

УДК 539.172.13

Оцененные полные сечения реакций ${}^9\text{Be}(d, \alpha_{0,1})$

С. М. Селянкина, С. М. Таова,
Л. Н. Генералов, С. Н. Абрамович

Работа проводилась в рамках деятельности по развитию библиотеки оцененных и экспериментальных данных по реакциям взаимодействия заряженных частиц с легкими ядрами SaBa (Sarov Base), созданной в РФЯЦ-ВНИИЭФ [1]. В качестве аппроксимирующей кривой использовались кубические сплайны. Проведен поиск и ввод новых экспериментальных значений полных сечений в библиотеку SaBa. На основе уже имеющихся в библиотеке данных и вновь введенных была получена новая оценка интегральных сечений реакций ${}^9\text{Be}(d, \alpha_{0,1})$.

Введение

Необходимость пересмотра оценки полных сечений реакций ${}^9\text{Be}(d, \alpha_{0,1})$, в первую очередь, связана с тем, что при проведении предыдущей оценки часть экспериментальных данных в области низких энергий и в интервале 3–9 МэВ была пропущена. В последнее время появились новые данные по значениям полных сечений реакций, также не учтенные в библиотеке. Анализ значений полных сечений, использованных для предыдущей оценки, показал, что в библиотеке содержится скудный набор экспериментальных данных, не позволяющий четко определить ход оцененной кривой на указанных интервалах.

В библиотеке SaBa при аппроксимации функции возбуждения в области ее определения используется приближающая функция, в общем случае состоящая из суммы резонансных и нерезонансных частей. Резонансная составляющая выражается как сумма брейт-вигнеровских изолированных резонансов. Описание нерезонансных частей оцененной функции осуществляется полиномами третьей степени [2, 3]. Анализ экспериментальных данных полных сечений рассматриваемых реакций показал, что четко выраженные резонансные пики в энергетическом диапазоне до 20 МэВ отсутствуют. Таким образом, оцененная кривая для реакций ${}^9\text{Be}(d, \alpha_{0,1})$ определяется только кубическими сплайнами. Оцененные данные в SaBa находятся методом наибольшего правдоподобия с учетом систематических и случайных ошибок экспериментальных данных [4].

Для проведения оценки использовались экспериментальные значения полных сечений реакций ${}^9\text{Be}(d, \alpha_{0,1})$. В табл. 1 представлена краткая характеристика всех введенных в библиотеку данных из работ, опубликованных с 1957 по 2013 гг. Возможности библиотеки SaBa позволяют производить пересчет дифференциальных значений сечений в полные. Звездочками отмечены новые введенные данные.

Для получения оценки в библиотеке SaBa используется представление полных сечений реакции в виде астрофизического S -фактора (МэВ·б). Астрофизический S -фактор выражается как функция от энергии налетающей частицы в системе центра масс,

$$S(E_{\text{цм}}) = \sigma(E_{\text{цм}}) E_{\text{цм}} \exp\left(\sqrt{\frac{E_{\Gamma}}{E_{\text{цм}}}}\right), \quad (1)$$

где $E_{\Gamma} = 0,98948z_1z_2\sqrt{\frac{m_1m_2}{m_1+m_2}}$ – энергия Гамова, $E_{\text{цм}}$ – энергия в системе центра масс, z_1, z_2 – заряды налетающей частицы и ядра мишени, m_1, m_2 – массы налетающей частицы и ядра мишени в а.е.м.

Таблица 1

Краткая характеристика данных, введенных в библиотеку SaVa

Источник	Тип данных	Диапазон углов, градусы	Ошибки, %		Диапазон энергий, МэВ
			случайн.	системн.	
Л. Н. Генералов и др. [5]*	Дифференциальное сечение	20–163		3	3,0–9,0
К. Ишии и др. [6]*	Астрофизический S-фактор	30–150		–	0,09–0,29
Ф. Берtrand и др. [7]*	Полное сечение	–	–	–	0,3–1,0
А. Саганек и др. [8]*	Дифференциальное сечение	20–167		10	0,89–2,168
Т. Янабу и др. [9]*	Полное сечение	–			14,1
Н. Джерми и др. [10]*	Полное сечение	–	25		0,1–0,24
Дж. Ян и др. [11]	Дифференциальное сечение	60–160		–	0,08–0,160
Дж. Ян и др. [11]	Полное сечение	–	5–9	–	0,08–0,160
Э. Аннегарн и др. [12]	Полное сечение	–		–	0,57–0,9
И. Следзинска и др. [13]	Дифференциальное сечение	15–165	–	10	0,9–3,1
И. Следзинска и др. [13]	Полное сечение	–	–	10	0,9–3,1
В. К. Долинов и др. [14]	Дифференциальное сечение	5–165	5–20	20	11,4; 12,4
А. Щурек и др. [15]	Дифференциальное сечение	30–170	3–6	8	7,0
С. Танака [16]	Дифференциальное сечение	20–160	3–10	12	12,35; 14,06
С. Танака [16]	Полное сечение	20–160	3–4,3	12	12,35; 14,06
Чен Ли Ян и др. [17]	Полное сечение	–	3–4	8	0,15–1,48

*Новые введенные данные.

