

ГАУССОВСКАЯ ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ ПОТЕНЦИАЛОВ ТИПА ЮКАВЫ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ В ФОЛДИНГ-МОДЕЛЯХ

Представлены результаты гауссовской параметризации потенциалов типа Юкавы и обсуждается ее применение при построении самосогласованных фолдинг-потенциалов.

Построение самосогласованных фолдинг-потенциалов методом свертки реалистических микроскопически обоснованных нуклон-нуклонных потенциалов с функциями ядерной плотности продиктовано необходимостью получения аналитического представления потенциалов взаимодействия ядер с нуклонами. В работах [1, 2] предложена модель конструирования самосогласованных фолдинг-потенциалов взаимодействия нуклонов и дейтронов с ядром 6Li , когда свертка проводится для V_{NN} - и $V_{\alpha N}$ -потенциалов, с которыми строится исходная трехтельная $\{\alpha NN\}$ -волновая функция (ВФ) ядра 6Li в мультикластерной динамической модели с Паули проектированием (МДМП) [3]. Также в [1,2] показано преимущество применения гауссовского базиса для разложения используемых функций.

Авторами [1, 2] в качестве потенциала нуклон-нуклонного взаимодействия была выбрана одна из последних версий – потенциал Дея [4], который представляет собой суперпозицию потенциалов типа Юкавы $V = \frac{e^{-\alpha r}}{r}$ в следующем виде:

$$v_2(r) = -10,463 \cdot e^{-x} / x + 105,468 \cdot e^{-2x} / x - 3187,8 \cdot e^{-4x} / x + 9924,3 \cdot e^{-6x} / x, \quad (1)$$

S=0, T=1 (синглет)

$$v_c(r) = -10,463 \cdot e^{-x} / x - 1650,6 \cdot e^{-4x} / x + 6484,2 \cdot e^{-7x} / x, \quad (2)$$

S=1, T=1 (триплет)

$$v_c(r) = (10,463/3) \cdot e^{-x}/x - 933,48 \cdot e^{-4x}/x + 4152,1 \cdot e^{-6x}/x, \quad (3)$$

где $x = 0,7 \cdot r$, а r – расстояние между двумя нуклонами.

В работах [5, 6] представлены результаты расчетов самосогласованных фолдинг-потенциалов взаимодействия ядер 6Li и 6He в возбужденных состояниях с нуклонами, где в качестве потенциалов нуклон-нуклонного взаимодействия использовались потенциалы Аффана-Тана [1, 2]

$$v_{i4}(r_{i4}) = -V_0 \cdot e^{-\gamma_{i4} r_{i4}^2} \quad (4)$$

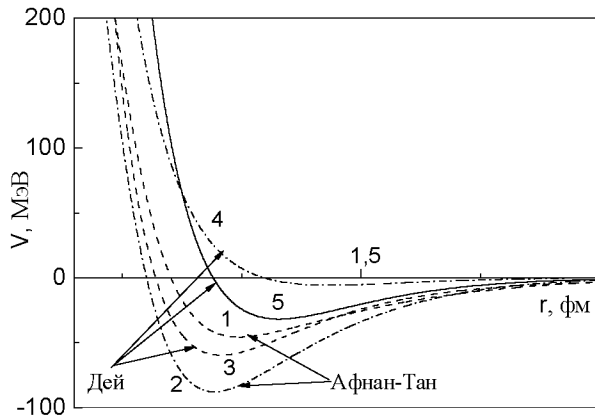
с различающимися синглетными и триплетными состояниями. В табл. 1 представлены соответствующие параметры V_{NN} -потенциала.

Таблица 1. Параметры потенциала Аффана-Тана

	V_1 , МэВ	$\gamma_{i4}^{(1)}$, фм ²	V_2 , МэВ	$\gamma_{i4}^{(2)}$, фм ²	V_3 , МэВ	$\gamma_{i4}^{(3)}$, фм ²
Singlet	880	5,2	-67,1	0,62	-21,0	0,38
Triplet	1000	5,4	-143,4	0,82	-43,0	0,60

Сравнение потенциалов Аффана-Тана и Дея нужно проводить без множителя $1/x$ в потенциале Дея. Из рис. видно, что радиальная зависимость этих потенциалов заметно отличается.

