9.3. Закон Кулона, радиус «электрона», электрический заряд (*)

Сократ учил, что «знание» равняется «добродетели». А Лютер только и говорил о Молоте Б-ГА, разбивающем доверие человека к его знаниям и к праведности, держащейся на приносимых знанием истинах (не понимать, но плакать и ненавидеть) [116]. «Ничто так не противоборствует вере, как закон и разумом, без огромного труда, преодолеть его невозможно, но если хочешь быть спасен – преодолеть его нужно. Поэтому когда закон напугает совесть… веди себя так, как будто о законе никогда не слышал, но войди во мрак, где не светит тебе ни закон, ни разум, но лишь тайна веры!» – негодовал Лютер.

Как было показано в предыдущих пунктах, «электрон-электронное» и «позитрон-позитронное» усредненные взаимодействия описываются одинаковыми выражениями: (9.14а) и (9.14 б). Модули этих сил равны

$$\left|\vec{F}^{\,Э1+Э2}\right| = \left|\vec{F}^{\,П1+П2}\right| = -\frac{m_0 c^2 r_e}{r^2(1-r_e/r)}, \tag{9.15}$$

а «электрон-позитронное» взаимодействие описывается выражением (9.7), модуль которого равен

$$\left|\vec{F}^{\,Э+П}\right| = \frac{m_0 c^2 r_e}{r^2(1+r_e/r)}, \tag{9.16}$$

где r – расстояние между «истинными» центрами ядер двух взаимодействующих «частиц».

При большом удалении ядер взаимодействующих «частиц» друг от друга (т. е. при r » r_e) выражения (9.15) и (9.16) принимают вид

$$\left|\vec{F}^{\,Э+Э}\right| \approx -\frac{m_0 c^2 r_e}{r^2}; \tag{9.17}$$

$$\left|\vec{F}^{\,Э+П}\right| \approx \frac{m_0 c^2 r_e}{r^2}. \tag{9.18}$$

Сравним уравнение (9.17) с законом Кулона.

Как известно, кулоновская сила «электрон-электронного» взаимодействия описывается выражением

$$\left|\vec{F}_к\right| = -\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}, \tag{9.19}$$

где $e = 1{,}60219 \cdot 10^{-19}$ Кл – заряд электрона, равный по величине заряду позитрона и протона;

$\varepsilon_0 = 8{,}85419 \cdot 10^{-12}$ Ф/м – электрическая постоянная.

В результате сравнения (9.17) и (9.19) можно получить тождество

$$\frac{m_0 c^2 r_e}{r^2} = \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}. \tag{9.20}$$

Откуда

$$r_e = \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 m_0 c^2}. \tag{9.21}$$

Подставляя в (9.21) числовые значения

$m_0 = 9{,}10953 \cdot 10^{-31}$ кг – масса электрона;

$e = -1{,}60219 \cdot 10^{-19}$ Кл – его заряда;

$c = 2{,}99792 \cdot 10^{8}$ м/с, – скорость света, получим очень важный результат

$$r_e = 2{,}81794 \cdot 10^{-15}\ \text{м} = 2{,}81794 \cdot 10^{-15}\ \text{м} = 2{,}81794 \cdot 10^{-13}\ \text{см} \qquad (9.23)$$

– усредненный радиус внешней границы ракии «электрона». По сути, это усредненный радиус ядра «электрона» и, соответственно, «позитрона». В электродинамике величину $r_e = 2{,}81794 \cdot 10^{-13}$ см называют классическим радиусом электрона.

К этому же результату приводит рассуждение совершенно иного рнода [53]. Предположим, что электрон представляет собой шарик с некоторым радиусом r_e. Припавняв потенциальную энергию даннго зарчяженного шарика его собственной энергии связанной с его массой покоя получим [53]

$$\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 r_e} = m_0 c^2 . \qquad (9.20)$$

Откуда для r_e получим выражение полностью совпадающее с выражением (9.20).

В феноменологической электродинамике, да и во всех квантовых теориях, элементарный электрический заряд «*e*» – это характеристика точечной элементарной частицы (т. е. частицы, размеры которой фактически равны нулю). Электрический заряд характеризует способность частицы участвовать в электромагнитных взаимодействиях.

Экспериментально установлено, что элементарным, отрицательным зарядом обладает электрон, его заряд равен $e^- = -1{,}60219 \cdot 10^{-19}$ Кл, а равным ему по величине, но обратным по знаку зарядом обладает позитрон, т. е. заряд позитрона равен $e^+ = 1{,}60219 \cdot 10^{-19}$ Кл. Элементарный заряд неделим, т. е. в природе в свободном состоянии встречаются частицы только с зарядом, кратным элементарному заряду. Частиц с дробными зарядами в свободном состоянии не встречается.