Оценка полных сечений реакции ${}^9\text{Be}(d, \alpha_0){}^7\text{Li}$

Предыдущая оценка полных сечений, записанная в SaVa, в области энергий менее 500 кэВ содержала достаточно скудный набор данных из работ [11] и [17]. Оцененная кривая в интервале от 0 до 100 кэВ строилась на основании значений сечений из работы [11]. В диапазоне от 100 кэВ до 500 кэВ оценка проводилась по трем точкам из работы [17]. Область энергий от 500 кэВ до 3 МэВ включала несколько наборов данных из работ [12, 13, 17]. В интервале энергий от 3 МэВ до 14 МэВ оценка проводилась только по пяти значениям из работ [14–16].

В результате поиска новых данных были отобраны работы, измерения в которых проводились в энергетическом диапазоне от 0 до 20 МэВ. В работах [5, 7–10, 16] представлены значения сечений и астрофизических S -факторов реакции ${}^9\text{Be}(d, \alpha_0){}^7\text{Li}$ (рис. 1, 2).

После ввода экспериментальных значений для некоторых наборов данных проводилась процедура нормировки. Необходимость ввода масштабирующих множителей определялась явным систематическим сдвигом данных одного автора по сравнению с другими.

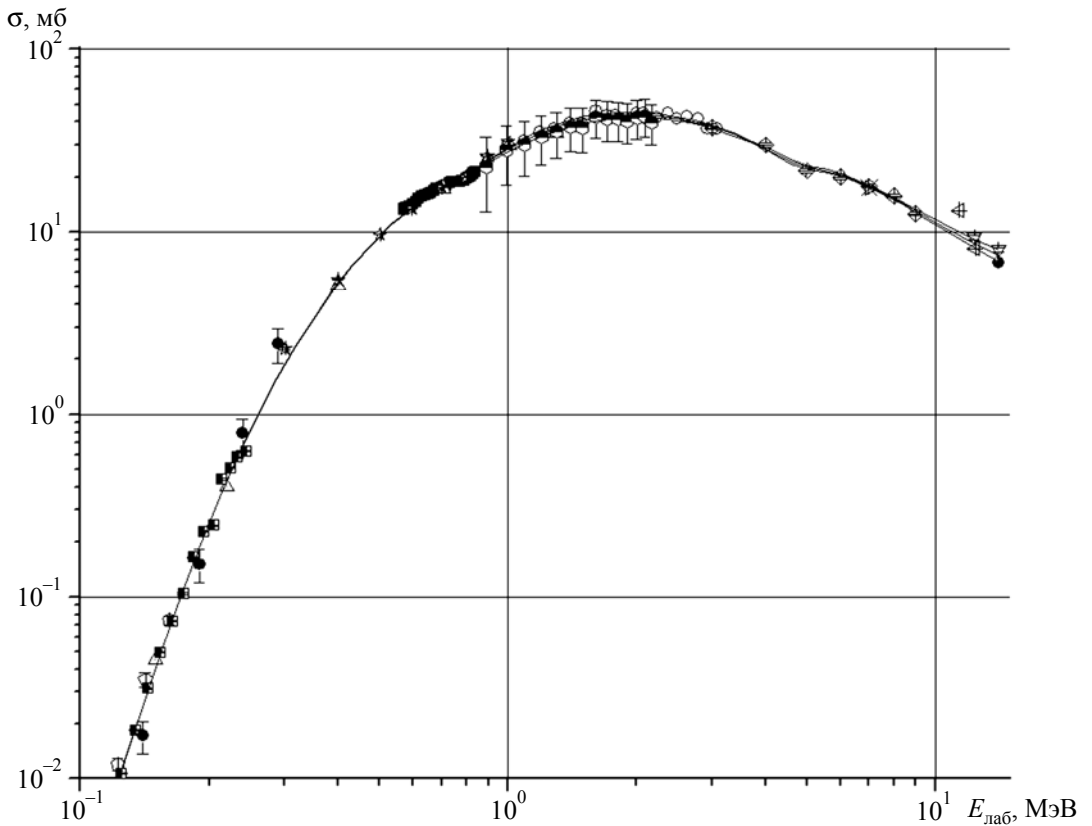


Рис. 1. Оцененные полные сечения реакции ${}^9\text{Be}(d, \alpha_0){}^7\text{Li}$ (сплошная кривая). Экспериментальные данные: ■ – [12], ○ – [13], △ – [17], ▽ – [16], ◆ – [14], ✕ – [15], ◇ – [5], ◊ – [11], ● – [8], ★ – [7], ○ – [9], ■ – [10], ● – [6]

