

ФИЗИКА ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И ТЕОРИЯ ПОЛЯ

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

DOI: 10.17223/00213411/64/6/3

С.Б. ДУБОВИЧЕНКО^{1,2}, А.В. ДЖАЗАИРОВ-КАХРАМАНОВ¹, Т.А. ШМЫГАЛЕВА²СКОРОСТЬ РЕАКЦИИ РАДИАЦИОННОГО $p^{13}\text{N}$ -ЗАХВАТА *

В рамках модифицированной потенциальной кластерной модели с запрещенными состояниями рассмотрен астрофизический S -фактор радиационного $p^{13}\text{N}$ -захвата в области низких энергий. S -фактор рассчитан на основе $E1$ -перехода на связанное 3P_0 -состояние ядра ^{14}O в $p^{13}\text{N}$ -канале из 3S_1 -волны $p^{13}\text{N}$ -рассеяния в области энергий от 30 кэВ до 7 МэВ, которая включает резонанс при 0.545 (1^-) МэВ (ц.м.). S -фактор в области энергий 30–70 кэВ оказался практически стабилен и равен 7.3(2) кэВ·б. Далее получена скорость реакции в области температур от 0.01 до 10 T_9 , которая в целом согласуется с результатами работ Li 2006, Tang 2004, Magnus 1994. Однако полученная скорость при некоторых температурах до 2 раз превышает результаты работы Deroock 1993. Выполнена аппроксимация скорости реакции простым аналитическим выражением.

Ключевые слова: ядерная астрофизика, легкие атомные ядра, низкие и астрофизические энергии, упругое рассеяние, $p^{13}\text{N}$ -система, потенциальное описание, радиационный захват, полные сечения, термоядерные реакции, потенциальная кластерная модель, запрещенные состояния, классификация орбитальных состояний по схемам Юнга.

Введение

Продолжая изучение процессов радиационного захвата на легких атомных ядрах [1, 2], рассмотрим реакцию $p^{13}\text{N} \rightarrow ^{14}\text{O}\gamma$ -захвата при астрофизических энергиях. Этот процесс явно не входит в термоядерный CNO-цикл, но дает определенный вклад в процессы накопления стабильного ядра ^{14}N , которое участвует далее в других реакциях этого цикла [3]. Для выполнения расчетов астрофизических S -факторов различных реакций нами обычно используется модифицированная потенциальная кластерная модель (МПКМ) легких атомных ядер [1, 2] с классификацией орбитальных состояний по схемам Юнга [4, 5]. Модель предоставляет сравнительно много простых возможностей для выполнения расчетов различных астрофизических характеристик, например, астрофизического S -фактора радиационного захвата для электромагнитных переходов из состояний рассеяния кластеров на связанные состояния (СС) легких атомных ядер в кластерных каналах [1, 2]. Выбор этой модели обусловлен тем, что во многих атомных ядрах вероятность образования кластеров и степень их обособления друг от друга сравнительно высоки. Это подтверждается многочисленными экспериментальными данными и различными теоретическими расчетами, полученными за последние несколько десятилетий [5].

Модель и методы расчетов

Для построения потенциалов взаимодействия между кластерами для состояний рассеяния в МПКМ обычно используются результаты фазового анализа экспериментальных данных по дифференциальным сечениям упругого рассеяния соответствующих свободных ядер или же спектры конечного ядра. Межкластерные потенциалы взаимодействия, в рамках двухчастичной задачи рассеяния, строятся из условия наилучшего описания фаз упругого рассеяния или спектров возбужденных состояний ядер. При этом для любой системы нуклонов многочастичный характер задачи учитывается разделением одночастичных уровней такого потенциала на разрешенные (РС) и запрещенные (ЗС) принципом Паули состояния [4, 5]. Для связанных состояний кластеров потенциалы строятся, в первую очередь, исходя из требования описания основных характеристик такого состояния. Например, это требование воспроизведения на его основе энергии связи ядра в соответствующем кластерном канале и описание некоторых других статических ядерных характеристик – зарядового радиуса и асимптотической константы (АК).

Используем далее известные формулы для полных сечений и матричных элементов операторов $E1$ -переходов [1, 2]

* Работа поддержана грантом МОН РК № AP09259174 «Изучение дополнительных термоядерных реакций, проходящих в процессе управляемого термоядерного синтеза на изотопах лития» 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>