Позитроний

2015г.

Дангян А.Э. araik_d@hotmail.com

Ключевые слова: Позитроний, позитрон, электрон, вакуум, квантовая механика, релятивистское уравнение, море Дирака.

Введение

В работе рассматривается связанное состояние электрона и позитрона- Позитроний. Путем решения нового релятивистского уравнения М2 [1] показано, что кроме известных водородоподобных состояний, Позитроний имеет устойчивые компактные состояния с высокой энергией связи.
Полученные состояния могут быть интерпретированы как частицы и элементарные ячейки структуры физического вакуума.

Радиальное уравнение М2 для Позитрония

Поскольку масса позитрона равна массе электрона, то уравнение для Позитрония будет отличатся от уравнения для атома водорода заменой массы m на приведенную массу $\mu = \frac{m}{2}$. Запишем радиальное уравнение М2 для Позитрония:

$$\frac{d^2R}{dr^2} + \frac{2}{r}\frac{dR}{dr} - \frac{l(l+1)}{r^2}R - \frac{1}{\hbar^2}\left[\frac{\mu^4 c^6}{\left(E + \frac{e^2}{4\pi\varepsilon_0 r}\right)^2} - \mu^2 c^2\right]R = 0 \qquad (1.1)$$

Далее будем применять атомную систему единиц Хартри. Перепишем уравнение (1.1) в атомных единицах Хартри $a_0 = 1, m = 1, e = 1, \hbar = 1, c = 137.03599971, 4\pi\varepsilon_0 = 1$.

С учетом значения приведенной массы $\mu = \frac{m}{2}$ уравнение (1.1) в атомных единицах Хартри примет вид:

$$\frac{d^2R}{dr^2} + \frac{2}{r}\frac{dR}{dr} - \frac{l(l+1)}{r^2}R - \left[\frac{c^6}{16\left(E + \frac{1}{r}\right)^2} - \frac{c^2}{4}\right]R = 0 \qquad (1.2)$$

Для решения полученного уравнения, воспользуемся математическим интернет ресурсом **WolframAlpha** http://www.wolframalpha.com/

Решение для радиальной волновой функции имеет следующий вид:

$$R(r)=k_1\frac{1}{r}\exp\left(-\frac{r\sqrt{c^6-4E^2c^2}}{4E}\right)(Er+1)^{\frac{1}{4}\left(\sqrt{16l(l+1)+\frac{c^6}{E^4}+4}+2\right)}\mathrm{HypergeometricU}\left(\frac{4\left(\sqrt{16l(l+1)+\frac{c^6}{E^4}+4}+2\right)E^4-c^4\left(\sqrt{16l(l+1)+\frac{c^6}{E^4}+4}+2\right)E^2+c^4\sqrt{c^6-4E^2c^2}}{16E^4-4E^2c^4},\frac{1}{2}\left(\sqrt{16l(l+1)+\frac{c^6}{E^4}+4}+2\right),\frac{\sqrt{c^6-4E^2c^2}(Er+1)}{2E^2}\right)$$

где HypergeometricU вырожденная гипергеометрическая функция второго рода, k_1 константа интегрирования.

Как известно, первый параметр вырожденной гипергеометрической функции является радиальным квантовым числом со знаком минус $-n_{rad}$.

Из этих соображений, получаем уравнение для определения энергии основного состояния и возбужденных состояний Позитрония в следующем виде:

$$\frac{4\left(\sqrt{16l(l+1)+\frac{c^6}{E^4}+4}+2\right)E^4-c^4\left(\sqrt{16l(l+1)+\frac{c^6}{E^4}+4}+2\right)E^2+c^4\sqrt{c^6-4E^2c^2}}{16E^4-4E^2c^4}=-n_{rad} \quad (1.3)$$

Определим энергии Позитрония для основного состояния $l=0, n_{rad}=0$ и первого возбужденного состояния с обитальным моментом $l=0, n_{rad}=1$.