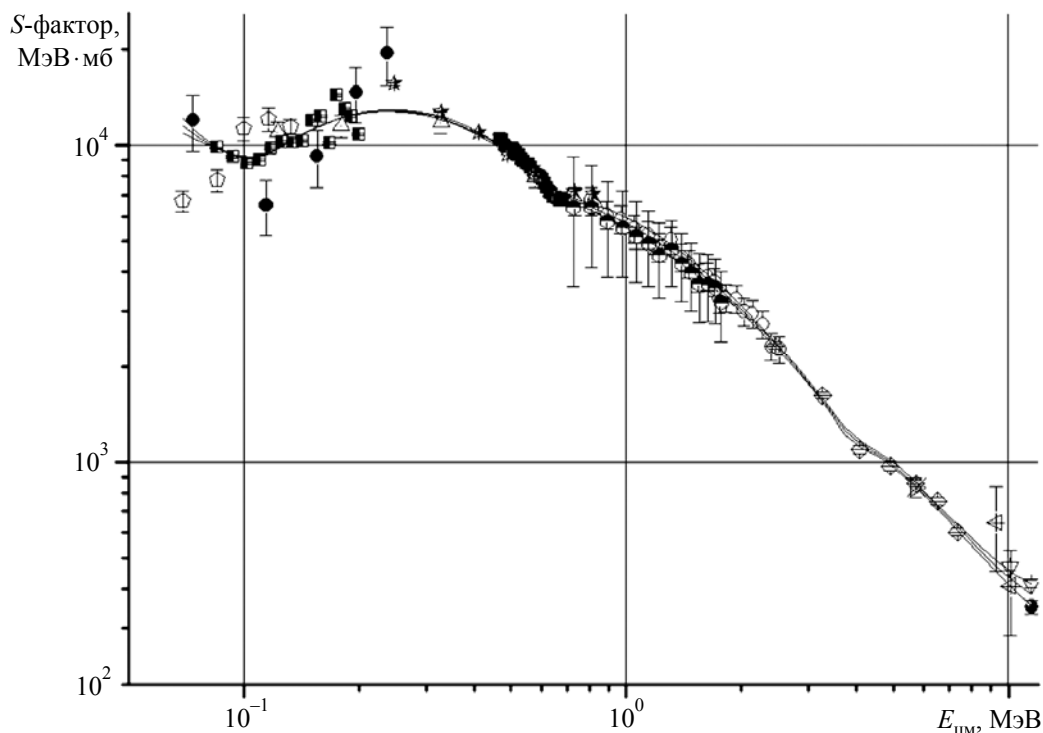


Рис. 2. Оцененные значения астрофизического S -фактора реакции ${}^9\text{Be}(d, \alpha_0){}^7\text{Li}$ (сплошная кривая). Экспериментальные данные: ■ – [12], ○ – [13], △ – [17], ▽ – [16], ◀ – [14], ✕ – [15], ◇ – [5], Φ – [11], ● – [8], ★ – [7], ○ – [9], ■ – [10], ● – [6]

В работах [6] и [17] энергетические диапазоны измерений перекрываются на участке от 150 до 240 кэВ. Коэффициент нормировки при этом составил 3,417. В результате нормировки в диапазоне перекрытия данных значения сечений из работы [6] в точках 190 и 240 кэВ существенным образом приблизились к результатам [17]. При этом удалось получить хорошее согласие и с данными [11].

Экспериментальные данные из работы [10] отличаются от значений предыдущей оцененной кривой и данных из работы [11], которые охватывают примерно такой же энергетический диапазон. Нормирование на данные [11] с коэффициентом нормировки 0,352 привело к хорошему согласию данных [10] с другими результатами.

Энергетические диапазоны наборов данных, представленных в работах [12] и [7], перекрываются на участке от 570 до 630 кэВ. Значения полных сечений из работы [12] хорошо совпадают со значениями предыдущей оцененной кривой, поэтому они были выбраны для нормирования. При нормировании с коэффициентом 0,839 было достигнуто хорошее согласие данных [7] с результатами [17] и [13].