В рамках физики XIX и XX веков элементарные частицы не могут обладать распределенным в пространстве зарядом, т. к., согласно электродинамическим представлениям, одноименно заряженные части распределенного в пространстве заряда должны отталкиваться друг от друга. С точки зрения уходящей физики, если бы классический электрон или классический позитрон обладали хоть каким-нибудь пространственным размером, то они не имели бы шанса на выживание, т. к. их одноименно заряженные части неминуемо разлетелись бы в разные стороны под действием колоссальной электростатической силы. Поэтому в классических теориях и в квантовой механике элементарный заряд наряду с массой покоя и спином является своего рода внутренней характеристикой материальной «точки». Точнее, в уходящей науке материальную точку с элементарным зарядом e^-, массой покоя m_0, и спином ? $\hbar$ называют электроном. Протоны, как ныне считают многие ученые, состоят из 3 кварков с дробными зарядами. Согласно современным представлениям кварки никогда не могут покинуть ядро протона из-за сильных взаимодействий. Сильные взаимодействия настолько сильны, что одноименно заряженные кварки не могут ощутимо отдаляться друг от друга.

Отсутствие размеров у элементарных частиц, обладающих элементарным электрическим зарядом, не только противоречит обыденному здравому смыслу, но и приводит к логическим противоречиям. Например, попытка применить уравнения электродинамики к расстояниям, близким к центру элементарных частиц, приводит к абсурдным результатам. Действительно, вычислим полную энергию электростатического поля электрона $W_э$, радиус которого примем равным a [22]:

$$W_Э = \frac{1}{8\pi}\int E^2 dV = \frac{1}{8\pi}\int_a^\infty \frac{e^2}{r^4} 4\pi r^2 dr = -\frac{e^2}{2r}\Big|_a^\infty = \frac{e^2}{2a} . \qquad (9.24)$$

Очевидно, что при $a \to 0$ энергия электростатического поля стремится к бесконечности. Но даже, несмотря на столь очевидную расходимость, постулат об отсутствии размеров у элементарных частиц лежит в основе не только классической электродинамики, но и в основе всего квантово-механического формализма.

Чтобы уйти от подобного рода расходимостей, квантовая физика стала опираться на калибровочные теории, математический аппарат которых допускает процедуру перенормировки. В случае электродинамики единичного точечного заряда часть эффекта перенормировки заключается в учете так называемой поляризации физического вакуума. Этот эффект, как полагает квантовая физика, связан с тем, что повсеместно флуктуирующий кварк-глюонный конденсат физического вакуума поляризуется вокруг «голого» точечного электрического заряда. Это означает, что виртуальные заряженные частично-античастичные (в частности, *виртуальные электрон-позитронные) пары ориентируются таким образом, чтобы ослабить воздействие «голого» точечного заряда на удаленный пробный заряд. Бурлящий кварк-глюонными флуктуациями физический вакуум реагирует на «голый» заряд подобно диэлектрику, якобы создавая вокруг него непроницаемую оболочку из поляризованного кварк-глюонного конденсата. На малых расстояниях поляризационный туман несколько рассасывается и «голый» заряд становится как бы более видимым. При этом интенсивность его воздействия на малых расстояниях ощутимо возрастает. Согласно квантовой электродинамике (КЭД) эффективный заряд, или, точнее, «константа» электромагнитного взаимодействия* $a_{eff} = e^2_{eff}/(4\pi)$ *(т. е. «постоянная» тонкой структуры) электронов, описывается эвристическим выражением [81]:*

$$a_{eff} = \frac{a_e}{1 - \frac{a_e}{3\pi}\ln\frac{P^2}{4m_e}}, \tag{9.24а}$$

где P – импульс налетающего заряда (точечного электрона) на покоящийся заряд (точечный электрон);.

m_e *– масса электрона.*

В силу соотношения неопределенностей Гейзенберга $P{\cdot}r \geq \hbar/2$ *можно приближенно определить, что расстояние сближения двух зарядов* r *зависит от импульса (скорости) их сближения, т. е.*

$$P \approx \frac{\hbar}{2r}. \tag{9.24б}$$

При этом выражение (9.24а) принимает вид

$$a_{eff} = \frac{e^2_{eff}}{4\pi} = \frac{\frac{e^2}{4\pi}}{1 - \frac{e^2}{6\pi^2}\ln\frac{\hbar}{4rm_0}}. \tag{9.24г}$$