Решая уравнение (1.3) с параметрами $l=0, n_{rad}=0$ получим: $E=9389.182604931262$.Далее будем анализировать только положительные значения энергии полученных при решении уравнения. Хотя уравнение дает симметричные решения. Однако, в графических представлениях приведем полную картину для наглядности.

Полученная энергия включает в себя энергию покоя. Учитывая это и переведя значение энергии из атомных единиц Хартри в электронвольты получим: $E=27.2\left(9389.182604931262\text{-}\frac{m}{2}c^2\right)eV=\text{-}6.8000905296969eV$. Полученная энергия является энергией основного состояния $l=0, n_{rad}=0$.

Теперь определим энергию первого возбужденного состояния $l=0, n_{rad}=1$.

$E=27.2\left(9389.37010971554\text{-}\frac{m}{2}c^2\right)eV=\text{-}1.6999603973177726eV$.

Построим график зависимости энергии от радиального квантового числа для сферически симметричных состояний с орбитальным моментом $l=0$ согласно уравнению (1.3) Рис.1.

На графике точка 1 соответствует основному состоянию $l=0, n_{rad}=0$. Точка 2 соответствует первому возбужденному состоянию $l=0, n_{rad}=1$. Состояния 3 и 4 будут анализированы позже.

Приведем график нормированной радиальной плотности вероятности для основного состояния и первого возбужденного состояния Рис.2.

Полученные значения энергий и приведенные графики доказывают, что уравнение M2 вполне адекватно описывает атом Позитрония.

Убедившись в этом перейдем к рассмотрению более экзотических состояний Позитрония вытекающих из решения уравнения M2. Эти решения не имеют аналогов для других уравнений квантовой механики и являются специфическими для уравнения M2.

