

СКОРОСТЬ РЕАКЦИИ $n^{13}\text{C}$ -ЗАХВАТА*С.Б. Дубовиченко¹

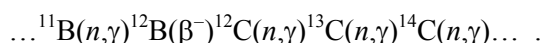
*Астрофизический институт им. В.Г. Фесенкова «НЦКИТ» АКА МЦРИАП РК,
г. Алматы, Республика Казахстан*

В рамках модифицированной потенциальной кластерной модели с классификацией орбитальных состояний по схемам Юнга рассмотрена возможность описания экспериментальных данных для полных сечений радиационного $n^{13}\text{C}$ -захвата на основное, первое и второе возбужденное состояния ядра ^{14}C при энергиях от 10 мэВ ($1 \text{ мэВ} = 10^{-3} \text{ эВ}$) до 5 МэВ. Показано, что только на основе $E1$ -переходов из некоторых состояний $n^{13}\text{C}$ -рассеяния с учетом первого резонанса при 153 кэВ вполне удастся объяснить величину известных экспериментальных сечений. Далее на основе теоретических полных сечений рассчитана скорость реакции захвата в области температур от 0.01 до 10.0 T_9 и выполнена ее аналитическая параметризация.

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

Введение

Рассматриваемая здесь реакция $n^{13}\text{C}$ -захвата входит в возможную цепочку термоядерных реакций первичного нуклеосинтеза и r -процессов с последовательным захватом нейтронов в звездах [1]



Эта реакция при энергии до 1 МэВ уже была рассмотрена нами в работе [2] на основе модифицированной потенциальной кластерной модели (МПКМ) [3, 4]. Когда рассматривалась эта реакция, нам были известны данные для полных сечений при тепловых энергиях из работы [5], которые приводят к 0.9(2) мб, и результаты исследования [6], которые приводят к величине полного теплового сечения 1.27(5) мб. В работе [6] было сделано разделение тепловых сечений на сечения захвата на основное состояние (ОС) ^{14}C , равное 1.15(4) мб, и сечения захвата на второе возбужденное состояние (ВВС) ядра ^{14}C равное 0.12(1) мб. Наши результаты приводили к величине теплового сечения 0.9 мб [2], что меньше данных [6] и заметно меньше новых данных [7], которые появились через два года после работы [2] – они приводят к значению теплового сечения 1.496(18) мб. Эти данные были подтверждены и в самой последней работе [8], где получено тепловое сечение 1.52(7) мб, которое с точностью до ошибок совпадает с результатами [7].

В данной работе мы покажем, как нужно изменить используемые потенциалы основного состояния ядра ^{14}C в $n^{13}\text{C}$ -канале чтобы правильно описать более современное значение теплового сечения. Кроме того, мы рассмотрим захват на ВВС, расширим диапазон энергии до 5 МэВ, а также выполним расчет скорости реакции, ранее нами не рассматриваемой, при температурах от 0.01 до 10 T_9 . Получаемые здесь результаты для полных сечений и скорости реакции будут аппроксимированы аналитическими формами, что упрощает их использование в прикладных исследованиях.

Классификация состояний и методы расчета

При рассмотрении радиационного захвата учитывался $E1$ -переход, который в $n^{13}\text{C} \rightarrow {}^{14}\text{C}\gamma$ процессе возможен между триплетными 3S_1 - и 3D_1 -состояниями рассеяния и основным 3P_0 -связанным состоянием ядра ^{14}C в $n^{13}\text{C}$ -канале, имеющем энергию связи -8.1765 МэВ [9]. Кроме того, будет рассмотрен возможный $E1$ -переход из резонансной при 153 кэВ 3P_2 -волны рассеяния на 3S_1 -первое возбужденное состояние (ПВС) ядра ^{14}C с энергией возбуждения 6.0938(2) МэВ относительно ОС ядра ^{14}C или при $-2.0827(2)$ МэВ относительно порога $n^{13}\text{C}$ -канала с $J^\pi = 1^-$. Здесь мы рассмотрим и переход между 3S_1 - и 3D_1 -состояниями рассеяния и вторым возбужденным

* Настоящая работа поддержана грантом МОН РК № 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>