Подставим теперь эффективное значение «постоянной» тонкой структуры $e_{eff}{}^2/4\pi$, *заданной эвристическим соотношением (9.24г), в закон Кулона (9.19) вместо* $e^2/4\pi$. *В результате получим [82]:*

$$|F_к| \approx -\frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 r^2(1 - f(1/r))}, \tag{9.24д}$$

где

$$f(1/r) \approx \frac{e^2}{6\pi^2}\ln\frac{\hbar}{4rm_0}. \tag{9.24е}$$

Учтем теперь, что согласно (9.20)

$$e^2 = 4\pi\varepsilon_0 m_0 c^2 r_e. \tag{9.24и}$$

При этом эвристическое соотношение (9.24д) можно представить в виде

$$|F_к| \approx -\frac{m_0 c^2 r_e}{r^2(1 - f(1/r))}. \tag{9.24д}$$

Сравнивая (9.24д) с (9.15), обнаруживаем, что при

$$\frac{r_e}{r} \equiv f(1/r) \approx \frac{e^2}{6\pi^2}\ln\frac{\hbar}{4rm_0}$$

эти уравнения совпадают. То есть перенормировка, связанная с учетом поляризации кварк-глюонного конденсата физического вакуума, позволяет кантовой физике уйти от проблемы рассходимости интеграла (9.24). На самом же деле перенормировка приводит к тому, что заряд (в частности, электрон) оказывается не точечным, а распределенным в пространстве объектом. Данное обстоятельство и позволяет избежать неприятностей, подобных «бесконечным» энергетическим резервуарам. Схожесть (9.24д) с (9.15) лишний раз подтверждает правильность выбранного Алгеброй сигнатур пути.

В рамках настоящего исследования понятие элементарного электрического «заряда» остается, но с совершенно иным физическим содержанием. Во-первых, заряд электрона оказывается не исходным, фундаментальным понятием, а составной величиной, удобной лишь в силу сложившихся традиций. Действительно, если бы нам удалось получить усредненный радиус ракии «электрона» каким-нибудь иным путем, то согласно приближенному выражению (9.20) в последовательной теории было бы правильным определить заряд через радиус ракии «электрона» r_e:

$$e = \sqrt{4\pi\varepsilon_0 m_0 c^2 r_e}\ . \tag{9.25}$$

Во-вторых, в данной теории «заряд» характеризует не способность частиц участвовать в электромагнитных взаимодействиях, а интенсивность усредненных субконт-антисубконтных потоков, втекающих (вытекающих) в (из) ракии «частиц» / «античастиц».

Таким образом, в настоящей работе под элементарным электрическим «зарядом» подразумевается не некоторая таинственная внутренняя характеристика точечного классического электрона, а конкретная величина, характеризующая интенсивность субконт-антисубконтных потоков между ракиями «частиц» и «античастиц». Причем чем дальше друг от друга находятся центры взаимодействующих элементарных «частиц» и «античастиц», тем точнее значение электрического «заряда».

9.3.1. Кварк-глюонный конденсат во внешней оболочке «электрона» (*)

При рассмотрении трансцендентальных вопросов нужно быть трансцендентально ясным.
Рене Декарт

Мы уже говорили о том, что внешняя оболочка «электрона» (как, впрочем, и любой другой элементарной «частицы») находится в постоянном флуктуирующем состоянии. Это сложнейшим образом флуктуирующее поле теоретическая физика знает под названием «кварк-глюонный конденсат».

Попробуем высказаться по поводу возможности описания кварк-глюонного конденсата в рамках представлений Алсигны.

Путь внешняя граница ракии, например «электрона», постоянно флуктуирует (см. рис. 7.16). То есть сфера с радиусом r_e, окружающая ядро «электрона», постоянно претерпевает сложные деформации. При этом каждый радиус $r_e^{(a)}$, протянутый от центра ядра до каждой точки на этой сфере, можно считать случайной функцией времени и расстояния до центра ядра «частицы». То есть деформирующаяся сфера со средним радиусом r_e, выполняющая роль внешней границы ракии элементарной «частицы», может быть описана случайной функцией $r_e^{(a)} = r_e^{(a)}(r, t)$, флуктуирующей возле среднего значения r_e. С другой стороны, радиус внешней границы ракии «частицы» r_e может быть представлен в виде знакопеременной суммы 7-ми случайных слагаемых

$$r_e = r_e^{(1)} - r_e^{(2)} + r_e^{(3)} - r_e^{(4)} + r_e^{(5)} - r_e^{(6)} + r_e^{(7)}\,, \tag{9.25а}$$

таких, что эти слагаемые $r_e^{(1)}$, $r_e^{(2)}$, $r_e^{(3)}$, $r_e^{(4)}$, $r_e^{(5)}$, $r_e^{(6)}$, $r_e^{(7)}$ являются случайными функциями, но их сумма всегда должна быть равной среднему значению r_e.

