

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

С.Б. ДУБОВИЧЕНКО^{1,2}, Н.А. БУРКОВА², А.В. ДЖАЗАИРОВ-КАХРАМАНОВ¹, Т.А. ШМЫГАЛЕВА²**РАДИАЦИОННЫЙ $p^{14}\text{N}$ -ЗАХВАТ НА ВТОРОЕ И ПЯТОЕ ВОЗБУЖДЕННЫЕ СОСТОЯНИЯ ^{15}O ***

В рамках модифицированной потенциальной кластерной модели получены результаты описания имеющихся экспериментальных данных по астрофизическому S -фактору реакции $p^{14}\text{N}$ -захвата на второе и пятое возбужденные состояния ядра ^{15}O при 5.24 и 6.86 МэВ с $J = 5/2^+$ при энергии протонов до 1 МэВ. В предположении, что эти возбужденные состояния являются $D_{5/2}$ -уровнями, а два резонанса при 260 и 987 кэВ – это D -волны рассеяния, удастся хорошо воспроизвести экспериментальные данные для астрофизического S -фактора. Расчеты выполнены в области энергий, начиная с 30 кэВ.

Ключевые слова: ядерная астрофизика, легкие атомные ядра, астрофизические энергии, упругое рассеяние, $p^{14}\text{N}$ -система, потенциальное описание, радиационный захват, полные сечения, термоядерные реакции, потенциальная кластерная модель, запрещенные состояния, классификация орбитальных состояний по схемам Юнга.

Введение

Ранее в работах [1–3] мы рассмотрели реакцию $p^{14}\text{N} \rightarrow ^{15}\text{O}\gamma$ с захватом на первое, третье и четвертое возбужденные состояния (ВС) ядра ^{15}O . Было показано, что экспериментальные данные для астрофизического S -фактора удастся описать только в предположении перехода на эти ВС из резонансных $^4D_{1/2}$ - и $^{2+4}D_{3/2}$ -волн рассеяния. Теперь рассмотрим эту же реакцию захвата с переходом на второе и пятое возбужденные состояния (ВВС и ПВС) ядра ^{15}O , в предположении, что они являются $^{2+4}D_{5/2}$ -уровнями. По-прежнему будем использовать модифицированную потенциальную кластерную модель (МПКМ) легких атомных ядер с запрещенными состояниями (ЗС) [4, 5]. На основе такого подхода и здесь удастся описать имеющиеся экспериментальные данные для астрофизического S -фактора при низких энергиях. Причем резонансы при 260 кэВ с $J^\pi = 1/2^+$ и 987 кэВ с $J^\pi = 3/2^+$ в процессах рассеяния по-прежнему рассматривались как $^4D_{1/2}$ - и $^{2+4}D_{3/2}$ -волны непрерывного спектра [1–3].

Кластерные состояния и методы расчета

Как уже рассматривалось в [1], для ^{14}A можно принять орбитальную схему Юнга в виде $\{4442\}$, поэтому для $N+^{14}A$ -системы в рамках $1p$ -оболочки имеем $\{1\} \times \{4442\} \rightarrow \{5442\} + \{4443\}$ [6]. Первая из полученных схем совместима с орбитальными моментами $L = 0$ и 2 и является запрещенной, поскольку в s -оболочке не может быть пять нуклонов, а вторая схема разрешена и совместима с орбитальным моментом $L = 1$ [7]. Таким образом, для $p^{14}\text{N}$ -системы в потенциалах S - и D -волн рассеяния присутствует запрещенное связанное состояние (СС), а P -волна имеет только разрешенное состояние (РС) [8]. Второе и пятое возбужденные состояния ядра ^{15}O находятся при энергии возбуждения 5.2409(3) и 6.8594(9) МэВ, что соответствует энергии -2.0562 и -0.4377 МэВ [8] относительно порога $p^{14}\text{N}$ -канала, и имеют момент $J^\pi = 5/2^+$, поэтому их можно сопоставить $^{2+4}D_{5/2}$ -состояниям с ЗС.

Приведем далее спектр резонансных уровней в $p^{14}\text{N}$ -системе, чтобы напомнить [1] расположение резонансов рассеяния:

1. Первое резонансное состояние (ПРС) ядра ^{15}O в $p^{14}\text{N}$ -канале находится при энергии 259.4(4) кэВ в ц.м. (см. табл. 15.16 в [8], в работе [9] имеются аналогичные данные), имеет ширину 0.99(10) кэВ в ц.м. и момент $J^\pi = 1/2^+$. Такой резонанс можно сопоставить $^2S_{1/2}$ -волне рассеяния с ЗС, однако это состояние может быть и квартетной $^4D_{1/2}$ -резонансной волной с ЗС [1].

2. Второе резонансное состояние (ВРС) имеет энергию 986.9(5) кэВ в ц.м., ширину 3.6(7) кэВ в ц.м. и момент $J^\pi = 3/2^+$. Его можно сопоставить $^4S_{3/2}$ -волне рассеяния с ЗС. В то же время это со-

* Настоящая работа поддержана грантом МОН РК по программе № BR05236322 «Исследования физических процессов во внегалактических и галактических объектах и их подсистемах» в рамках темы «Изучение термоядерных процессов в звездах и первичном нуклеосинтезе Вселенной» через Астрофизический институт им. В.Г. Фесенкова.

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>