

СКОРОСТЬ РЕАКЦИИ $p^{11}\text{C}$ -ЗАХВАТА*

С.Б. Дубовиченко^{1,2}, Н.А. Буркова², Р.Р. Шамитова²

¹ *Астрофизический институт им. В.Г. Фесенкова*

«НЦКИТ» АКА МЦРИАП РК, г. Алматы, Республика Казахстан

² *Казахский национальный университет им. аль-Фараби МОН РК,
г. Алматы, Республика Казахстан*

В рамках модифицированной потенциальной кластерной модели с классификацией орбитальных состояний по схемам Юнга выполнены расчеты астрофизического S -фактора радиационного $p^{11}\text{C}$ -захвата. Расчеты учитывают все резонансы рассеяния до 3.5 МэВ и выполнены при энергиях до 5 МэВ. На основе полученных полных сечений рассчитана скорость реакции в области температур от 0.01 до 10.0 T_9 и предложена ее простая параметризация.

Ключевые слова: ядерная астрофизика, низкие и астрофизические энергии, $p^{11}\text{C}$ -система, потенциальное описание, радиационный захват, астрофизический S -фактор, термоядерные реакции, потенциальная кластерная модель, запрещенные состояния, классификация орбитальных состояний по схемам Юнга.

Введение

В самое последнее время мы рассмотрели реакции радиационного захвата нейтронов на ядра ^{10}Be [1] и ^{10}B [2], а также протона на ядре ^7Be [3]. Продолжая изучение процессов радиационного захвата в рамках модифицированной потенциальной кластерной модели (МПКМ) [4, 5], мы рассмотрим теперь реакцию радиационного захвата $p^{11}\text{C} \rightarrow \gamma^{12}\text{N}$ при астрофизических энергиях. В настоящих расчетах будем использовать новые данные по спектрам ядра ^{11}C из работы [6]. Здесь мы учитываем резонансы в фазах рассеяния начальных частиц входного канала при энергии 3.5 МэВ в ц.м. относительно порога $p^{11}\text{C}$ -канала. Иначе говоря, потенциалы $p^{11}\text{C}$ -взаимодействий для процессов рассеяния описывают основные резонансные состояния конечного ядра ^{12}N , которые рассматриваются в $p^{11}\text{C}$ -канале при положительной энергии.

Методы расчета

До настоящего времени не полностью исследованы возможности простых потенциальных двухкластерных моделей (ПКМ), особенно, если они используют концепцию запрещенных состояний (ЗС) [7, 8], а также непосредственно учитывают резонансное поведение фаз упругого рассеяния взаимодействующих частиц при низких энергиях – такой вариант модели можно назвать модифицированной ПКМ с ЗС или МПКМ [4, 5]. В частности, в наших предыдущих работах [1–5, 9, 10] (см. также ссылки в обзоре [9]) показана возможность описания основных характеристик связанных состояний (СС) некоторых ядер и астрофизических S -факторов или полных сечений радиационного захвата более чем 30-ти реакций типа радиационного захвата при тепловых и астрофизических энергиях. Определенный успех МПКМ можно объяснить тем, что потенциалы межкластерного взаимодействия строятся не только на основе известных фаз упругого рассеяния, но с учетом классификации кластерных состояний по схемам Юнга [7]. Кроме того, потенциалы связанных или основных состояний (ОС) с ЗС в некоторых парциальных волнах строятся на основе описания энергии связи, радиусов и асимптотических констант (АК) конечного ядра в рассматриваемом кластерном канале.

Полные сечения радиационного захвата $\sigma(NJ, J_f)$ для EJ - и $M1$ -переходов в потенциальной кластерной модели приведены, например, в работе [11] или [4, 5, 12] и имеют вид

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

где σ – полное сечение процесса радиационного захвата; μ – приведенная масса частиц входного

* Настоящая работа поддерживалась грантом МОН РК по программе № AP08855616 «Скорости термоядерных процессов в первичном нуклеосинтезе Вселенной» через Астрофизический институт им. В.Г. Фесенкова «НЦКИТ» АКА 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>