Внутренняя граница ракии «частицы» так же может быть представлена в виде 7-ми других функций

$$-r_e = -r_e^{(8)} + r_e^{(9)} - r_e^{(10)} + r_e^{(11)} - r_e^{(12)} + r_e^{(13)} - r_e^{(14)}\,. \tag{9.25б}$$

По такому же принципу представим функции $(1+ r_e/r)$, $(1+ r_e/r)^{-1}$, $(1- r_e/r)$, $(1- r_e/r)^{-1}$ в виде знакопеременных сумм:

$$(1+ r_e/r) = (1+ r_e^{(1)}/r) - (1+ r_e^{(2)}/r) + (1+ r_e^{(3)}/r) - (1+ r_e^{(4)}/r) + (1+ r_e^{(5)}/r) - (1+ r_e^{(6)}/r) + (1+ r_e^{(7)}/r) \tag{9.25в}$$

$$(1+ r_e/r)^{-1} = (1+ r_e^{(1)}/r)^{-1}-(1+ r_e^{(2)}/r)^{-1}+(1+ r_e^{(3)}/r)^{-1}-(1+ r_e^{(4)}/r)^{-1}+(1+r_e^{(5)}/r)^{-1}-(1+ r_e^{(6)}/r)^{-1}+(1+ r_e^{(7)}/r)^{-1}$$

$$(1- r_e/r) = (1- r_e^{(8)}/r) - (1- r_e^{(9)}/r) + (1- r_e^{(10)}/r) - (1- r_e^{(11)}/r) + (1- r_e^{(12)}/r) - (1- r_e^{(13)}/r) + (1- r_e^{(14)}/r) \quad (9.25г)$$

$$(1- r_e/r)^{-1} = (1- r_e^{(8)}/r)^{-1} - (1- r_e^{(9)}/r)^{-1} + (1- r_e^{(10)}/r)^{-1} - (1- r_e^{(11)}/r)^{-1} + (1- r_e^{(12)}/r)^{-1}- (1- r_e^{(13)}/r)^{-1} + (1- r_e^{(14)}/r)^{-1}$$

Эти знакопеременные суммы теперь можно подставить в выражения (7.44) – (7.46), описывающие метрико-динамическое состояние внешней оболочки электрона, которые здесь представлены в виде:

$$< ds_1^{(+---)}>^2 = (1- r_e/r)c^2dt^2 - (1- r_e/r)^{-1}dr^2 - r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta\, d\varphi^2), \quad (9.25д)$$

$$< ds_2^{(+---)}>^2 = (1+ r_e/r)c^2dt^2 - (1+ r_e/r)^{-1}dr^2 - r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta\, d\varphi^2), \quad (9.25е)$$

$$< ds_3^{(+---)}>^2 = c^2dt^2 - dr^2 - r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta\, d\varphi^2). \quad (9.25ж)$$

Учитывая, что r^2 так же можно расписать в виде знакопеременной суммы

$$r^2 = r^2 - r^2 + r^2 - r^2 + r^2 - r^2 + r^2, \quad (9.25з)$$

после подстановки (9.25в), (9.25г), (9.25з) в (9.25д) – (9.25ж) получаются весьма громоздкие выражения, которые, однако, можно представить в виде суммы квадратов интервалов с сигнатурами, входящими в ранжир (5.19):

$$<ds_1^{(+---)}>^2=<ds_1^{(---+)}>^2+<ds_1^{(+--+)}>^2+<ds_1^{(--+-)}>^2+<ds_1^{(++--)}>^2+<ds_1^{(-+--)}>^2+<ds_1^{(+-+-)}>^2+<ds_1^{(++++)}>^2 \quad (9.25и)$$

$$<ds_2^{(+---)}>^2=<ds_2^{(---+)}>^2+<ds_2^{(+--+)}>^2+<ds_2^{(--+-)}>^2+<ds_2^{(++--)}>^2+<ds_2^{(-+--)}>^2+<ds_2^{(+-+-)}>^2+<ds_2^{(++++)}>^2 \quad (9.25к)$$

$$<ds_3^{(+---)}>^2=<ds_3^{(---+)}>^2+<ds_3^{(+--+)}>^2+<ds_3^{(--+-)}>^2+<ds_3^{(++--)}>^2+<ds_3^{(-+--)}>^2+<ds_3^{(+-+-)}>^2+<ds_3^{(++++)}>^2 \quad (9.25л)$$