При анализе экспериментальных значений S -фактора в области энергии ниже 100 кэВ обнаруживается расхождение между введенными экспериментальными данными и предыдущей оценкой. В работе [6] представлены значения астрофизических S -факторов для пяти энергий налетающих дейтронов (90, 140, 190, 240, 290 кэВ). Анализ этих данных показал наличие роста значений S -фактора в области энергий менее 100 кэВ. По нашему мнению, одна из возможных причин, объясняющих этот рост, – проявление при низких энергиях эффекта электронного экранирования.

Под электронным экранированием понимается эффект ослабления влияния электрического поля заряда ядра за счет действия электрического поля окружающего его электронного облака.

В работе [6] авторы явно говорят о влиянии эффекта электронного экранирования на значения астрофизического S -фактора.

Данные из работы [11] демонстрируют наличие спада значений астрофизического S -фактора в области энергий менее 100 кэВ. Однако при этом наблюдается замедление спада значений в точках с энергиями 0,069 кэВ и 0,085 кэВ по сравнению с интервалом 0,085–0,1 кэВ. Экспериментальные данные из работ [6, 7, 17] охватывают область энергий от 100 до 500 кэВ. Данные образуют «горб» в указанном диапазоне, не описанный в предыдущей оценке в библиотеке. В области от 500 кэВ до 3 МэВ были введены сечения из работ [7, 8]. Новые значения хорошо согласуются с имеющейся оценкой в данном энергетическом диапазоне. В рассматриваемом интервале оцененная кривая представлена наибольшим числом наборов экспериментальных точек.

Область энергий более 3 МэВ включает экспериментальные данные из работ [14–16]. При проведении настоящей оценки в библиотеку были введены значения из работы [5], подтвердившие предположения о ходе оцененной кривой в диапазоне энергий от 3 до 7 МэВ. Небольшая коррекция хода кривой произведена в окрестности энергии 4 МэВ после учета новых данных.

Вне интервала определения приближающей функции построение оцененной кривой осуществляется проведением процедуры экстраполяции. Функция возбуждения для основного состояния ${}^7\text{Li}$ определена в диапазоне от 0,069 кэВ до 11,525 МэВ. Для наилучшего описания оцененной кривой в областях энергий менее 0,069 кэВ и более 11,525 МэВ использовалась функция экстраполяции, выраженная в виде полинома 1 степени – прямой линии. Это означает, что оцененная кривая продолжает ход за областью ее определения с сохранением угла наклона.

Как было указано выше, оцененная кривая в SaBa представляет собой сумму кубических сплайнов. Путем подбора параметров сплайнов изменяется вид приближающей кривой. Приближающих кривых может быть несколько. Выбор необходимой функции оценки делается с учетом значения χ^2 , определяемого при построении каждой приближающей кривой. В библиотеке SaBa χ^2 вычисляется следующим образом:

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N_d} \left(\frac{y_i - f(x_i)}{\sigma_i} \right)^2}{N_d - N_p}, \quad (2)$$

где $\{x_i, y_i, \sigma_i\}$ – точка данных и ее ошибка, f – приближающая функция, N_d – число точек данных, N_p – число подгоняемых параметров. Минимальное значение этой величины свидетельствует о том, что получено наилучшее приближение. Для реакции ${}^9\text{Be}(d, \alpha_0){}^7\text{Li}$ это значение составило $\chi^2 = 16,6021$.

Результатом проведенных процедур оценки является набор коэффициентов сплайна аппроксимирующей функции астрофизического S -фактора и коэффициентов экстраполирующего полинома. Значение астрофизического S -фактора вычисляется из следующего соотношения с использованием полученных коэффициентов, представленных в табл. 2 и 3:

$$\ln S(E_{\text{цм}}) = \sum_{k=0}^3 C_k \left(\ln \frac{E_{\text{цм}}}{E_i} \right)^k, \quad (3)$$

где $k = 0, 1, 2, 3$; C_k – коэффициент сплайна; E_i – энергия в узле сплайна, $E_i < E_{\text{цм}}$.

С использованием формулы (1) из полученных значений астрофизического S -фактора находятся значения полных сечений реакции ${}^9\text{Be}(d, \alpha_0){}^7\text{Li}$.

