

ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И ТЕОРИЯ ПОЛЯ

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

DOI: 10.17223/00213411/64/2/27

С.Б. ДУБОВИЧЕНКО^{1,2}, Н.А. БУРКОВА²

СКОРОСТЬ РАДИАЦИОННОГО $n^{12}\text{C}$ -ЗАХВАТА ПРИ ТЕМПЕРАТУРАХ ОТ 0.01 ДО 10 T_9 *

В рамках модифицированной потенциальной кластерной модели с запрещенными состояниями рассмотрен радиационный $n^{12}\text{C}$ -захват при энергиях от 10^{-5} кэВ до 5 МэВ с учетом широкого резонанса при $E_x = 8.2$ МэВ. Показано, что с помощью потенциалов, которые согласованы с энергиями связанных состояний, удастся правильно передать имеющиеся экспериментальные данные. На основе полученных полных сечений выполнен расчет скорости реакции $n^{12}\text{C}$ -захвата. Результаты для скорости аппроксимируются простыми выражениями, что упрощает их использование в прикладных исследованиях.

Ключевые слова: ядерная астрофизика, легкие атомные ядра, низкие и астрофизические энергии, упругое рассеяние, $n^{12}\text{C}$ -система, потенциальное описание, радиационный захват, полные сечения, термоядерные реакции, потенциальная кластерная модель, запрещенные состояния, классификация орбитальных состояний по схемам Юнга.

Введение

Если вероятность кластеризации в атомном ядре сравнительно велика, можно использовать одноканальную кластерную модель, которая во многих случаях оказывается хорошим приближением к реально существующей в ядре ситуации. Подобная модель позволяет сравнительно легко выполнять любые расчеты ядерных характеристик в процессах рассеяния и связанных состояниях [1, 2]. Реакция $n^{12}\text{C}$ -захвата, рассмотренная далее, входит в основную цепочку термоядерных реакций первичного нуклеосинтеза [3] ... $^{11}\text{B}(n, \gamma)^{12}\text{B}(\beta^-)^{12}\text{C}(n, \gamma)^{13}\text{C}(n, \gamma)^{14}\text{C}(n, \gamma) \dots$

В данной работе, на основе модифицированной потенциальной кластерной модели (МПКМ) [1, 2] исследовано поведение полных сечений $n^{12}\text{C}$ -захвата при энергиях от 10^{-5} кэВ до 5 МэВ с учетом широкого резонанса при $E_x = 8.2$ МэВ и получена скорость реакции от 0.01 до 10 T_9 . Показано, что на основе потенциалов, которые согласованы с энергиями связанных состояния (СС) и их асимптотическими константами (АК) удастся правильно передать имеющиеся экспериментальные данные. Все получаемые здесь результаты для скорости реакции аппроксимируются кривыми определенного типа, что упрощает их использование в прикладных исследованиях. Эти результаты применимы к некоторым задачам ядерной астрофизики, имеющим отношение к легким атомным ядрам и сверхнизким энергиям. Они имеют прямое отношение к термоядерным процессам, протекающим на Солнце, звездах и некоторых других объектах нашей Вселенной на различных этапах ее формирования и развития [1, 2].

Методы расчета

Для расчетов полных сечений используем известные формулы [1, 2]

$$\sigma_c(NJ, J_f) = \frac{8\pi K e^2}{\hbar^2 q^3} \frac{\mu}{(2S_1 + 1)(2S_2 + 1)} \frac{J + 1}{J[(2J + 1)!!]^2} A_J^2(NJ, K) \sum_{L_i, J_i} P_J^2(NJ, J_f, J_i) I_J^2(J_f, J_i),$$

где матричные элементы (МЭ) орбитальных $EJ(L)$ -переходов имеют вид ($S = S_i = S_f$)

$$P_J^2(EJ, J_f, J_i) = \delta_{S_i S_f} [(2J + 1)(2L_i + 1)(2J_i + 1)(2J_f + 1)] (L_i 0 J 0 | L_f 0)^2 \left\{ \begin{matrix} L_i & S & J_i \\ J_f & J & L_f \end{matrix} \right\}^2,$$

$$A_J(EJ, K) = K^J \mu^J \left(\frac{Z_1}{m_1^J} + (-1)^J \frac{Z_2}{m_2^J} \right), \quad I_J(J_f, J_i) = \langle \chi_f | R^J | \chi_i \rangle, \quad (1)$$

* Работа поддержана грантом МОН РК AP08855616 «Скорости термоядерных процессов в первичном нуклеосинтезе Вселенной» через Астрофизический институт им. В.Г. Фесенкова «НЦКИТ» АКК МЦРИАП РК.

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>