

ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И ТЕОРИЯ ПОЛЯ

УДК 530.145.85

DOI: 10.17223/00213411/65/1/9

**АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЯ ШРЕДИНГЕРА
ДЛЯ СУММЫ ПОТЕНЦИАЛА ХЮЛЬТЕНА И КЛАСС ЮКАВЫ**

Г.А. Байрамова

Бакинский государственный университет, г. Баку, Азербайджанская Республика

Найдено аналитическое решение для связанных состояний модифицированного уравнения Шредингера для нового предполагаемого комбинированного потенциала Хюльтена плюс класс Юкавы. Получены аналитические выражения для собственного значения энергии и соответствующие радиальные волновые функции для произвольного значения орбитального квантового числа $l \neq 0$. А также получены собственные функции, выраженные через гипергеометрические функции. Показано, что уровни энергии и собственные волновые функции очень чувствительны к выборам потенциальных параметров. С помощью аналитических формул для собственного значения энергии и соответствующей радиальной волновой функции найдены несколько частных случаев.

Ключевые слова: уравнение Шредингера, потенциал Хюльтена плюс класс Юкавы, метод Никифорова – Уварова.

Введение

Изучения аналитического решения волновых уравнений в потенциальных полях в релятивистской и нерелятивистской квантовой механике всегда играли и будут играть важную, может быть и основную, роль в области физики ядра и элементарных частиц, а также физики атомов и молекул [1, 2]. В потенциальных моделях физические свойства микрообъектов описываются и соотносятся с помощью различных волновых уравнений, например, уравнения Шредингера, уравнения Дирака, уравнения Клейна – Фока – Гордона, релятивистского конечно-разностного уравнения. В то же время, используются конкретные или терминологически введенные потенциалы взаимодействия. Таких потенциалов немало. Самыми распространенными потенциалами, широко применяемыми как в релятивистской, так и в нерелятивистской областях, являются потенциал гармонического осциллятора и кулоновский потенциал, а также их различные комбинации. К другим разновидностям потенциалов взаимодействия относятся, например, следующие: потенциалы Кратцера, Морса, Эскарта, Маннинга – Розена, Пешля – Теллера, Хюльтена, Вуда – Саксона, Макарова, Хартмана и др.

Важнейшее значение потенциальной модели в первую очередь определяется тем, насколько она хорошо описывает те или иные свойства рассматриваемой физической системы. Другая важная сторона модели – ее точность решения.

Большой интерес в квантовой механике представляют точные аналитические решения как релятивистских, так и нерелятивистских волновых уравнений для разных потенциалов [1, 3]. Незначительное количество потенциалов может быть решено точно для уравнения Шредингера с любыми радиальными и орбитальными квантовыми числами [1, 3]. Многие квантовые системы могут быть изучены только методами приближений и числового решения. Различают несколько методов, включая суперсимметрию, метод факторизации, подход с использованием лапласовского преобразования, интегралы по траектории, метод Никифорова – Уварова (НУ) [4–14] (и ссылки в них), которые были развиты и направлены на решение квантового волнового уравнения.

Метод НУ имеет большую практическую значимость для решения дифференциальных уравнений второго порядка, превращая их в уравнения гипергеометрического типа. Вместе с тем различные экспоненциальные и гиперболические потенциалы решаются аналитически с использованием различных приближений по методу НУ.

Вообще говоря, экспоненциальные потенциальные модели всегда привлекают значительное внимание и интенсивно используются в различных физических системах, включая квантовую космологию, ядерную физику, молекулярную физику, физику элементарной частицы и физику

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>