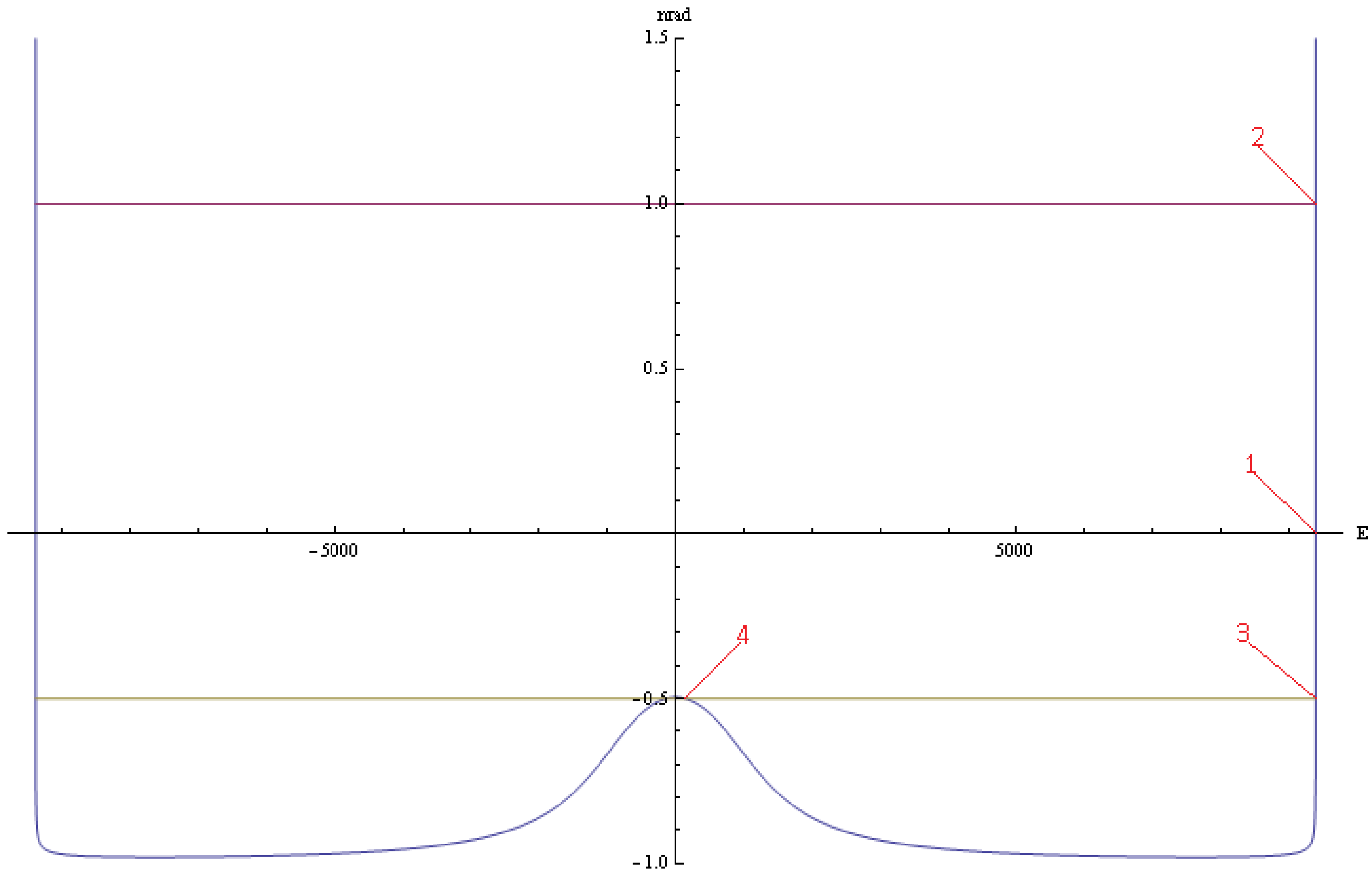

Рис.1 График зависимости энергии от радиального квантового числа n_{rad} при $l = 0$

