

В работе получены численные решения релятивистских интегральных уравнений квантовой теории поля, описывающих связанные s -состояния системы двух скалярных частиц одинаковой массы для зависящего от энергии системы потенциала однобозонного обмена. Масса обменного бозона равна нулю. На основании полученных решений (волновых функций и собственных значений энергии) найдены константы распада.

Литература

1. Logunov, A. A. Quasi-Optical Approach in Quantum Field Theory / A. A. Logunov, A. N. Tavkhelidze // Nuovo Cimento. – 1963. – V. 29, № 2. P. 380–399.
2. Кадышевский, В. Г. Трёхмерная формулировка релятивистской проблемы двух тел / В. Г. Кадышевский, Р. М. Мир-Касимов, Н. Б. Скачков // ЭЧАЯ. – 1972. – Т. 2, № 3. – С. 635–690.
3. Капшай, В. Н. О зависимости квазипотенциала от полной энергии двухчастичной системы / В. Н. Капшай, В. И. Саврин, Н. Б. Скачков. – ТМФ, 1986. – Т. 69, № 3. – С. 400–410.
4. Savrin, V. I. Relativistic potential with QCD large Q^2 behaviour and the decay form factors of mesons / V. I. Savrin, N. B. Skachkov // CERN Preprint – 1980. – ТН. 2913. – 11 p.
5. Калиткин, Н. Н. Численные методы / Н. Н. Калиткин. – М. : Наука, 1978. – 512 с.

М.С. Данильченко (УО «ГГУ им. Ф. Скорины», Гомель)
Науч. рук. **В.Н. Капшай**, к.ф.-м.н., доцент

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ДЛЯ ДВУХЧАСТИЧНЫХ СИСТЕМ В СЛУЧАЕ ОДНОБОЗОННОГО ОБМЕНА С ПОТЕНЦИАЛОМ НЕ ЗАВИСЯЩИМ ОТ ЭНЕРГИИ

Большой интерес для современной физики элементарных частиц представляют исследования связанных состояний двухчастичных релятивистских систем, в том числе в случае взаимодействий однобозонного обмена.

В данной работе рассматривается решение четырех интегральных уравнений: уравнения Логунова-Тавхелидзе ($j=1$) и его модификации ($j=3$), а также уравнения Кадышевского ($j=2$) и его модификации ($j=4$), которые в релятивистском конфигурационном представлении

(РКП) имеют следующий вид ($l = 0, 2E = 2m \cos w$):

$$\psi_{(j)}(r) = \lambda \int_0^{\infty} G_{(j)}(w, r, r') V(r') \psi_{(j)}(r') dr' , \quad (1)$$

где $\psi_{(j)}$ – волновые функции, $G_{(j)}$ – функции Грина, которые, для рассматриваемых уравнений, могут быть записаны в виде [1, 2]:

$$G_{(j)}(w, r, r') = G_{(j)}(w, r - r') - G_{(j)}(w, r + r');$$

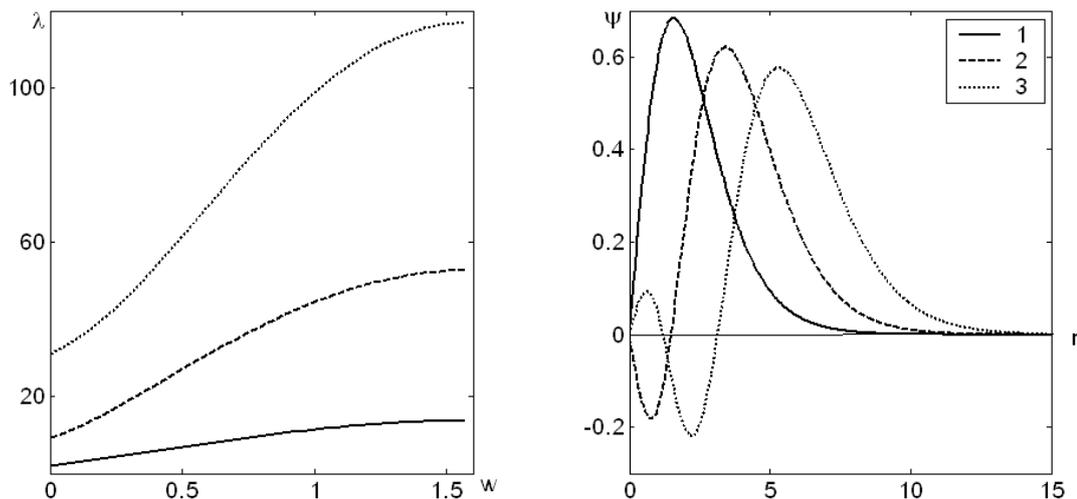
$$G_{(1)} = \frac{-1}{m \sin 2w} \frac{\sinh(\pi/2 - w)mr}{\sinh \pi m r/2}; \quad G_{(3)} = \frac{-1}{2m \sin w} \frac{\cosh(\pi/2 - w)mr}{\cosh \pi m r/2};$$

$$G_{(2)} = \frac{(4m \cos w)^{-1}}{\cosh \pi m r/2} - \frac{1}{m \sin 2w} \frac{\sinh(\pi - w)mr}{\sinh \pi m r}; \quad G_{(4)} = \frac{-1}{2m \sin w} \frac{\sinh(\pi - w)mr}{\sinh \pi m r}.$$

Рассмотрим сферически симметричный потенциал $V(r)$, не зависящий от энергии [3, 4]:

$$V(r) = \frac{1}{r} \left(\frac{1}{\pi m r} - \frac{1}{\sinh \pi m r} \right). \quad (2)$$

Численное решение уравнений (1) получено с применением метода составных квадратур Гаусса. На рисунке 1а представлена зависимость значений энергии первых трех связанных состояний уравнения Логанова-Тавхелидзе ($j=1$) от константы связи λ (номер кривой соответствует номеру состояния), на рисунке 1б продемонстрированы волновые функции связанных состояний соответствующих $w = \pi/3$.



а) собственные значения; б) волновые функции для $w = \pi/3$

Рисунок 1 – Численное решение уравнения Логанова-Тавхелидзе в РКП

Полученные результаты могут быть проверены посредством решения рассматриваемой задачи в импульсном представлении (ИП) и сравнения с решениями полученными в РКП. В ИП рассматриваемая задача сводится к решению уравнений ($p = m \sinh \chi$):

$$\psi_{(j)}(\chi) = \frac{-2\lambda}{\pi} G_{(j)}(w, \chi) \int_0^{\infty} \frac{d\chi'}{\cosh \chi'} V(\chi, \chi') \psi_{(j)}(\chi'), \quad (3)$$

где $\psi_{(j)}$ – волновые функции в ИП, а функции Грина имеют вид [1, 2]:

$$G_{(1)}(w, \chi) = [\cosh^2 \chi - \cos^2 w]^{-1}; \quad G_{(2)}(w, \chi) = [2 \cosh \chi (\cosh \chi - \cos w)]^{-1};$$

$$G_{(3)}(w, \chi) = \cosh \chi [\cosh^2 \chi - \cos^2 w]^{-1}; \quad G_{(4)}(w, \chi) = [2(\cosh \chi - \cos w)]^{-1}.$$

Потенциал (2) в случае нулевого орбитального момента в ИП записывается следующим образом [4]:

$$V(\chi, \chi') = \frac{1}{2} \ln \left(\frac{|\sinh \chi - \sinh \chi'| + \cosh \chi + \cosh \chi'}{|\sinh \chi + \sinh \chi'| + \cosh \chi + \cosh \chi'} \right).$$

Наличие модуля (а значит особенности при $\chi = \chi'$) в потенциале делает неэффективным применение многих численных методов обеспечивающих высокую точность результатов. Для вычисления собственных значений параметра λ и волновых функций уравнений (2) был применен метод прямоугольников совместно с уточняющей процедурой Эйткена [5]. На рисунке 2 продемонстрированы зависимости значений энергии первых трех связанных состояний модифицированного уравнения Кадышевского ($j = 4$) от константы связи λ в ИП (штриховая линия) и РКП (сплошная линия).