Таблица 2

Значения коэффициентов сплайна оцененной кривой астрофизического S -фактора реакции ${}^9\text{Be}(d, \alpha_0){}^7\text{Li}$, представленные в логарифмическом масштабе

Дефект	Энергия узла сплайна, МэВ	Коэффициенты сплайна			
		C_0	C_1	C_2	C_3
1	0,065	9,406	$-8,815 \cdot 10^{-1}$	$-1,783 \cdot 10^{-1}$	1,612
2	0,122	9,183	$8,135 \cdot 10^{-1}$	$-5,851 \cdot 10^{-1}$	$-7,259 \cdot 10^{-3}$
3	0,657	8,861	$-8,073 \cdot 10^{-1}$	3,719	$-1,079 \cdot 10^1$
1	0,746	8,795	$-3,854 \cdot 10^{-1}$	$-4,136 \cdot 10^{-1}$	$7,960 \cdot 10^{-3}$
2	3,688	7,158	-1,646	6,618	$-1,486 \cdot 10^1$
1	4,388	6,993	$-6,924 \cdot 10^{-1}$	-1,144	$7,609 \cdot 10^{-1}$
0	11,599*	–	–	–	–

*Для узла 11,599 МэВ ниже приведены коэффициенты экстраполяции.

Таблица 3

Значения коэффициентов сплайна оцененной кривой астрофизического S -фактора реакции ${}^9\text{Be}(d, \alpha_0){}^7\text{Li}$ при экстраполяции в область низких и высоких энергий, представленные в логарифмическом масштабе

Область экстраполяции	Степень полинома	Энергия узла сплайна, МэВ	Коэффициенты сплайна			
			C_0	C_1	C_2	C_3
< 0,065	1	0,065	9,406	$-8,815 \cdot 10^{-1}$	0	0
> 11,599	1	11,599	5,938	$-7,589 \cdot 10^{-1}$	0	0

Оценка полных сечений реакции ${}^9\text{Be}(d, \alpha_1){}^7\text{Li}^*$ (0,478 МэВ)

Анализ экспериментальных данных, использованных для предыдущей оценки в библиотеке, показал, что области с энергиями менее 100 кэВ и более 3 МэВ представлены недостаточно подробно. Из найденных работ, удовлетворяющих указанным энергетическим диапазонам, в библиотеку SaVa были введены значения полных сечений и астрофизических S -факторов из работ [5–9, 16] (рис. 3, 4).

После ввода экспериментальных данных проводилась процедура нормировки со следующими коэффициентами:

- данные работы [6] нормировались на результаты работы [17] с коэффициентом 2,998;
- данные работы [7] нормировались на результаты работы [12] с коэффициентом 0,833.

Область энергий до 100 кэВ включает данные из работ [6] и [11]. В работе [11] значения астрофизического S -фактора демонстрируют плавный спад, в то время как данные [6] обнаруживают подъем. По нашему мнению, возможной причиной роста значений астрофизического S -фактора при низких энергиях, как и для основного состояния ядра ${}^7\text{Li}$, является электронное экранирование.

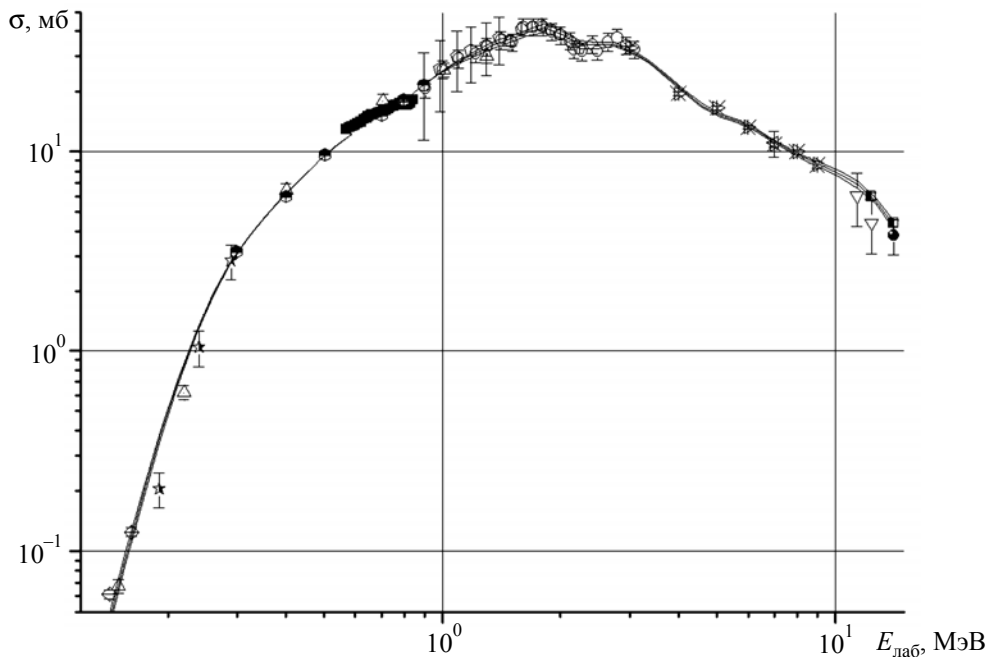


Рис. 3. Оцененные полные сечения реакции ${}^9\text{Be}(d, \alpha_1){}^7\text{Li}^*$ (сплошная кривая).
 Экспериментальные данные: ■ – [12], ○ – [13], △ – [17], ▽ – [14], ◆ – [15],
 ✕ – [5], ◇ – [11], ⊕ – [8], ● – [7], ★ – [6], ● – [9], ■ – [16]