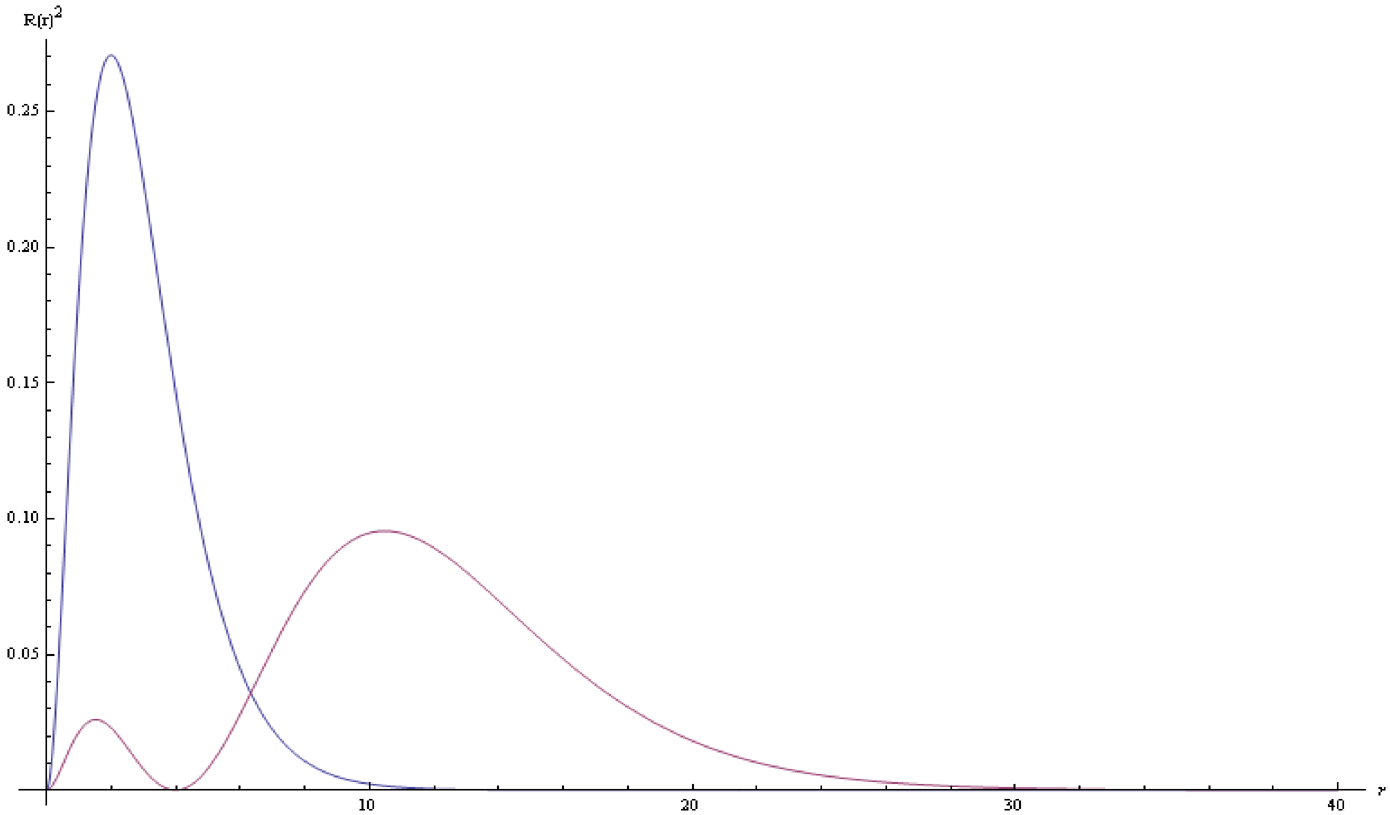

Рис.2 Нормированная радиальная плотность вероятности основного состояния и первого возбужденного состояния в атомных единицах Хартри.

Экзотические, сильно локализованные, компактные состояния Позитрония

Предположение о существовании компактных локализованных состояний Позитрония, предполагает наличие высокой энергии связи. Энергия связи должна быть выше чем принятого основного состояния. А это в свою очередь предполагает смещение радиального квантового числа в сторону отрицательных значений $n_{rad} < 0$. Посмотрев на график зависимости энергии от квантового числа Рис.1. можно понять, что таким значением является $n_{rad} = -\frac{1}{2}$.

Впервые в практику решений квантово-механических уравнений введем новое значение радиального квантового числа $n_{rad} = -\frac{1}{2}$. Вследствие этого, возникают два новых состояния 3 и 4.

Поскольку нас интересуют сильно связанные компактные состояния, то пока состояние 3 анализировать не будем. Этим условиям удовлетворяет состояние 4.

Пользуясь уравнением (1.3) определим энегию этого состояния для случая $l = 0, n_{rad} = -\frac{1}{2}$.

Решение дает: $E = \frac{\sqrt{c^4 - c^3\sqrt{-16 + c^2}}}{2\sqrt{2}}$ подставляя в полученную формулу значение скорости света $c = 137.03599971$ получим энергию $E = 137.05059985813182$ в атомных единицах Хартри. В электронвольтах энергия будет имеь значение: $E = 3727.7763161411854 eV$. Таким образом мы получили энергию основного состояния из серий сильно локализованных состояний. Фиксируя значение радиального квантового числа на значении $n_{rad} = -\frac{1}{2}$, можно, решая уравнение (1.3), получить универсальную формулу связи энергии и орбитального квантового числа l. Тем самым можно определить энергии возбужденных состоянии по орбитальному моменту при фиксированном значении радиального квантового числа $n_{rad} = -\frac{1}{2}$.