где, например, $<ds_1^{(-+-+)}>^2$, $<ds_2^{(-+-+)}>^2$, $<ds_3^{(-+-+)}>^2$ образует триплет метрик:

$$<ds_1^{(-+-+)}>^2 = -(1- r_e^{(8)}/r)c^2dt^2 + (1- r_e^{(11)}/r)^{-1}dr^2 - r^2d\theta^2 + r^2\sin^2\theta\, d\varphi^2; \quad (9.25м)$$

$$<ds_2^{(-+-+)}>^2 = -(1+ r_e^{(3)}/r)c^2dt^2 + (1+ r_e^{(6)}/r)^{-1}dr^2 - r^2d\theta^2 + r^2\sin^2\theta\, d\varphi^2; \quad (9.25н)$$

$$<ds_3^{(-+-+)}>^2 = -c^2dt^2 + dr^2 - r^2d\theta^2 + r^2\sin^2\theta\, d\varphi^2, \quad (9.25о)$$

описывающих «выпукло-вогнутую» околоракийную 4-деформацию $\lambda_{-12\div-16}$-вакуума с сигнатурой (– + – +).

Вся эта совокупность усредненных интервалов в (9.25и) – (9.25л) описывает метрико-динамические свойства невообразимо сложного, «кварк-глюонного» хаоса, царящего во внешней оболочке элементарной «частицы». Интенсивность этого хаоса убывает обратно пропорционально квадрату расстояния от ракии «частицы» и в итоге затеривается на бесконечности среди подобных флуктуаций.

При усреднении таких «кварк-глюонных» флуктуаций мы вновь возвращаемся к исходным метрикам (7.44) – (7.46) (или (9.25д) – (9.25ж)), описывающим субконтную и антисубконтную стороны внешней оболочки и шельт «электрона».

Метрико-динамическое описание кварк-глюонного конденсата, окружающего ядро «античастицы» (например «позитрона») в рамках Алсигны описывается сходным образом, но только с использованием сигнатур из ранжира (5.20). То есть данные метрико-динамические флуктуации внешней оболочки «позитрона» описывается совокупностью метрик:

$$<ds_1^{(-+++)}>^2=<ds_1^{(+++-)}>^2+<ds_1^{(-++-)}>^2+<ds_1^{(++-+)}>^2+<ds_1^{(--++)}>^2+<ds_1^{(+-++)}>^2+<ds_1^{(-+-+)}>^2+<ds_1^{(----)}>^2 \quad (9.25п)$$

$$<ds_2^{(-+++)}>^2=<ds_2^{(+++-)}>^2+<ds_2^{(-++-)}>^2+<ds_2^{(++-+)}>^2+<ds_2^{(--++)}>^2+<ds_2^{(+-++)}>^2+<ds_2^{(-+-+)}>^2+<ds_2^{(----)}>^2 \quad (9.25р)$$

$$<ds_3^{(-+++)}>^2=<ds_3^{(+++-)}>^2+<ds_3^{(-++-)}>^2+<ds_3^{(++-+)}>^2+<ds_3^{(++--)}>^2+<ds_3^{(+-++)}>^2+<ds_3^{(-+-+)}>^2+<ds_3^{(----)}>^2 \quad (9.25с)$$

где, например, интервалы $<ds_1^{(+-++)}>^2$, $<ds_2^{(+-++)}>^2$, $<ds_3^{(+-++)}>^2$ образуют триплет метрик:

$$<ds_1^{(+-++)}>^2 = (1- r_e^{(8)}/r)c^2dt^2 - (1- r_e^{(11)}/r)^{-1}dr^2 + r^2d\theta^2 + r^2\sin^2\theta\, d\varphi^2;$$

$$<ds_2^{(+-++)}>^2 = (1+ r_e^{(3)}/r)c^2dt^2 - (1+ r_e^{(6)}/r)^{-1}dr^2 - r^2d\theta^2 + r^2\sin^2\theta\, d\varphi^2;$$

$$<ds_3^{(+-++)}>^2 = c^2dt^2 - dr^2 - r^2d\theta^2 + r^2\sin^2\theta\, d\varphi^2,$$

описывающих «вогнуто-выпуклую» околоракийную деформацию $\lambda_{-12\div-16}$-вакуума с сигнатурой (+ – + +).

Как выяснится в гл.10, подобного рода флуктуации и в самом деле похожи на бурление совокупности всех разновидностей внешних оболочек цветных «кварков».

От рождения я Гофман, но чтобы не сказали, что это «Сказки Гофмана», на титуле: Гаухман – то, что от Природы.