

УДК 539.17; 519.6; 52-1/-8:539.14; 524.1:539.14

DOI: 10.17223/00213411/62/6/104

А.С. ТКАЧЕНКО^{1,2}, Н.А. БУРКОВА², С.Б. ДУБОВИЧЕНКО^{1,2}

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ВЫРАЖЕНИЯ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ СЕЧЕНИЙ УПРУГОГО РАССЕЯНИЯ НЕТОЖДЕСТВЕННЫХ ЯДЕРНЫХ ЧАСТИЦ СО СПИНОМ КАНАЛА 1 И 2

Приведены аналитические выражения для расчета дифференциальных сечений упругого рассеяния двух частиц для каналов с целым значением спина 1 и 2. Формулы получены с учетом спин-орбитального расщепления, а также параметризованы относительно орбитального квантового числа l , что позволяет проводить расчеты для любого необходимого числа парциальных волн, а также оценить относительный вклад каждого из парциальных сечений.

Ключевые слова: упругое рассеяние, системы нетождественных частиц со спином канала 1 и 2, фазовый анализ, высокоспиновые состояния, ядерная астрофизика, легкие атомные ядра, низкие и астрофизические энергии.

Введение

Фазовый анализ процессов ядерного рассеяния при низких энергиях, как правило, выполняется на основе представления дифференциальных сечений упругого рассеяния через фазы упругого рассеяния. С точки зрения разложения амплитуд рассеяния, которые являются структурными элементами для построения сечений рассеяния, на парциальные волны в настоящий момент в доступных научных публикациях представлены только самые простые случаи [1]. В первую очередь это относится к рассеянию бесспиновых частиц на мишени с нулевым спином [2, 3]. Также подробно описан случай рассеяния для канала со спиновой структурой $S = 1/2 + 1/2$ [4, 5] и система со спинами $1 + 0$ [6].

В работе [7] авторами уже были представлены формулы для расчета дифференциальных сечений упругого рассеяния для случаев, когда спин канала принимает полуцелые значения $3/2$ и $5/2$. Аналитические выражения для расчета дифференциальных сечений упругого рассеяния нетождественных ядерных частиц с целыми спинами каналов 1 и 2 приведены в данной статье. Полученные выражения могут быть использованы для проведения фазового анализа в упругом рассеянии нетождественных частиц без ограничения по числу парциальных волн [8]. Приведенные здесь выражения могут применяться в фазовом анализе ядерных частиц, например, ${}^2\text{H}^2\text{H}$, ${}^2\text{H}^6\text{Li}$, ${}^7\text{Li}$, ${}^9\text{Be}$ и т.д.

Общие методы

Дадим вначале некоторые базовые элементы формализма теории рассеяния и основные общепринятые определения. Спин канала в самом общем случае определяется как результат векторного сложения спинов налетающей частицы s_1 и мишени s_2 соответственно:

$$\mathbf{S} = \mathbf{s}_1 + \mathbf{s}_2, \quad |s_1 - s_2| \leq S \leq s_1 + s_2. \quad (1)$$

В представлении спина канала для связи между матрицей амплитуды перехода M и матрицей рассеяния U использовано полученное ранее выражение из работы [7]

$$M_{s'v'sv}(\theta) = \sqrt{\pi}k^{-1} \left[-C(\theta)\delta_{ss'}\delta_{vv'} + i \sum_{J\ell\ell'} (2\ell + \ell')^{1/2} C_{sv\ell 0}^{Jv} C_{s'v'\ell'm'}^{Jv} (\exp\{i(\omega_\ell + \omega_{\ell'})\}) \times \right. \\ \left. \times (\delta_{ss'}\delta_{\ell\ell'} - U_{s'\ell's\ell}^{J\pi}) Y_{\ell'}^{m'}(\theta, 0) \right]. \quad (2)$$

Здесь квантовые числа в начальном канале: S, v – спин канала и его проекции; l, m – орбитальный угловой момент и его проекция. Аналогичный штрихованный набор $S' v', l'$ и m' используется для конечного канала. Остальные обозначения: $C(\theta)$ – кулоновская амплитуда рассеяния; δ_{mn} – дельта-символ Кронекера; $C_{j_1 m_1 j_2 m_2}^{jm}$ – коэффициенты Клебша – Гордана; ω_l – кулоновские фазы рассеяния; $U_{s'\ell's\ell}^{J\pi}$ – матрица рассеяния; $Y_{\ell'}^{m'}(\theta, 0)$ – угловые сферические функции.

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>