначале определим первое слагаемое, записав его для *тока электрона* в виде $\frac{1}{\pi \mu_0} \nabla \times B_{ТК}$, где $B_{ТК}$-. расходящаяся магнитная индукция от «токового кольца». То есть это закон Ампера с магнитной индукцией, которую обычно создаёт вокруг проводника ток и которая дальше распространяется в соответствии с эмпирически найденным законом Био - Савара. Магнитная индукция от «токового кольца» заряда, если исходить из указанного выше закона, распространяется далее как $B_{ТК} = B_e \frac{r_0}{r} = \frac{m_e c r_0}{r_e e r}$. Тогда непосредственно вокруг «токового кольца» на радиусе $2r_0$ она будет $B_{ТК} = \frac{m_e c r_0}{r_e e r} = \frac{m_e c r_0}{r_e e 2 r_0} = \frac{m_e c}{2 r_e e}$, что в два раза меньше магнитной индукции B_e (1), пронизывающей кольцо.

Тогда первое слагаемое

$\frac{1}{\pi \mu_0} \nabla \times B_{ТК} = \frac{e^2}{\pi 4 \pi m_e r_0} \cdot \frac{2\pi 2 r_0 m_e c / 2 r_e e}{\pi (2 r_0)^2} = \frac{ec}{2\pi r_e \cdot 4 \pi r_0^{\ 2}}$. Откуда ток $i = \frac{ec}{2\pi r_e}$, т.е. 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 он *имеет* его уже *по своей природе.*

Закон Био - Савара для магнитной индукции $B_{ТК}$ в нашем случае, исходя из известной в классической электродинамике формулы, можем записать как $2\pi r B_{ТК} = \pi\mu_0 i$, где справа для электрона добавлено число π. Тогда $2\pi r B_{ТК} = 2\pi r \frac{m_e c r_0}{r_e e r} \cdot \frac{2\pi e}{2\pi e} = \frac{\pi 4\pi r_0 m_e}{e^2} \cdot \frac{ec}{2\pi r_e} = \pi\mu_0 i$.

Чтобы найти второе слагаемое, вначале найдём электрическую напряжённость $E_З$, которая является для заряда движущей силой в его кольцевом движении на радиусе r_e. При движении массы заряда со скоростью c по окружности с радиусом r_e за время ∂t она описывает на этой окружности дугу длиной $c\partial t$. Этой длине дуги соответствует сектор круга площадью $\partial S = \pi r_e^2 \frac{c\partial t}{2\pi r_e} = \frac{r_e c\partial t}{2}$. А так как через данную окружность проходит поток определённой выше магнитной индукции $B_e = \frac{m_e c}{r_e e}$ (1), то за время ∂t изменение этого потока будет равно $\partial \Phi_З = B_З \partial S = \frac{m_e c}{r_e e} \cdot \frac{r_e c \partial t}{2} = \frac{m_e c^2 \partial t}{2e}$. Это изменение потока в соответствии со вторым законом электродинамики Максвелла неразрывно связано с циркуляцией напряжённости $E_З$ по рассматриваемой окружности. Тогда её циркуляция на радиусе r_e запишется как $2\pi r_e E_З = \partial \Phi_K / \partial t$.

Откуда $E_З = \frac{m_e c^2}{2e \cdot 2\pi r_e}$. (3)

Эту напряжённость можно было бы найти и проще. Так как энергия (*напряжение*) кольцевого движения полной массы заряда равна $m_e c^2 / 2e$, а длина окружности кольца составляет $2\pi r_e$, то это и даёт полученную выше *напряжённость*. А так как $\frac{\partial E_З}{\partial t} = -\frac{m_e c^2 c}{2e 2\pi r_e^2}$, то отсюда второе слагаемое в (2) будет $-\frac{\varepsilon_0}{\pi}\frac{\partial E_З}{\partial t} = \frac{e^2 m_e c^2 \cdot c}{\pi \cdot 4\pi r_0 m_e c^2 \cdot 2e 2\pi r_e^2}$.

Подставляя $r_e = r_0 / \alpha$ в знаменатель вместо одного из r_e, значение этого слагаемого получим как $\frac{ec \cdot \alpha}{2\pi r_e \cdot 2\pi \cdot 4\pi r_0^2}$. То есть это будет ток $i = \frac{ec \cdot \alpha}{2\pi r_e \cdot 2\pi}$ через сечение $4\pi r_0^2$. Этот ток назван Максвеллом *током смещения*. Он создаётся напряжённостью, которая и *смещает* заряд. Тогда общий ток по кольцу электрона составит $i_{общ} = \frac{ec}{2\pi r_e}(1 + \frac{\alpha}{2\pi})$, (4) а создаваемый им магнитный момент будет $\mu_e = \frac{ecr_e}{2}(1+\frac{\alpha}{2\pi})$, 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 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 $R_e = \frac{m_e c^2}{2e} \cdot \frac{2\pi r_e}{ec} = \frac{\pi r_e m_e c}{e^2} = \frac{h}{2e^2}$. (5)

Рассчитаем численные значения всех этих величин.