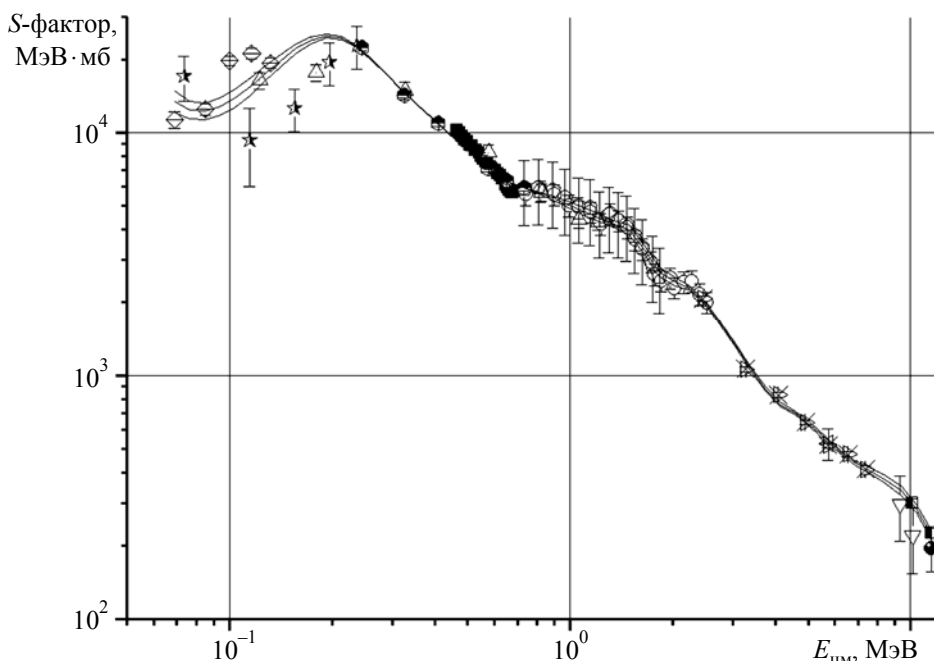


Рис. 4. Оцененные значения астрофизического S -фактора реакции ${}^9\text{Be}(d, \alpha_1){}^7\text{Li}^*$ (сплошная кривая).
 Экспериментальные данные: ■ – [12], ○ – [13], △ – [17], ▽ – [14], ◆ – [15], ✕ – [5], ◇ – [11], ⊕ – [8],
 ● – [7], ★ – [6], ● – [9], ■ – [16]

При получении оцененной кривой данным [11] была присвоена систематическая ошибка 20 % (такая возможность предусмотрена в библиотеке SaVa). Благодаря этому удалось провести оцененную кривую, основываясь в большей степени на данные [6]. При этом значения работы [11] из оценки полностью исключены не были.

Экспериментальные данные в энергетическом интервале от 100 до 500 кэВ представлены работами [6, 7, 17]. Анализ введенных данных показал, что в рассматриваемом диапазоне существует подъем значений астрофизического S -фактора. В предыдущей оценке этот «горб» не был описан.

Энергетический диапазон от 500 кэВ до 2,5 МэВ представлен подробно данными из работ [8, 12, 13, 17]. Значения хорошо согласуются между собой и четко прописывают структуру оцененной кривой.

В интервале от 3 до 7 МэВ введены значения сечений из работ [5, 14–16]. В окрестности энергии 4 МэВ после учета данных из работы [5] был обнаружен небольшой провал, не описанный в предыдущей оценке. При энергии дейтрона $E_{\text{лаб}} = 7$ МэВ значения из работ [5] и [15] практически совпадают: $(10,8 \pm 0,3)$ мб и $(11 \pm 14,5 \%)$ мб, соответственно.

Область энергий более 10 МэВ представлена наборами экспериментальных данных из работ [9, 14, 16]. По имеющимся значениям полных сечений невозможно точно определить структуру кривой оценки. В результате получен ее предполагаемый ход в указанном энергетическом диапазоне.

Функция оценки определена в интервале энергий от 0,069 кэВ до 11,525 МэВ. Вне этого интервала, как и для основного уровня, построение функции оценки в нуле и в бесконечности проводилось с использованием полинома 1 степени, сохраняющего угол наклона оцененной кривой.

