

П. Б. Кац, А. В. Кудравец

P. Kats, A. Kudravets

Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина

(Брест, Беларусь)

**ПРОВЕРКА УКОРОЧЕННОГО
МОДИФИЦИРОВАННОГО МЕТОДА ЛИДЖИАНА –
КИНГА – ЖЕНГМИНГА С ДВУМЯ
КОЭФФИЦИЕНТАМИ A_j ДЛЯ ОГАНЕСОНА**

**VERIFICATION OF THE SHORTENED MODIFIED LIJIAN –
QING – ZHENGMING METHOD
WITH TWO COEFFICIENTS A_j FOR OGANESON**

Предложен укороченный модифицированный метод LQZ_s с двумя коэффициентами a_j . Рассмотрены варианты с числом коэффициентов d_z 12, 10 и 8. Вычислены коэффициенты для оганесона ($Z = 118$). Относительная ошибка ER для всех рассмотренных скоростей электронов не превышает 0,8 %. Показано, что погрешность $2a4d$ для оганесона ниже погрешности $3a3d$ для урана. Это позволяет предположить, что для элементов с $Z \geq 92$ более перспективно использовать метод $2a4d$, чем $3a3d$.

A shortened modified LQZ_s method is proposed by two coefficients a_j . Variants with the number of coefficients d_z 12, 10 and 8 are considered. Coefficients for oga-neson ($Z = 118$) are calculated. The relative error ER for all considered electron velocities does not exceed 0,8 %. It is shown that the error of $2a4d$ for oganesson is lower than the error of $3a3d$ for uranium. This suggests that for elements with $Z \geq 92$, it is more promising to use the $2a4d$ method than $3a3d$.

Ключевые слова: рассеяние позитронов, моттовское сечение рассеяния, укороченный метод LQZ.

Keywords: positron scattering, Mott's differential cross section, shortened LQZ method.

В работах [1–3] и др. мы рассмотрели укороченный модифицированный метод Лиджиана – Кинга – Женгминга (LQZ) для позитронов. В этом методе

нормированное моттовское сечение аппроксимируется аналитической формулой вида:

$$R_{LQZ_s}(\theta; Z, \beta) = 1 + \sum_{j=1}^3 a_j(Z, \beta)(1 - \cos \theta)^{j/2}, \quad (1)$$

$$a_j(Z, E) = \sum_{k=1}^L d_z(j, k)(\beta - \bar{\beta})^{k-1}, \bar{\beta} = 0,668269.$$

При $L=3$ значение R определяется девятью коэффициентами $d_z(j, k)$ вместо 30, как в оригинальном методе [4]. Снижение L до 2 приводит к недопустимому росту погрешности. Можно уменьшить число коэффициентов $d_z(j, k)$ путем уменьшения числа $a_j(Z, \beta)$ до 2:

$$R_{LQZ_{s2a}}(\theta; Z, \beta) = 1 + \sum_{j=1}^2 a_j(Z, \beta)(1 - \cos \theta)^{j/2}. \quad (2)$$

В представленной работе вычислены коэффициенты $d_z(j, k)$ для сечения рассеяния на оганесоне с двумя коэффициентами $a_j(Z, \beta)$ и значениями L от 6 до 4. Результаты расчетов приведены в таблицах 1–3.

Таблица 1 – $Z = -118, L = 6$

j/k	1	2	3	4	5	6
1	-0,266835	-0,810247	-0,481172	0,743794	1,3136676	0,746431
2	0,022953	-0,014701	-0,508966	-1,46336	-1,68367	-0,683922

Таблица 2 – $Z = -118, L = 5$

j/k	1	2	3	4	5
1	-0,267609	0,812809	-0,428210	0,837598	0,893802
2	0,023662	-0,012354	-0,557494	-1,549308	-1,298971

Таблица 3 – $Z = -118, L = 4$

j/k	1	2	3	4
1	-0,269773	-0,777864	-0,3088895	0,454768
2	0,026808	-0,06314	-0,730903	-0,992937

Согласно [1], относительная ошибка ER вычисляется по формуле:

$$ER(Z, \beta) = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{36} [R(\theta; Z, \beta) - R_{KHV}(\theta; Z, \beta)]^2}{\sum_{i=0}^{36} R_{KHV}(\theta; Z, \beta)^2}} \cdot 100\%. \quad (3)$$

R_{KHV} – т. н. точное нормированное моттовское сечение рассеяния, вычисленное по методу, изложенному в [5].