Нами была предпринята попытка переразложения потенциала Дея (1) по гауссовскому базису, однако полученная функция оказалась неустойчивой и знакопеременной. Основная проблема была связана с переразложением функции



Сравнение потенциалов Аффана-Тана [1, 2] и Дея [4].

1, 2 – синглет и триплет потенциала Аффана-Тана;
3–5 – синглет, триплет и центральная часть потенциала Дея

$e^{-\alpha x}$, начиная с $\alpha=3$. При переразложении функции e^{-x} по гауссовскому базису проблем с неустойчивостью и сменой знака не возникает. Поэтому можно использовать результат переразложения функции e^{-x} и возводить его в степень α .

В табл. 2 приведены варианты гауссовской параметризации функции e^{-x} для трех вариантов размерности базиса $N=14, 7$ и 3

$$V_G(R) = \sum_{i=1}^N C_i \cdot e^{-\beta_i R^2} \quad (5)$$

Таблица 2. Гауссовская параметризация функции e^{-x}

N=14		N=7		N=3	
β_i , фм ²	C_i	β_i , фм ²	C_i	β_i , фм ²	C_i
0,02847	-0,00667	0,08813	0,24644	0,11658	0,35492
0,10749	0,74206	0,34333	0,24208	0,56617	0,26428
0,20257	-3,65130	0,69308	0,20960	2,74971	0,30075
0,31318	16,08854	1,21046	-0,15427		
0,44269	-45,79779	2,11405	0,33076		
0,59745	91,40199	4,26772	-0,05576		
0,78801	-128,33329	16,62522	0,15151		
1,03211	128,20695				
1,36132	-90,54246				
1,83722	44,81226				
2,59693	-15,07624				
4,01501	3,42805				
7,56619	-0,42884				
28,56464	0,13300				

Представление (5) более точно воспроизводит радиальную зависимость рассчитанных фолдинг-потенциалов.

Стандартное разложение экспоненциальных функций в ряд

$$e^{-\alpha x} = \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \frac{\alpha^n}{n!} \cdot x^n, \quad (6)$$

$$e^{-\alpha x^2} = \sum_{n=0}^{\infty} (-1)^n \frac{\alpha^n}{n!} \cdot x^{2n} \quad (7)$$

позволяет сформулировать критерий сходимости для гауссовского разложения (5) вне зависимости от фактора умножения экспоненты на α , где $\alpha = 1, 2, 3, \dots$

$$C_1 + C_2 + C_3 + \dots = 1, \quad (8)$$

$$\alpha_1 C_1 + \alpha_2 C_2 + \alpha_3 C_3 + \dots = 0. \quad (9)$$

Соотношения (8), (9) дают возможность проверять точность переразложения функции $e^{-\alpha x}$.

Таким образом, полученный вид разложения функции e^{-x} по гауссовскому базису удобно использовать в дальнейших расчетах для нахождения различных характеристик каналов взаимодействия ${}^6\text{Li} + n$ и ${}^6\text{He} + p$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Камаль М., Ворончев В.Т., Кукулин В.И. // Препринт Р-88-799. ОИЯИ. 1988. 20 с.
2. Kamal M., Voronchev V.T., Kukulin V.I., Krasnopolsky V.M., Nakao Y., Kudo K. // Phys. G: Nucl. Part. Phys. 1992. V. 18. P. 379.
3. Kukulin V.I., Pomerantsev V.N., et al. // Nucl. Phys. A. 1995. V. 586. P. 151.

4. Day B.D. // Phys. Rev. C. 1981. V. 24, N3. P. 1203.

5. Буркова Н.А., Жаксыбекова К.А., Жусупов М.А., Сагиндыков Ш.Ш. // Вестник КазНУ. Сер. физ. 2006. №1(21). С. 20.

6. Буркова Н.А., Жаксыбекова К.А., Жусупов М.А., Сагиндыков Ш.Ш. // Вестник КазНУ. Сер. физ. 2006. № 1(21). С. 25.

Резюме

Юкава типті потенциалдарды гаусстық параметрлеу нәтижелері келтірілген және оның өздік үйлесімді фолдинг-потенциалдарды түзу кезінде қолданылуы талқыланады.

Summary

The results on Gauss parametrization of Yukawa-type potentials are presented and its application for constructing of self-consistent folding-potentials was discussed.

КазНУ им. аль-Фараби,
г. Алматы

Поступила 01.04.06г.