Из полученного набора приближающих кривых оптимальное приближение определялось по наименьшему значению χ^2 , высчитываемому по формуле (2). Для реакции ${}^9\text{Be}(d, \alpha_1){}^7\text{Li}^*$ значение χ^2 , соответствующее наилучшему приближению, составило $\chi^2 = 4,6220$.

Основной результат работы – оцененная кривая астрофизического S -фактора. С использованием формул (1), (3) и полученных коэффициентов сплайна и экстраполирующего полинома, соответствующих заданной энергии, находятся значения астрофизических S -факторов и полных сечений реакции ${}^9\text{Be}(d, \alpha_1){}^7\text{Li}^*$. В табл. 4 представлены значения коэффициентов сплайна оцененной кривой астрофизического S -фактора, в табл. 5 приведены коэффициенты экстраполирующего полинома.

Таблица 4

Значения коэффициентов сплайна оцененной кривой астрофизического S -фактора реакции ${}^9\text{Be}(d, \alpha_1){}^7\text{Li}^$, представленные в логарифмическом масштабе*

Дефект	Энергия узла сплайна, МэВ	Коэффициенты сплайна			
		C_0	C_1	C_2	C_3
1	0,070	9,498	-1,096	3,868	-2,148
1	0,214	$1,010 \cdot 10^1$	$-5,244 \cdot 10^{-1}$	-3,358	4,094
1	0,290	9,749	-1,431	$3,785 \cdot 10^{-1}$	$-2,241 \cdot 10^{-1}$
1	0,534	8,966	-1,219	$-3,177 \cdot 10^{-2}$	3,772
2	0,702	8,707	$-3,898 \cdot 10^{-1}$	$-5,244 \cdot 10^{-1}$	$4,198 \cdot 10^{-1}$

Дефект	Энергия узла сплайна, МэВ	Коэффициенты сплайна			
		C_0	C_1	C_2	C_3
2	1,448	8,309	$-4,892 \cdot 10^{-1}$	$-1,133 \cdot 10^1$	$2,483 \cdot 10^1$
2	1,995	7,806	$-8,957 \cdot 10^{-2}$	-4,812	3,754
2	4,379	6,585	$-6,943 \cdot 10^{-1}$	-2,538	3,567
1	6,579	6,123	$-9,892 \cdot 10^{-1}$	1,813	-4,179
0	12,833*	–	–	–	–

*Для узла 12,833 МэВ ниже приведены коэффициенты экстраполяции.

Таблица 5

Значения коэффициентов сплайна оцененной кривой астрофизического S-фактора реакции ${}^9\text{Be}(d, \alpha_1){}^7\text{Li}^$ при экстраполяции в область низких и высоких энергий, представленные в логарифмическом масштабе*

Область экстраполяции	Степень полинома	Энергия узла сплайна, МэВ	Коэффициенты сплайна			
			C_0	C_1	C_2	C_3
< 0,070	1	0,070	9,498	-1,096	0	0
> 12,833	1	12,833	5,023	-4,168	0	0

Заключение

В работе проведена оценка полных сечений реакций ${}^9\text{Be}(d, \alpha_{0,1})$ для библиотеки оцененных и экспериментальных ядерных данных по взаимодействию заряженных частиц с легкими ядрами ($Z < 10$) SaBa для термоядерных и астрофизических приложений.

Получены новые коэффициенты аппроксимирующего сплайна и экстраполирующего полинома оцененной функции полного сечения, используемые для расчета значений полных сечений.

Следует отметить, что в области энергий до 500 кэВ экспериментальные данные достаточно противоречивы и нечетко определяют структуру оцененной кривой. В связи с этим для получения более качественной оценки требуется проведение дополнительных измерений полных сечений реакций ${}^9\text{Be}(d, \alpha_{0,1})$ в указанном диапазоне. Достаточно подробное описание оцененной кривой получено в области энергий более 3 МэВ.

Полученные оцененные данные хранятся в библиотеке SaBa в виде значений коэффициентов сплайна и экстраполирующего полинома.

Список литературы

1. Zvenigorodskij A. G., Zhrebtsov V. A., Lazarev L. M. et al. The library of evaluated and experimental data on charged particles for fusion application // Report IAEA-NDS-191, Vienna, 1999.
2. Abramovich C. N., Guzhovskij B. Ja., Zhrebtsov V. A. et al. Nuclear-physics constants of fusion. – М.: USSR State Committee of Atomic Energy, 1989. 272.

3. Abramovich S. N., Guzhovskij B. Ja., Zherebtsov V. A. et al. A Reference Handbook // Report INDC (CCP)-326, Vienna, 1991.