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

$$i \approx \frac{1{,}6022 \cdot 10^{-19} \cdot 3 \cdot 10^{10}}{2 \cdot 3.14 \cdot 3{,}96 \cdot 10^{-11}} \approx 19{,}328 \text{ А.}$$

Электрическое сопротивление движению заряда $R \approx \frac{255500}{19{,}328} \approx 13218 \cdot$ Ом.

Отсюда мощность, затрачиваемая природой только на спиновое 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 эта масса 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 $U_{eK} = m_e c^2 / 2$, 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 $U_e = 1{,}5 m_e c^2$.

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* *<u>движение заряда</u>* 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 *<u>магнитное поле тока</u>*.

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 вначале 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

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

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 $E_f = h\nu_f = 2\pi r_f m_f c \dfrac{c}{2\pi r_f} = m_f c^2$. (7)

Как изменяется структура движения электрона и его масса при его линейном движении с образованием волны де Бройля, показано в отдельной статье [2].

Как известно, в 20-е годы прошлого столетия релятивистскую теорию электрона разрабатывал и англичанин П.А.М. Дирак [3]. 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/151213202104.pdf
2. Волна де Бройля и увеличение массы электрона. http://new-idea.kulichki.net/pubfiles/151125212517.pdf

3. 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* 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 мы применяли 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 $\varphi(r) = \frac{m_e r_0 c^2}{e2r}$, и $A(r) = \frac{m_e r_0 c}{e2r}$ - 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 $\nabla\varphi(r) = -\frac{m_e r_0 c^2}{e2r^2}$ и $\frac{\partial A(r)}{\partial t} = -\frac{m_e r_0 c \cdot c}{e2r \cdot r} = -\frac{m_e r_0 c^2}{e2r^2}$. Откуда $E(r) = \frac{m_e r_0 c^2}{er^2} = \frac{4\pi \cdot m_e r_0 c^2 \cdot e}{4\pi \cdot r^2 \cdot e^2} = \frac{e}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$, 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* $c=\dfrac{\partial(r/2)}{\partial t}$. То же самое относится и к производным по радиусу. Поэтому будем брать первую производную для торового вращения, а вторую для кольцевого.

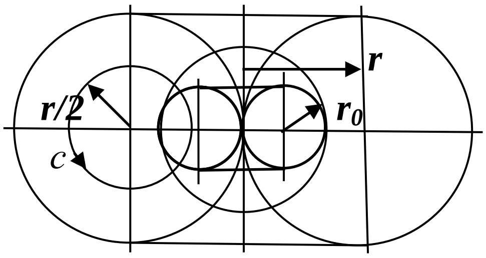

Рис. 1.1. Торовое вращение вторичных тороидов (расходящихся от r_0 заряда) на радиусе $r/2$ и кольцевое вращение на радиусе r.

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

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

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 $\nabla\cdot A(r)=-\dfrac{1}{c^2}\dfrac{\partial\varphi(r)}{\partial t}$, то уравнение (1.1) даст нам волновое уравнение, которое на самом источнике примет вид

$$\nabla^2\varphi(r_0)-\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\varphi(r_0)}{\partial t^2}=-\frac{\pi\rho(r_0)}{\varepsilon_0}, \qquad (3.1)$$

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

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

Теперь раскроем уравнение (3.1). Так как кинетический потенциал зарядового движения $\varphi(r_0)=\dfrac{m_e c^2}{e2}$, то его производная вначале по радиусу $r_0/2$ торового вращения будет $\nabla\varphi(r_0)=\dfrac{m_e c^2}{er_0}$, а затем по радиусу r_0 кольцевого вращения будет $\nabla^2\varphi(r_0)=-\dfrac{m_e c^2}{e{r_0}^2}$. Также производную по времени берём вначале на радиусе торового $\dfrac{1}{c^2}\dfrac{\partial\varphi(r_0)}{\partial t}=\dfrac{1}{c^2}\dfrac{m_e c^2\cdot 2\partial(r_0/2)}{e2r_0\cdot\partial t}=\dfrac{m_e c}{er_0}$, а затем и кольцевого вращения $\dfrac{1}{c^2}\dfrac{\partial^2\varphi(r_0)}{\partial t^2}=\dfrac{m_e c\cdot\partial r_0}{e{r_0}^2\cdot\partial t}=\dfrac{m_e c^2}{e{r_0}^2}$. Тогда в (3.1) слева имеем $-\dfrac{m_e c^2}{e{r_0}^2}-\dfrac{m_e c^2}{e{r_0}^2}=-\dfrac{2m_e c^2}{e{r_0}^2}$ и справа $-\dfrac{\pi\rho(r_0)}{\varepsilon_0}=-\dfrac{\pi e\cdot 4\pi m_e r_0 c^2}{e^2 2\pi^2{r_0}^3}=-\dfrac{2m_e c^2}{e{r_0}^2}$. Т.е. уравнение (3.1) выполняется.