Формула взаимосвязи энергии и орбитального квантового числа будет иметь следующий вид:

$$l = \frac{-4E^4 + E^2c^4 - \sqrt{-4E^4c^6 + E^2c^{10}}}{2\left(4E^4 - E^2c^4\right)} \qquad (2.1)$$

На Рис.3. приведены значения энергии компактного позитрония вычисленные по формуле (2.1) для состояний радиального квантового числа $n_{rad} = -\frac{1}{2}$ и орбитального квантового числа $l = 0 \div 10$

Приведем в графическом виде поведение энергии в окресности состояния 4 Рис.1 для различных значений орбитального квантового числа. Рис.4.

Рассматривая полученные решения и графики, можно придти к неожиданному заключению. А именно: при компактных состояниях Позитрония, возбуждение по орбитальному моменту приводит к снижению энергии. То есть основное состояние имеет энергию выше чем последующие возбужденные состояния.

В случае рассмотрения компактного состояния Позитрония в качестве элементарной ячейки структуры вакуума, это будет означать, что основное состояние вакуума имеет ненулевую энергию. Более того, возбужденные состояния вакуума имеют энергию ниже чем основное состояние. Только в предельно возбужденном состоянии энергия вакуума стремится к нулю.

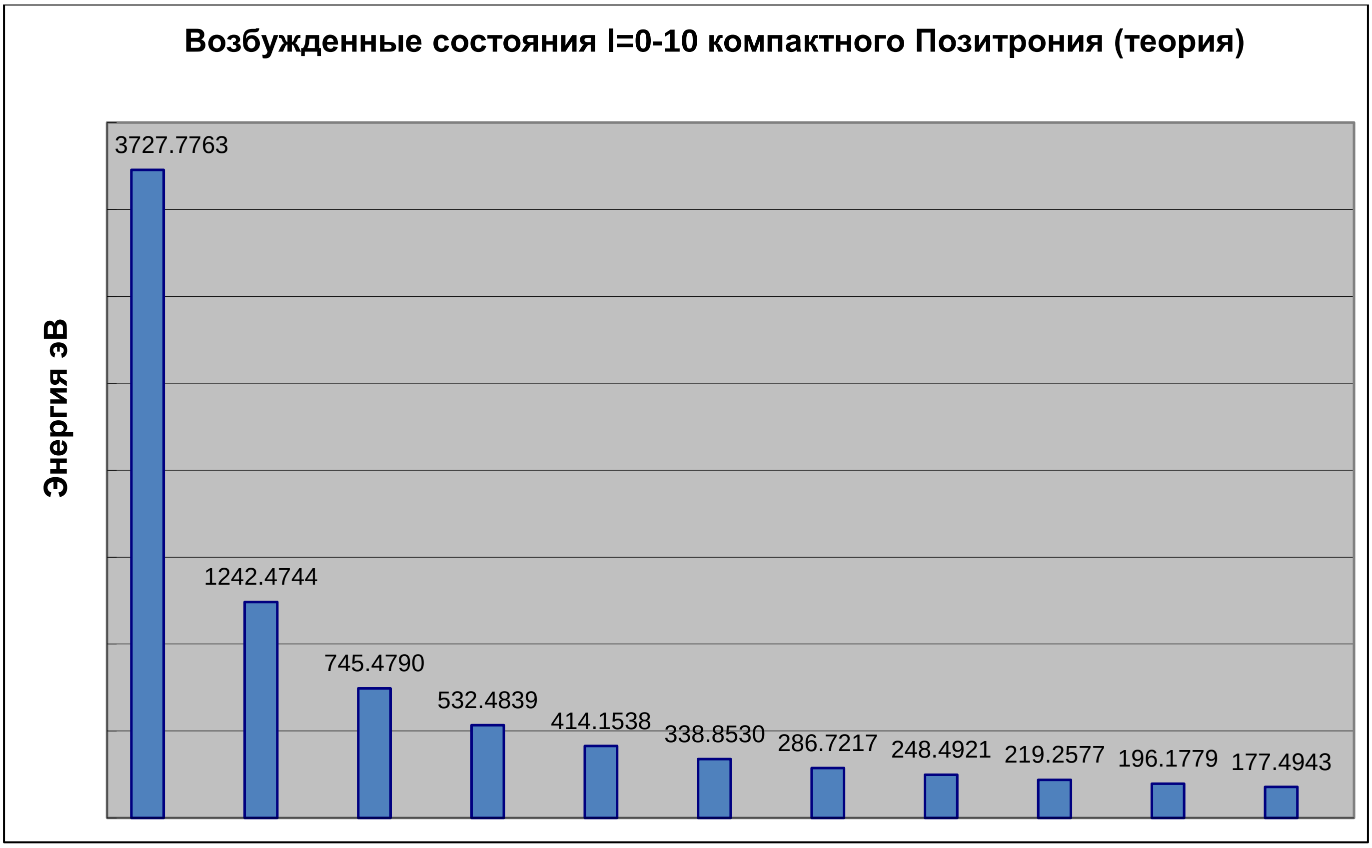

Рис.3. Значения энергии компактного позитрония вычисленные по формуле (2.1) для состояний радиального квантового числа $n_{rad} = -\frac{1}{2}$ и орбитального квантового числа $l = 0 \div 10$.