На рисунке 1 показаны значения относительной ошибки ER при различных скоростях $v = \beta c$. До скорости 0,6c (энергии около 0,13 МэВ) погрешности методов 3a4d и 2a4d очень близки. Точность метода 2a5d выше, чем 3a4d для большинства рассмотренных скоростей. Для всех рассмотренных скоростей относительная ошибка ниже 1 %.

В таблице 4 приведена усредненная по скоростям относительная ошибка для различных значений L:

$$\langle ER \rangle(Z) = \frac{1}{26} \sum_{\beta=0,1}^{0,999} ER(Z, \beta). \quad (4)$$

Таблица 4. – Усредненная по скоростям относительная ошибка для оганесона

	LQZ	LQZ _{S2a6d}	LQZ _{S2a5d}	LQZ _{S2a4d}	LQZ _{S3a4d}
$\langle ER \rangle, \%$	$2,18 \cdot 10^{-2}$	0,230	0,233	0,428	0,304

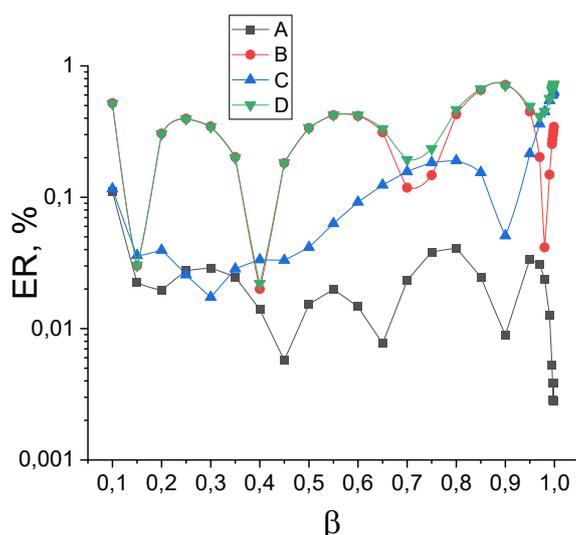


Рисунок 1 – Относительная ошибка ER как функция относительной скорости. A – LQZ, B – LQZ_{S3a4d}, C – LQZ_{S2a5d}, D – LQZ_{S2a4d}

В [3] получено для урана для 3a3d $\langle ER \rangle = 1,03\%$. Т. о., погрешность 2a4d для оганесона ниже погрешности 3a3d для урана. Это позволяет предположить, что для элементов с $Z \geq 92$ более перспективно использовать метод 2a4d, чем 3a3d и, соответственно, метод 2a5d предпочтительней метода 3a4d.

Список использованных источников

1. Кац, П.Б. Расчет коэффициентов укороченного модифицированного метода LQZ для урана / П. Б. Кац, А.В. Кудравец // Актуальные вопросы общей и теоретической физики, физики конденсированных сред и астрофизики: сб. материалов регионального научно-

практического семинара, посвящённого 70-летию со дня рождения А. Ф. Ревинского, Брест, 12 апреля 2022 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; под общ. ред. А. В. Демидчика. – Брест : БрГУ, 2022. – С. 35–37.

2. Кудравец А.В. Расчет коэффициентов укороченного модифицированного метода LQZ для гелия / А.В. Кудравец // Инновационные подходы к обучению физике, математике, информатике : материалы Междунар. студ. науч.-практ. интернет-конф., г. Минск, 22 апреля 2022 г. / Белорус. гос. пед. ун-т им. М. Танка; редкол. С. И. Василец, А. Ф. Климович (отв. ред.), В. Р. Соболев [и др.]. – Минск : БГПУ, 2022. – С. 41–44.

3. Кац, П.Б. Рассмотрение вариантов укороченного модифицированного метода LQZ на примере урана / П. Б. Кац, А.В. Кудравец // Математическое моделирование и новые образовательные технологии в математике : сб. материалов Респ. науч.-практ. конф.; Брест, 28-29 апр. 2022 г. / Брест. гос. ун-т им. А.С. Пушкина ; под общ. ред. А.И. Басика. – Брест : БрГУ, 2022. – С. 190–192.

4. An Expression for the Mott Cross Section of Electrons and Positrons on Nuclei with Z up to 118 / M.J Boschini et al // Radiation Physics and Chemistry. – 2013. – V.90. – P. 39–66.

5. Kats, P.B. Normalized Mott Cross Section in Different Approaches / P.B. Kats, K.V. Halenka, O.O. Voskresenskaya // Phys. Part. Nuclei Lett. – 2021. – V. 18, № 3. – P. 277–283.