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

DOI: 10.17223/00213411/63/6/156

С.Б. ДУБОВИЧЕНКО^{1,2}, Л.М. ЧЕЧИН^{1,2}, Н.А. БУРКОВА², А.В. ДЖАЗАИРОВ-КАХРАМАНОВ¹, Ч.Т. ОМАРОВ¹,
С.Ж. НУРАХМЕТОВА², Б.У. БЕЙСЕНОВ², А. ЕРТАЙУЛЫ², Б. ЕЛЕУШЕВА²

СКОРОСТЬ РАДИАЦИОННОГО ЗАХВАТА НЕЙТРОНА ЯДРОМ ${}^2\text{H}$ *

В рамках модифицированной потенциальной кластерной модели с запрещенными состояниями рассмотрен радиационный $n^2\text{H}$ -захват при энергиях от 10 мэВ (0.01 эВ) до 10 МэВ. Показано, что на основе потенциалов $p^2\text{H}$ -взаимодействия с небольшими изменениями удастся правильно передать имеющиеся экспериментальные данные. На основе теоретических полных сечений выполнен расчет скорости реакции $n^2\text{H}$ -захвата в области температур от 0.01 до 10 T_9 . Расчетная скорость реакции аппроксимируется простым выражением, что упрощает ее использование в других работах.

Ключевые слова: ядерная астрофизика, легкие атомные ядра, низкие и астрофизические энергии, упругое рассеяние, $n^2\text{H}$ -система, потенциальное описание, радиационный захват, полные сечения, термоядерные реакции, потенциальная кластерная модель, запрещенные состояния, классификация орбитальных состояний по схемам Юнга.

Введение

Реакция радиационного захвата $n^2\text{H} \rightarrow {}^3\text{H}\gamma$ при астрофизических энергиях с образованием долгоживущего нестабильного ядра трития играет определенную роль в некоторых моделях Большого взрыва [1]. В таких моделях считается, что первичный нуклеосинтез проходил, например, согласно цепочке ядерных реакций вида ${}^1\text{H}(n, \gamma){}^2\text{H}(n, \gamma){}^3\text{H}({}^2\text{H}, n){}^4\text{He}({}^3\text{H}, \gamma){}^7\text{Li}(n, \gamma){}^8\text{Li}$ и т.д. [1, 2].

Эта реакция была рассмотрена нами в работе [3] и было показано, что на основе $p^2\text{H}$ -потенциалов удастся правильно описать имеющиеся экспериментальные данные по полным сечениям радиационного захвата. В данной работе мы рассмотрим скорость реакции $n^2\text{H}$ -захвата на основе той же модифицированной потенциальной кластерной модели (МПКМ), в которой учитывается супермультиплетная симметрия волновой функции (ВФ) с разделением орбитальных состояний по схемам Юнга. Такой подход, описанный еще в работах [4], позволяет анализировать структуру межкластерных взаимодействий, определять наличие и положение разрешенных и запрещенных состояний в межкластерных потенциалах [5]. Этот подход был использован нами для описания уже более чем 30-ти кластерных систем (см., например, [6–8]).

Потенциалы $n^2\text{H}$ -взаимодействия

Для выполнения расчетов радиационного захвата в кластерных системах ядерная часть межкластерного потенциала $N^2\text{H}$ -взаимодействий представляется в виде

$$V(r) = -V_0 \exp(-\alpha r^2) + V_1 \exp(-\beta r^2) \quad (1)$$

с гауссовой притягивающей V_0 и отталкивающей V_1 частью [6–10]. В работе [10] были получены смешанные по схемам Юнга потенциалы $p^2\text{H}$ -взаимодействия для процессов рассеяния, параметры которых приведены в первых двух строках табл. 1. Детали классификации состояний по схемам Юнга для $N^2\text{H}$ -системы приведены в работе [5].

Затем в дублетном канале были выделены чистые со схемой $\{3\}$ фазы рассеяния и на их основе построены чистые по схемам Юнга потенциалы межкластерного 2S -взаимодействия в основном состоянии (ОС) ядра ${}^3\text{He}$ в $p^2\text{H}$ -канале. Эти параметры приведены в третьей строке табл. 1 и работах [6–11]. С этими потенциалами были выполнены расчеты полных сечений радиационного $p^2\text{H}$ -захвата и астрофизических S -факторов при энергиях до 10 кэВ [8, 10]. В работе [3] мы использовали полученные в [10, 11] потенциалы для рассмотрения радиационного $n^2\text{H}$ -захвата при низких энергиях. Параметры потенциала ОС ${}^3\text{H}$ в $n^2\text{H}$ -системе были несколько уточнены для пра-

* Настоящая работа поддержана грантом МОН РК по программе № CR05236322 «Исследования физических процессов во внегалактических и галактических объектах и их подсистемах» в рамках темы «Изучение термоядерных процессов в звездах и первичном нуклеосинтезе Вселенной» и грантом МОН РК № AP05134454 «Эволюция возмущений плотности темной материи в очень ранней 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://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>