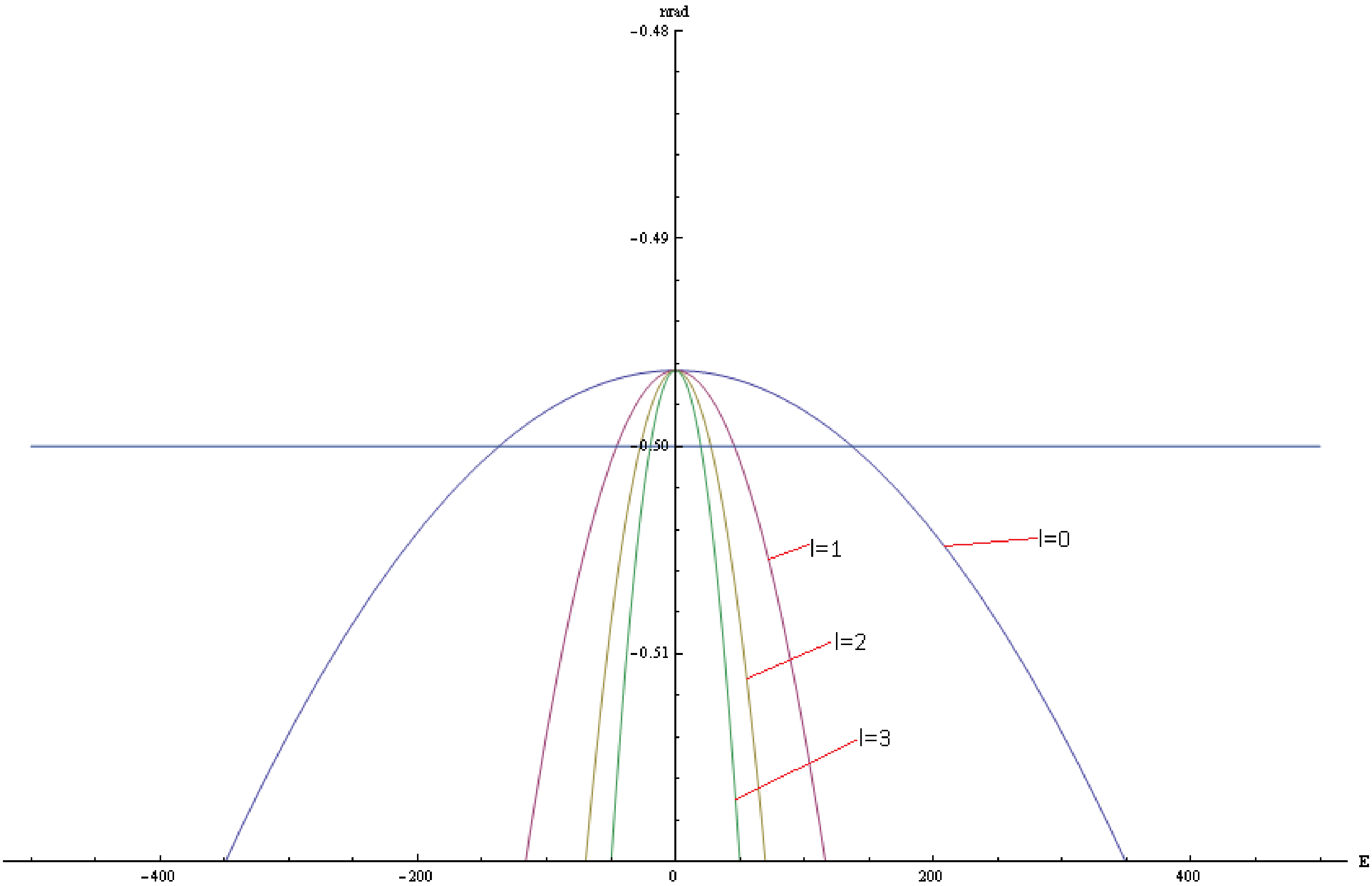

Рис.4. Графики энергии при различных значений орбитального квантового числа $l = 0 \div 3$

Приведем график радиальной плотности вероятности основного состояния $l = 0, n_{rad} = -\frac{1}{2}$ компактного Позитрония Рис.5.

