

УДК 372.853+530.145

А. И. СЕРЫЙ

Брест, БрГУ имени А. С. Пушкина

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ НАХОЖДЕНИЯ ДЛИНЫ РАССЕЙЯНИЯ

В квантовой механике и физике атомного ядра и элементарных частиц (в теории взаимодействия нуклонов) встречаются задачи, связанные с вычислением длины рассеяния a [1, с. 16; 2, с. 703] по известному выражению для потенциальной энергии взаимодействия. Поскольку существуют различные методы решения этой задачи, представляется интересным выполнить сравнительную характеристику указанных методов в виде таблиц 1 и 2.

Таблица 1 – Основные методы нахождения длины рассеяния

Метод	I [3, с. 169–170]	II [3, с. 158]
1.1. Тип уравнения, которое нужно сначала решить	дифференциальное (линейное однородное второго порядка) [4, с. 569–585]	интегральное (линейное Фредгольма второго рода) [5, с. 156]

Продолжение таблицы 1

1.2. Конкретный вид уравнения	Шредингера [6, с. 471–472] $\hat{H}\Psi = E\Psi$, $\hat{H} = \hat{E}_k + U(r)$, где E – энергия, \hat{E}_k – оператор кинетической энергии, $U(r)$ – потенциал	$\Psi_0(r) = 1 - \frac{m}{2\pi\hbar^2} \int \frac{U(r')\Psi_0(r')}{ \vec{r} - \vec{r}' } dV'$, где m – масса, \hbar – постоянная Планка
1.3. Далее используется функция	$\chi(r) = r\Psi$	$\Psi_0(r)$
2. Дальнейшие действия	подробности см. в таблице 2	вычисляем интеграл $f = -\frac{m}{2\pi\hbar^2} \int U(r)\Psi_0(r) dV$
3. Как определяется a	из уравнения, полученного на предыдущем этапе	$a = -f$
4. Как можно условно назвать метод	дифференциальный	интегральный

Таблица 2 – Подробности реализации второго этапа дифференциального метода

Потенциал $U(r) \neq 0$	$\forall r \in [0, R]$	$\forall r > 0$
Какая вспомогательная волновая функция используется	$\chi_0(r) = 1 - \frac{r}{a}$	
Какие действия осуществляются с волновой функцией $\chi(r)$, найденной ранее (таблица 1), по отношению к $\chi_0(r)$	при $r = R$ приравниваются волновые функции $\chi(r)$ и $\chi_0(r)$, а также их первые производные по r , т.е. получаем уравнение	сравнивается асимптотика функций $\chi_0(r)$ и $\chi(r)$ при $r \rightarrow \infty$

Предложенные таблицы могут быть использованы как преподавателями, так и студентами и магистрантами для обобщения и закрепления материала, в том числе при подготовке к экзаменам по квантовой механике, физике атомного ядра и элементарных частиц, дифференциальным и интегральным уравнениям и другим дисциплинам. Составление подобных таблиц может быть предложено учащимся в качестве самостоятельных заданий творческого характера.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ситенко, А. Г. Лекции по теории ядра / А. Г. Ситенко, В. К. Тартаковский – М. : Атомиздат, 1972. – 351 с.
2. Физическая энциклопедия: в 5 т. / гл. ред. А. М. Прохоров; редкол.: Д. М. Алексеев [и др]. – М.: Совет. Энцикл., 1988. – Т. 1. Ааронова–Бома эффект – Длинные линии. – 704 с.
3. Галицкий, В. М. Задачи по квантовой механике : учеб. пособие : в 2 ч. / В. М. Галицкий, Б. М. Карнаков, В. И. Коган. – 3-е изд., испр. и доп. – М. : Едиториал УРСС, 2001. – Ч. 2. – 304 с.
4. Матвеев, Н. М. Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений: учеб. пособие / Н. М. Матвеев. – 5-е изд., доп. – СПб. : Лань, 2003. – 832 с.
5. Физическая энциклопедия: в 5 т. / гл. ред. А. М. Прохоров; редкол.: Д. М. Алексеев [и др]. – М. : Совет. Энцикл., 1990. – Т. 2. Добротность – Магнитооптика. – 703 с.
6. Физическая энциклопедия: в 5 т. / гл. ред. А. М. Прохоров; редкол.: Д. М. Алексеев [и др]. – М.: Большая Рос. Энцикл., 1998. – Т. 5. Стробоскопические приборы – Яркость. – 691 с.