4. Horsley A., Parker J. B., Parker K. et al. Curve Fitting and Statistical Techniques for Use in the Mechanized Evaluation of Neutron Cross Sections // Nucl. Instr. and Meth. 1968. Vol. 62, N 1. P. 29–42.

5. Generalov L. N., Abramovich C. N., Zvenigorodskiy A. G. // LI Межд. конф. по ядерной спектроскопии и структуре ядра. Сб. тез. докл. – Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2001. С. 187.

6. Ishii K., Ochiai K., Murata I. et al. Measurements of ${}^9\text{Be}(d, x)$ and ${}^9\text{Be}(p, x)$ cross sections at low energy // JAERI-Conf. 2000-005. – Tokai. 2000. P. 166.

7. Bertrand F., Grenier G., Pornet J. Investigation of the reactions ${}^9\text{Be}(d, \alpha_0){}^7\text{Li}$, ${}^9\text{Be}(d, \alpha_1){}^7\text{Li}^*$, ${}^9\text{Be}(d, t){}^8\text{Be}$ and ${}^9\text{Be}(d, p_0){}^{10}\text{Be}$ in the energy interval from 300 keV to 1000 keV // Rapport CEA-R-3504. 1968.

8. Saganek A., Sledzinska I., Turos A. et al. ${}^9\text{Be}(d, \alpha_0){}^7\text{Li}$ (ground state) and ${}^9\text{Be}(d, \alpha_1){}^7\text{Li}$ (470 keV) reactions in the 0.9–2.2 MeV energy range // Acta Phys. Pol. 1971. Vol. B.2. P. 473–488.

9. Yanabu T., Yamashita S., Kakigi S. et al. Alpha emitting reactions on ${}^9\text{Be}$, ${}^{10}\text{B}$ and ${}^{11}\text{B}$ induced by protons, deuterons and alpha-particles // J. Phys. Soc. Japan. 1964. Vol. 19. P. 1818–1823.

10. Jarmie N., Seagrave J. D. Charged particle cross sections // Report LA-2014. 1957.

11. Yan J., Cecil F.E., McNeil J.A. et al. Deuteron-induced reactions on ${}^9\text{Be}$, ${}^{10}\text{B}$, and ${}^{11}\text{B}$ at low energies // Phys. Rev. C. 1997. Vol. 55. P. 1890–1899.

12. Annegarn H. J., Mingay D. W., Sellschop J. P. F. Evidence for a nuclear level in ${}^{11}\text{B}$ at 16.43 MeV // Phys. Rev. C. 1974. Vol. 9. P. 419–421.

13. Sledzinska I., Saganek A., Wilhelmi Z. et al. Analysis of the ${}^9\text{Be}(d, \alpha_0){}^7\text{Li}$ g.s. and ${}^9\text{Be}(d, \alpha){}^7\text{Li}^*(470 \text{ keV})$ reactions in terms of the two nucleon distorted-wave born approximation // Acta Phys. Pol. 1977. Vol. B8. P. 227–235.

14. Долинов В. К., Меликов Ю. В. Исследования реакций (d, α) и (p, α) на ядрах Be^9 // Вестник Моск. Унив. Сер. Физика, Астрономия. 1966. Т. 2. С. 116–118.

15. Szczurek A., Bodek K., Kug J. et al. Mechanism of reactions induced by 7 MeV deuterons on ${}^9\text{Be}((d, p), (d, d), (d, t), (d, {}^4\text{He}))$ // Z. Phys. 1989. Vol. A333. P. 271–279.

16. Tanaka S. The ${}^9\text{Be}(d, t){}^8\text{Be}$ and ${}^9\text{Be}(d, \alpha){}^7\text{Li}$ reaction in the energy range from 12.17 MeV to 14.43 MeV // J. Phys. Soc. Japan. 1978. Vol. 445. P. 1405–1412.

17. Chenglie Jiang, Kui Zhao, Dachun Wang et al. Study of ${}^9\text{Be}(d, x)$ reactions // Proc. conf. on low energy nuclear physics. – Lanzhou. 1972. P. 3.

Evaluated integral cross section for ${}^9\text{Be}(d, \alpha_{0,1})$ reactions

S. M. Selyankina, S. M. Taova, L. N. Generalov, S. N. Abramovich

The work was carried out within the framework of activity on the development of the Library of Evaluated and Experimental Data on Charged Particle Interaction with Light Nuclei SaBa (Sarov Base) developed in RFNC-VNIIEF [1]. Cubic splines were used as an approximation function. Search and analysis of existing experimental data on ${}^9\text{Be}(d, \alpha_{0,1})$ reactions has been performed. On the basis of data already available in the library and those newly introduced, new evaluations of integral cross section of ${}^9\text{Be}(d, \alpha_{0,1})$ reactions were obtained.