

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

DOI: 10.17223/00213411/62/3/53

С.Б. ДУБОВИЧЕНКО^{1,2}, Д.М. ЗАУЛИН²**НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ДЛЯ РАДИАЦИОННОГО ${}^2\text{H}^3\text{H}$ -ЗАХВАТА
ПРИ АСТРОФИЗИЧЕСКИХ ЭНЕРГИЯХ***

В рамках модифицированной потенциальной кластерной модели с запрещенными состояниями, которые следуют из классификации орбитальных состояний кластеров по схемам Юнга, проведены расчеты полного сечения, астрофизического S -фактора и скорости реакции ${}^2\text{H}^3\text{H}$ -радиационного захвата при низких энергиях. Показано, что используемая модель и методы классификации кластерных состояний по схемам Юнга позволяют в целом правильно описать имеющиеся экспериментальные данные для полного сечения и астрофизического S -фактора этого процесса.

Ключевые слова: ядерная астрофизика, легкие атомные ядра, низкие и астрофизические энергии, упругое рассеяние, ${}^2\text{H}^3\text{H}$ -система, потенциальное описание, радиационный захват, полные сечения, термоядерные реакции, потенциальная кластерная модель, запрещенные состояния, классификация орбитальных состояний по схемам Юнга.

Введение

Рассматриваемая реакция радиационного захвата ${}^3\text{H}({}^2\text{H}, \gamma){}^5\text{H}$ или аналогичная ${}^3\text{He}({}^2\text{H}, \gamma){}^5\text{Li}$, изученная нами ранее [1], представляют определенный интерес для ядерной астрофизики. Эти реакции входят в цепочку синтеза легких элементов в процессах формирования стабильных звёзд [2]. Кроме того, оба процесса – это возможные кандидаты для преодоления массового разрыва с $A = 5$ в цепочке синтеза легких элементов на ранних этапах эволюции Вселенной [2]. Обе реакции могут использоваться и в реакторах искусственного термоядерного синтеза [3].

Подготовка экспериментальных данных

По-видимому, впервые в середине 50-х годов XX века была сделана попытка, причем не очень удачная, измерить сечение реакции ${}^3\text{H}(d, \gamma){}^5\text{H}$. В результате удалось определить лишь верхнюю границу в полном сечении и только при энергии $E_{\text{ц.м.}} = 96$ кэВ (где ц.м. – система центра масс). Первая успешная работа по измерению полных сечений радиационного захвата ${}^3\text{H}(d, \gamma){}^5\text{H}$ для достаточно широкого диапазона энергий ($E_{\text{ц.м.}} = 90\text{--}800$ кэВ) была проведена в 1963 г. [4]. На сегодняшний день при низких энергиях имеется довольно много экспериментальных работ, касающихся реакции ${}^3\text{H}(d, \gamma){}^5\text{H}$. Результаты большинства из этих работ содержатся в базах характеристик атомных ядер и ядерных реакций, таких, как, например, EXFOR [5], PHYSICS [6] или CDFE [7]. Однако, в основном, результаты, особенно последних работ, приведены как в самих работах, так и в базах ядерных данных в форме отношений ветвления ${}^3\text{H}({}^2\text{H}, \gamma){}^5\text{He}/{}^3\text{H}({}^2\text{H}, n){}^4\text{He}$. Поэтому, предварительно, мы сделали перерасчет всех найденных отношений ветвлений в полные сечения захвата.

Чтобы получить полные сечения реакции ${}^3\text{H}({}^2\text{H}, \gamma){}^5\text{He}$ из экспериментальных данных в форме отношений ветвлений ${}^3\text{H}({}^2\text{H}, \gamma){}^5\text{He}/{}^3\text{H}({}^2\text{H}, n){}^4\text{He}$, эти отношения ветвлений были умножены на полные сечения реакции ${}^3\text{H}({}^2\text{H}, n){}^4\text{He}$ для соответствующих энергий. Полные сечения реакции ${}^3\text{H}({}^2\text{H}, n){}^4\text{He}$ были взяты из следующих работ: [8] (данные для $E_{\text{ц.м.}} = 32\text{--}480$ кэВ, погрешность 10 %), [9] (данные для $E_{\text{ц.м.}} = 300\text{--}4200$ кэВ, погрешность 5 %), [10] (данные для $E_{\text{ц.м.}} = 479\text{--}695$ кэВ, погрешность 1.6 %) и [11] (данные для $E_{\text{ц.м.}} = 5\text{--}46.8$ кэВ, погрешность 1.5 %). Взятые данные по реакции ${}^3\text{H}({}^2\text{H}, n){}^4\text{He}$ в пределах своих погрешностей полностью согласуются друг с другом. Поэтому для умножения на отношения ветвления в областях энергий, где данные по реакции ${}^3\text{H}({}^2\text{H}, n){}^4\text{He}$ перекрывались, использовались данные с меньшей погрешностью. Поскольку по-

* 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 «НЦКТИТ» АКА МОАП 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>