

**АНАЛИТИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ УРАВНЕНИЯ КЛЕЙНА – ФОКА – ГОРДОНА
ДЛЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО ПОТЕНЦИАЛА КЛИНГБЕРГА ПЛЮС РИНГ-ШАПЕДА****В.А. Тарвердиева***Институт физики НАНА, г. Баку, Азербайджанская Республика*

Найдено решение для связанных состояний модифицированного уравнения Клейна – Фока – Гордона для нового предполагаемого комбинированного потенциала Клингберга и потенциала ринг-шапеда. Получены аналитические выражения для собственного значения энергии и соответствующих радиальных волновых функций для любого орбитального $l \neq 0$ квантового числа. Полученные собственные функции выражаются через полиномы Якоби и Лагерра для произвольных $l \neq 0$ состояний. Для преодоления трудностей центробежной части потенциала применялась развитая аппроксимация. Показано, что уровни энергии и собственные функции чувствительны к выборам потенциальных параметров.

Ключевые слова: модифицированный потенциал Клингберга плюс ринг-шапеда, метод Никифорова – Уварова, спектральная задача.

Введение

Квантовая механика за продолжительный период времени переросла из передовой теории в отдельную область физики. В ней до сих пор очень важно изучение точно решаемых задач для физических потенциалов [1–3].

Потенциальные модели в рамках релятивистской и нерелятивистской квантовой механики всегда играли и будут играть важную, может быть и основную, роль в исследованиях в области физики ядра и элементарных частиц, а также физики атомов и молекул. В потенциальных моделях физические свойства микрообъектов описываются и интерпретируются с помощью различных волновых уравнений, например, уравнения Шредингера, уравнения Дирака, уравнения Клейна – Фока – Гордона (КФГ), релятивистского конечно-разностного уравнения [1–4]. При этом используются точные или феноменологически введенные потенциалы взаимодействия. Таких потенциалов немало. Самыми известными потенциалами, широко применяемыми как в релятивистской, так и нерелятивистской областях, являются кулоновский потенциал и потенциал гармонического осциллятора, а также их разновидности. К другим видам потенциалов взаимодействия относятся, например, потенциалы: Кратцера [5], Морса [6], Эскарта [7], Маннинга – Розена [8], Пёшль – Теллера [9], Хюльтена [10], Вудса – Саксона [11], Макарова [12], Хартмана [13] и др.

Важность потенциальной модели в первую очередь, определяется тем, на сколько она хорошо описывает те или иные свойства рассматриваемой физической системы. Другой стороной модели является ее точная решаемость.

Исследование точно решаемых задач играет важную роль как в нерелятивистской, так и в релятивистской квантовой механике. Точно решаемые задачи, в частности, являются базой для развития различных приближенных методов исследования. Точное аналитическое решение волновых уравнений, релятивистской и нерелятивистской известно лишь для очень ограниченного класса потенциальных полей $V(\mathbf{r})$. Нахождение точных решений волновых уравнений всегда было и остается важной и актуальной задачей. Релятивистские волновые уравнения КФГ и Дирака для заряда во внешнем электромагнитном поле являются основой квантовой электродинамики [1].

Особо важную роль в квантовой механике играет класс нецентральных потенциалов, которые можно определить в виде

$$V(r, \theta, \varphi) = V(r) + \frac{f(\theta, \varphi)}{r^2}. \quad (1)$$

Нецентральные потенциалы необходимы для получения лучших результатов, они отличаются от центральных по динамическим свойствам молекулярных структур и взаимодействий. Потенциалы ринг-шапеда можно использовать в квантовой химии для описания органических молекул, таких как бензол, и в ядерной физике для исследования взаимодействия между деформированной

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>