

93-359



сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

Д2-93-359

В.Н.Стрельцов

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ
НЕЙТРАЛЬНЫХ МИКРОСИСТЕМ
С ДВИЖУЩИМИСЯ ЗАРЯДАМИ
Часть II

1993

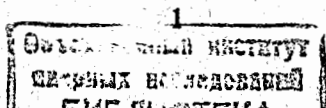
1. Ранее [1] в рамках планетарной модели строения атомов с учетом того, что электромагнитное поле движущихся электронов задается потенциалами Лиенара — Вихерта, было установлено следующее. Электрическое поле простейших атомов осциллирует с периодом $T_A \approx 10^{-16}$ с, причем частота изменения поля растет, а амплитуда уменьшается пропорционально числу электронов. Амплитуда отрицательной величины потенциала больше соответствующей положительной величины, но за счет меньшей длительности (в первом случае) среднее за период значение потенциала равно нулю. Различие указанных длительностей обусловлено влиянием эффекта Доплера.

С другой стороны, рассмотренная проблема позволила дать ответ на такой важный вопрос. В настоящее время фактически считается, что потенциал электрического поля равномерно движущегося (со скоростью βc) заряда задается выражением*

$$\Phi^- = \frac{e}{R(1 - \beta^2 \sin^2 \vartheta)^{1/2}}, \quad (1)$$

которое описывает сжатие поля в результате движения. Здесь ϑ — угол между направлением движения и радиусом-вектором (мгновенного) расстояния R от заряда до точки наблюдения поля. При использовании (1) среднее за период значение потенциала электрического поля атома Бора оказывается отличным от нуля. Оно пропорционально β^2 и имеет отрицательный знак. Отметим также, что в этом случае колебания потенциала происходят без изменения знака. Однако, как было отмечено, такой результат противоречит опытам по измерению изменения потенциала электрически изолированного контейнера при истечении из него большого объема газа (см., например, [3]). Как следует из этих опытов, величина дополнительного коэффициента ϵ (у заряда, скажем, в законе Кулона) не должна превышать 10^{-21} , тогда как расчеты с привлечением (1) дают $\epsilon \approx \beta^2 \approx 10^{-4}$. Несмотря на то, что сделанный вывод носит качественный характер, поскольку опирается на приближенную боровскую модель строения атома, он, безусловно, отражает суть обсуждаемого эффекта. А огромная точность измерения ϵ позволяет утверждать, что общепринятое пред-

*В учебниках обычно приводится соответствующая формула для напряженности (см., например, [2]).



ставление поля движущегося заряда в форме сжатого эллипсоида в природе не реализуется. Этот вывод можно считать самым решительным аргументом против использования «мгновенных расстояний», т.е. расстояний от заряда до точки наблюдения в сам момент наблюдения, что фактически и приводит к сжатию поля.

Движение протонов в ядре должно, очевидно, приводить к аналогичному эффекту осцилляции электрического поля ядра. Правда, в этом случае частота изменения поля (ν_α) несравненно выше и составляет $\sim 10^{22} \text{ с}^{-1}$. В дальнейшем мы еще вернемся к этому явлению*. Теперь же перейдем к рассмотрению подобного эффекта на «следующем уровне».

2. Согласно современным представлениям, тяжелые элементарные частицы — адроны, являются составными системами. Образующие их кварки совершают движения. Поскольку кварки обладают электрическим зарядом, то влияние движения должно приводить также к колебанию электрического поля адронов. Поскольку при этом скорость движения близка к скорости света, то частота изменения будет еще выше: $\nu_a \approx 10^{23} \text{ с}^{-1}$.

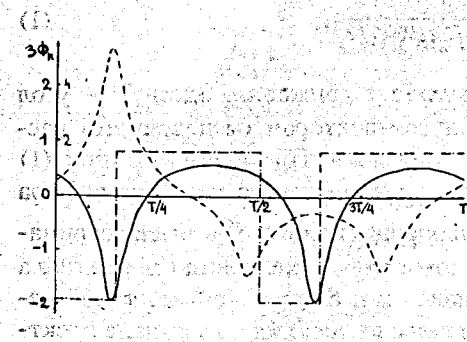


Рис. 1

Возьмем сначала нейтрон, который состоит из одного u -кварка с зарядом $+2/3$ и двух d -кварков с зарядами $-1/3$. Если представить себе, что эта система ведет себя подобно атомной, т.е. два d -кварка вращаются вокруг u -кварка, то поведение электрического поля нейтрона (в плоскости вращения) будет описываться сплошной кривой на рис.1. Эта кривая, очевидно, подобна, соответствующей зависимости для двухэлектронно-

атом. Только в данном случае скорости кварков близки к скорости света (на рисунках $\beta = 0,7$). Вместо этой мгновенной линейной конфигурации можно взять другую (также рассматриваемую в струнной модели), треугольную конфигурацию. Если система вращается вокруг центра такого равностороннего треугольника, то поведение электрического поля нейтрона

*Мы оставляем также в стороне возникающий принципиальный вопрос о нарушении тождественности микросистем вследствие обсуждаемого эффекта.

будет определяться пунктирной кривой* на рис. 1. Напомним, что по мере перехода от плоскости к оси вращения эффект постепенно уменьшается до нуля. Правда, например, в рамках той же струнной модели эта система, скорее, является пульсирующей. Такой случай для первой линейной конфигурации кварков отражает третья штрихпунктирная зависимость. (u -кварк покоится, а d -кварки симметрично колеблются около него. В крайних точках для простоты скорость d -кварков мгновенно меняется на противоположную. Плавное изменение скорости будет, очевидно, давать плавное изменение поля). В этом случае эффект соответственно максимален на линии движения кварков и уменьшается по мере удаления от нее. Можно, конечно, рассчитать поведение поля и для любой другой конфигурации кварков. Но самое главное здесь заключается в том, что из-за несовпадающего поведения конститuentов нейтрона электрическое поле в заданный момент от-
лично от нуля и с течением времени осциллирует.

На рис. 2 представлено поведение электрического поля другой элементарной нейтральной системы — π^0 -мезона. В этом случае, если кварк и антикварк вращаются вокруг центра масс пиона, имеем сплошную кривую. Соответствующее струнной модели, т.е. колеблющейся конфигурации $d - \bar{d}$, поведение поля отражает пунктирная зависимость.

Следует отметить, что и в рамках прежних представлений при диссоциации нейтрона на движущиеся виртуальные протон и π^- -мезон, а π^0 -мезон на p и \bar{p} электрическое поле должно осциллировать в духе последней зависимости.

Литература

1. Стрельцов В.Н. — Сообщение ОИЯИ Д2-93-318, Дубна, 1993.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. — Теория поля. М.: Наука, 1988, § 38.
3. Dylla H.F., King J.G. — Phys. Rev. A1973, 7, p. 1224.

Рукопись поступила в издательский отдел

4 октября 1993 года.

*При этом для удобства масштаб по оси ординат уменьшен в два раза, что отражает вторые цифры справа.

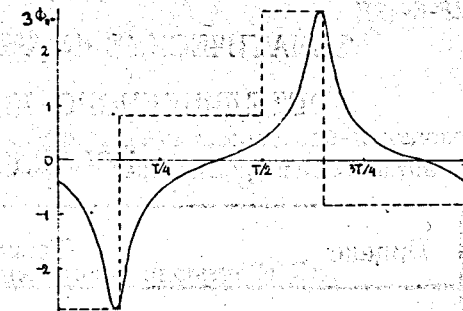


Рис. 2