МІЖНАРОДНА КОНФЕРЕНЦІЯ МОЛОДИХ УЧЕНИХ І АСПІРАНТІВ

Інститут електронної фізики Національної академії наук України

25 РОКІВ

ІНСТИТУТУ ЕЛЕКТРОННОЇ ФІЗИКИ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ (1992 – 2017)

ІЕФ-2017

Міжнародна конференція молодих учених і аспірантів

Ужгород, 23–26 травня 2017 року

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

IEP-2017

International Conference of young scientists and post-graduates

Uzhhorod, 23–26 May 2017

PROCEEDINGS OF THE CONFERENCE

Ужгород - 2017

АНАЛІТИЧНІ ФОРМИ ХВИЛЬОВОЇ ФУНКЦІЇ ДЕЙТРОНА

В.І. Жаба

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Ужгород
e-mail: viktorzh@meta.ua

Хвильова функція описує квантовомеханічну систему і є основною характеристикою мікрооб'єктів. Знання про поведінку хвильової функції дейтрона (ХФД) дозволяють отримати максимальну інформацію про зв'язану систему двох нуклонів (нейтрона і протона) та теоретично розрахувати статичні характеристики дейтрона, порівнюючи їх з даними, що одержують на експерименті [1].

ХФД одержують як розв'язок системи двох зв'язаних рівнянь Шредінгера. Крім того, ХФД може бути представлена таблично: через відповідні масиви чисельних значень радіальних хвильових функцій. Іноді при чисельних розрахунках оперувати такими масивами чисел є досить складно, і, як наслідок, текст програм для подальших чисельних розрахунків є перевантажений. Тому є доцільним отримання більш простих аналітичних форм представлення ХФД у координатному представленні. У подальшому такі прості і зручні аналітичні форми хвильової функції можна використовувати для розрахунку параметрів, формфакторів або цілого набору поляризаційних характеристик дейтрона.

Чисельні значення ХФД у координатному представленні для потенціалів Неймегенської групи і для потенціалу Argonne v18 можна апроксимувати аналітичними формами виду [2, 3]:

$$\begin{cases} u(r) = r^{3/2} \sum_{i=1}^{N} A_i \exp(-a_i r^3), \\ w(r) = r \sum_{i=1}^{N} B_i \exp(-b_i r^3). \end{cases} \tag{1}$$

Коефіцієнти розкладу A_i, a_i, B_i, b_i та їх аналіз приведено у роботах [2] і [3].

Чисельно розраховані коефіцієнти апроксимаційних залежностей для чисельних значень ХФД у координатному представленні для реалістичних феноменологічних потенціалів Неймегенської групи (NijmI, NijmII, Nijm93 і Reid93) приведено у роботі [4]. Аналітичні форми було вибрано у виді добутку степеневої функції r^n на суми експоненціальних членів:

$$\psi_l(r) = r^n \sum_{i=1}^{N} A_i \exp(-a_i r^m) . \tag{2}$$

Вибір необхідної ХФД проводиться після оцінки і мінімізації величини

$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left(y_i - f(x_i; a_1, a_2, ..., a_p) \right)^2}{n-p} , \tag{3}$$

де n – число точок масиву y_i чисельних значень ХФД у координатному представленні; f – апроксимуюча функція u (або w) згідно формули (2), коли l=0;2; $a_1, a_2, \ldots, a_p$ – параметри; p – число параметрів (коефіцієнтів у сумі (2)). Отже, χ^2 визначається не тільки формою апроксимуючої функції f, але і числом вибраних параметрів.

Із врахуванням мінімальних значень χ^2 по аналітичним формам (2) побудовано ХФД у координатному представленні, які не містять надлишкових вузлів біля початку координат. Розраховані за цими ХФД статичні параметри дейтрона добре узгоджуються як з теоретичними [5], так і експериментальними [6] літературними даними.

Досліджено поведінку величини χ^2 у залежності від числа доданків розкладу N у формулі (2), коли n=2; m=2 для радіальної функції w (див. рис. 1). Оптимальним є число доданків N=8. Нуклон-нуклонним потенціалом слугував потенціал Reid93.

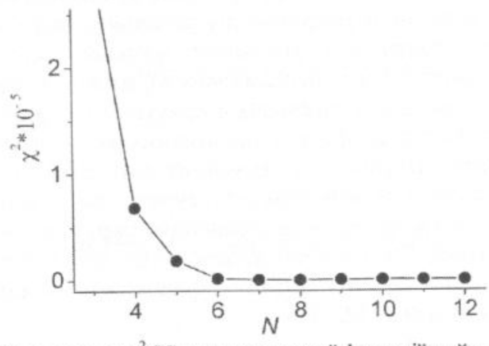

Рис. 1. Розрахунок $\chi^2(N)$ для хвильової функції дейтрона $w(r)$

По ХФД розраховано дейтронну тензорну поляризацію відбитих дейтронів [7] – вирази $t_{20}(p)$, $t_{21}(p)$ і $t_{22}(p)$ в інтервалі імпульсів 0-7 fm^{-1}. Значення $t_{20}(p)$ для потенціалів Неймегенської групи добре узгоджується з результатами для інших потенціальних нуклон-нуклонних моделей, а також з експериментальними даними. Одержані результати дейтронної тензорної поляризації $t_{ij}(p)$ дають певну інформацію про електромагнітну структуру дейтрона, а при відомій тензорній аналізуючій здатності її можна використати для розрахунку величини диференціального перерізу подвійного розсіяння.

[1] G.E. Brown, A.D. Jackson, The nucleon-nucleon interaction (North-Holland, Amsterdam, 1976).
[2] В.І. Жаба, Ядерна фізика та енергетика 17, 22 (2016).
[3] V.I. Zhaba, Mod. Phys. Lett. A 31, 1650139 (2016).
[4] В.І. Жаба, ЖФД 20, 3101 (2016).
[5] V.G.J. Stoks, R.A.M. Klomp, C.P.F. Terheggen et al., Phys. Rev. C. 49, 2950 (1994).
[6] M. Garcon, J.W. van Orden, Adv. Nucl. Phys. 26, 293 (2001).
[7] D. Abbott et al., Phys. Rev. Lett. 84, 5053 (2000).