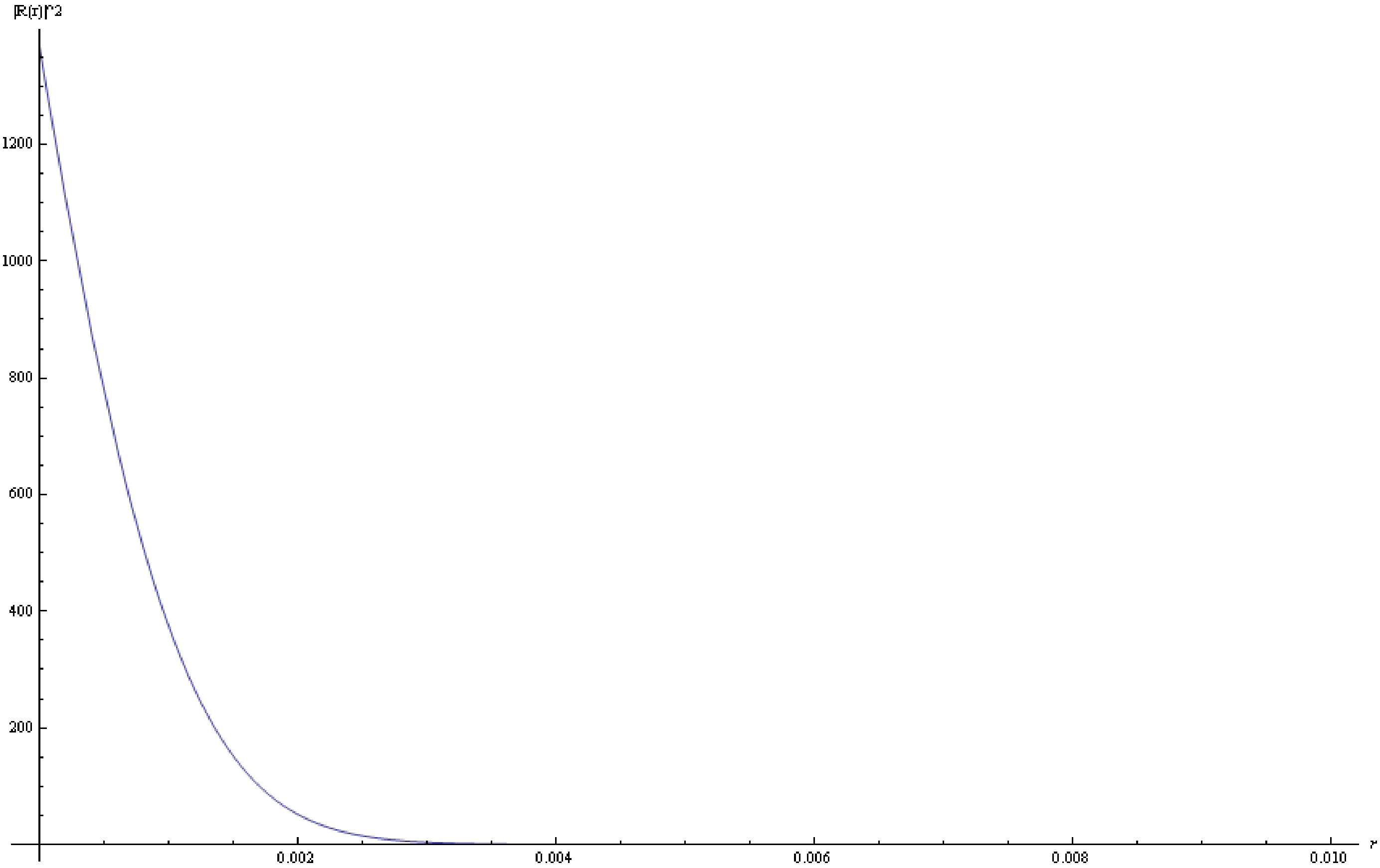

Рис.5. Нормированная радиальная плотность вероятности основного состояния $l = 0, n_{rad} = -\frac{1}{2}$ компактного Позитрония, в атомных единицах Хартри.

Результаты и обсуждения

Теоретические и экспериментальные данные о наличии в вакууме квантованных энергетических уровней, находим в работах академика Р.Авраменко и его сотрудников из НИИ Радиоприборостроения [2].

Ими была получена новая константа: $W_{KB} = \frac{e^2 mc}{\hbar} = 3.73keV$ характеризующая ненулевую энергию элементарной ячейки вакуума. По терминологии автора "Специфическая квантовая энергия".

Далее автор приводит экспериментальное подтверждение наличия в вакууме константы $W_{KB} = 3.73keV$. В описанном эксперименте наблюдается резонансный характер эмиссии электронов в вакуум при достижении напряжения $+3.73kV$.

Второе подтверждение существования константы $W_{KI} = h\frac{c}{\lambda}\alpha = 3.73keV$ находим в работе [3] Холодов Л.И., Горячев И.В. "О свойствах лептонной квадриги Терлецкого в электромагнитном вакууме".

В работе также предпринята попытка описания “Иерархии” качественно различных уровней материи.

А в настоящей работе, та же самая константа получена, при решении уравнения М2 для компактного, связанного состояния Позитрония. Кроме того показано, что возбужденные состояния вакуума имеют более низкую энергию чем основное состояние. А это прямая возможность доступа к неисчерпаемому и чистому источнику энергии.

Получение одного и того же значения тремя независимыми исследованиями и различными методиками, не может быть случайным. Это доказывает, что в вакууме существуют квантованные состояния с определенными значениями энергии. А основное состояние ячейки структуры вакуума имеет энергию $E = 3727.7763161411854eV$.

Литература

1. Дангян А.Э. “Новое уравнение релятивистской квантовой механики”
2. Будущее открывается квантовым ключом. Сб. статей академика Р.Ф.Авраменко.–М., «Химия», 2000.
3. Холодов Л.И., Горячев И.В. “О свойствах лептонной квадриги Терлецкого в электромагнитном вакууме”.