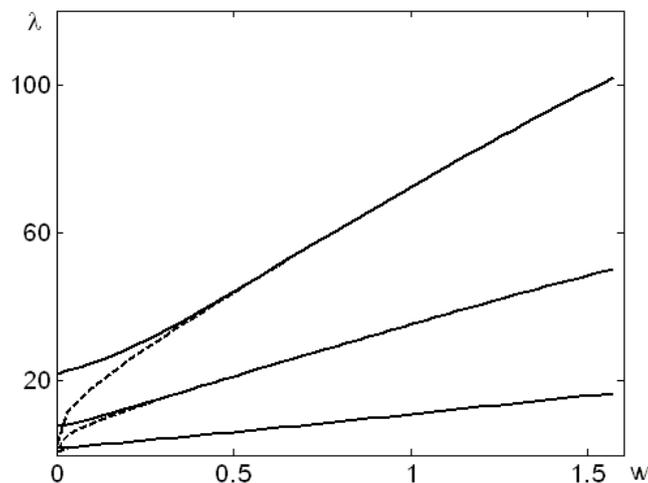


Рисунок 2 – Сравнение результатов численных расчетов в РКП и ИП

Как можно заметить, расхождение получаемых результатов растет со стремлением w к 0. Данное различие также затрагивает и волновые функции, так при $w = \pi/3$ получаемые волновые функции различны не более чем на 10^{-9} для первого состояния, на 10^{-7} для второго и на 10^{-6} для третьего состояния, в то время как при $w = 0.1$ эти значения составляют 10^{-3} , 10^{-2} и 10^{-2} для первого, второго и третьего связанных состояний соответственно.

Литература

1. Logunov, A. A. Quasi-Optical Approach in Quantum Field Theory / A. A. Logunov, A. N. Tavkhelidze // Nuovo Cimento. – 1963. – V. 29, № 2. P. 380–399.
2. Кадышевский, В. Г. Трёхмерная формулировка релятивистской проблемы двух тел / В. Г. Кадышевский, Р. М. Мир-Касимов, Н. Б. Скачков // ЭЧАЯ. – 1972. – Т. 2, № 3. – С. 635–690.
3. Капшай, В. Н. О зависимости квазипотенциала от полной энергии двухчастичной системы / В. Н. Капшай, В. И. Саврин, Н. Б. Скачков. – ТМФ, 1986. – Т. 69 №3. – С.400–410.
4. Дей, Е. А. Точные решения класса квазипотенциальных уравнений для суперпозиции квазипотенциалов однобозонного обмена / Е. А. Дей, В. Н. Капшай, Н. Б. Скачков. – ТМФ, 1990. – Т. 82 № 2. – С. 188–198.
5. Калиткин, Н. Н. Численные методы / Н. Н. Калиткин. – М.: Наука, 1978. – 512 с.

П.В. Демиденко (УО «БрГТУ», Брест)
Науч. рук. **В.И. Гладковский, к.ф.-м.н., профессор**

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Мир современного человека почти до предела насыщен различной бытовой электротехникой. В результате, организм человека работает уже не в тех оптимальных природных условиях, к которым он приспособился миллионы лет [1]. Сотовая радиотелефония является одной из наиболее бурно развивающихся коммуникационных систем. Ученые пока не пришли к единому мнению о степени влияния электромагнитного излучения аппаратов сотовой связи на организм человека. Исследования, проведенные в разных странах на разнообразных биологических объектах (в том числе, и на добровольцах), привели к неоднозначным, а иногда