В уравнении (4.1) $\varphi(r)=\dfrac{m_e r_0 c^2}{e2r}$, $\nabla\varphi(r)=-\dfrac{m_e r_0 c^2}{er^2}$, $\nabla^2\varphi(r)=-\dfrac{m_e r_0 c^2(-2)}{er^3}$, а $\dfrac{1}{c^2}\dfrac{\partial\varphi(r)}{\partial t}=-\dfrac{1}{c^2}\dfrac{m_e r_0 c^2\cdot 2\partial(r/2)}{e2r^2\cdot\partial t}=-\dfrac{m_e r_0 c}{er^2}$ и

$\dfrac{1}{c^2}\dfrac{\partial^2\varphi(r)}{\partial t^2}=-\dfrac{m_e r_0 c(-2)\cdot\partial(r)}{er^3\cdot\partial t}=\dfrac{2m_e r_0 c^2}{er^3}$, что даёт в левой части ноль, и уравнение (4.1) тоже выполняется.

И, наконец, рассмотрим уравнение (2.1) $j=\dfrac{1}{\pi\cdot\mu_0}\nabla\times\vec{B}-\dfrac{\varepsilon_0}{\pi}\dfrac{\partial\vec{E}}{\partial t}$, применив его не к плотности тока в электроне, 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

$$j(r_0)=\frac{ec}{2\pi r_0\cdot\pi {r_0}^2}. \qquad (5.1)$$

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

Но, так как $B_T=rotA_З$ и $E_З=-\nabla\varphi_З-\dfrac{\partial A_З}{\partial t}$, то уравнение можно переписать и в виде $\dfrac{\pi\cdot j}{\varepsilon_0}=c^2\nabla\times(\nabla\times A_З)-\dfrac{\partial}{\partial t}(-\nabla\varphi_З-\dfrac{\partial A_З}{\partial t})$. А так как $\nabla\times(\nabla\times A_З)=\nabla(\nabla\cdot A_З)-\nabla^2 A_З$, то уравнение принимает вид

$-c^2\nabla^2 A_3 + c^2\nabla(\nabla\cdot A_3) + \dfrac{\partial}{\partial t}\nabla\varphi_3 + \dfrac{\partial^2 A_3}{\partial t^2} = \dfrac{\pi\cdot j}{\varepsilon_0}$. Далее, если снова принять калибровку Лоренца $\nabla\cdot A_3 = -\dfrac{1}{c^2}\dfrac{\partial\varphi_3}{\partial t}$, то и получим волновое уравнение

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

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

Источник волнового процесса с учётом (5.1) можно записать как

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

И уравнение (6.1) на заряде раскрывается следующим образом. Векторный потенциал зарядового движения $A_3 = \dfrac{m_e c}{2e}$. Тогда $\nabla A(r_0) = \dfrac{m_e c}{e r_0}$ и $\nabla^2 A(r_0) = -\dfrac{m_e c}{e r_0^{\ 2}}$, а $\dfrac{\partial A(r_0)}{\partial t} = \dfrac{m_e c\cdot 2\partial(r_0/2)}{2e\cdot r_0\partial t} = \dfrac{m_e c\cdot c}{e r_0}$ и $\dfrac{\partial^2 A(r_0)}{\partial t^2} = \dfrac{m_e c^2\cdot\partial r_0}{e r_0\cdot r_0\partial t} = \dfrac{m_e c\cdot c^2}{e r_0^{\ 2}}$, то и получим в (6.1) слева $-\dfrac{2m_e c}{e\cdot r_0^{\ 2}}$, что и соответствует источнику (8.1).

А теперь раскроем левую часть уравнения (7.1). Так как $A(r) = \dfrac{m_e r_0 c}{2er}$, $\nabla A(r) = -\dfrac{m_e r_0 c}{er^2}$ и $\nabla^2 A(r) = \dfrac{2m_e r_0 c}{er^3}$, а $\dfrac{\partial A(r)}{\partial t} = -\dfrac{m_e r_0 c\cdot c}{er^2}$ и $\dfrac{\partial^2 A(r)}{\partial t^2} = \dfrac{2m_e r_0 c\cdot c^2}{er^3}$, что и даёт в (7.1) слева ноль, т.е. уравнение выполняется.

Формулу (8.1) с учётом (5.1) можно раскрыть и следующим образом: $\pi\mu_0 j(r_0) = \dfrac{\pi\cdot 4\pi m_e r_o\cdot ec}{e^2 2\pi r_0\cdot \pi r_0^{\ 2}} = \dfrac{1}{2}\cdot\dfrac{2\pi r_0}{\pi r_0^{\ 2}}\cdot\dfrac{2\pi(r_o/2)}{\pi(r_o/2)^2}\cdot\dfrac{m_e c}{e2} = \dfrac{1}{2} rot_3 rot A_3$, (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 $rot_e rot_3 rot A_3$, что и создаёт вокруг электрона его квазистационарное магнитное поле.

Ссылки к приложению:

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