

## СОДЕРЖИТСЯ ЛИ ДЕЙТРОН ВНУТРИ ТРИТОНА?

*Д.А.Киржниц*

Найдена периферийная часть волновой функции тритона, описывающая его виртуальную диссоциацию на дейтрон и нейтрон. Вычисленная с ее помощью величина среднеквадратичного радиуса тритона близка к опытному значению.

Состояния тритона  $t$  и системы "дейтрон  $d$  + нейтрон  $n$ " разделены сравнительно узкой (в масштабе ядерных сил) энергетической щелью  $\Delta = E_d - E_t \cong 6$  Мэв. Соответственно, матричные элементы  $nd$ -рассеяния, развала  $t \rightarrow n + d$  и т.п. имеют близкий полюс при значении передачи импульса  $k = iX$ , где  $X^2 = 4m\Delta/3$ ,  $m$  — масса нуклона. Считая вклад

этого полюса преобладающим, Такибаев и автор получили недавно разумное значение связи тритона [1].

С точки зрения внутренней структуры тритона такое полюсное приближение означает, что значительную долю времени он проводит в диссоциированном на пару  $d + n$  состоянии. Однако, эта картина на первый взгляд противоречит малости радиуса тритона  $R_t \approx 1,7 \text{ Ф}$  по сравнению с радиусом самого дейтрона  $R_d = (\sqrt{2} \kappa)^{-1} \approx 3 \text{ Ф}$ , где  $\kappa^2 = -mE_d$ .

Цель данной статьи — показать, что на самом деле это противоречие кажущееся. Присутствие третьей частицы столь сильно деформирует (сжимает) дейтрон, находящийся внутри тритона, что вклад дейтрона в величину  $R_t$  не только не преобладает, но, напротив, составляет относительно малую долю. Соответственно, вычисление  $R_t$  с помощью волновой функции, взятой в полюсном приближении, ведет к разумному согласию с опытом.

1. Для определения волновой функции тритона  $\Psi_t$  будет использован метод, состоящий в описании эволюции системы с изменением величины константы связи  $g$  (потенциал парного взаимодействия  $gV$ ) и уже применявшийся для вычисления энергии связи тритона и фаз  $nd$ -рассеяния [1,2]. Соответствующее уравнение для волновой функции имеет вид [2]

$$\frac{d\Psi_t}{dg} = \sum_i V_{i,t} \Psi_i / (E_t - E_i + i\delta), \quad (1)$$

где  $V_{i,t}$  — матричный элемент  $V$ ,  $i$  — индекс промежуточного состояния, в качестве которого в полюсном приближении выбирается состояние  $d + n$ . Вводя координаты Якоби  $r = r_1 - r_2$ ,  $\vec{\rho} = r_3 - (r_1 + r_2)/2$  и волновую функцию свободного дейтрона

$$\Psi_d(r) \sim \exp(-\kappa r) / r, \quad (2)$$

имеем <sup>1)</sup>

$$\Psi_i = \Psi_d(r) \exp(ik\vec{\rho}),$$

С другой стороны, согласно [1]

$$V_{i,t} \sim \frac{dX}{dg} / (k - iX).$$

Подставляя приведенные выражения в (1) и считая, с логарифмической точностью, отношение  $\kappa/X$  не зависящим от  $g$  (см. [1]), приходим к следующему выражению для волновой функции тритона, справедливо-

<sup>1)</sup>Опущенное здесь слагаемое  $-\sqrt{\frac{2\pi}{X}} \Psi_t / (k - iX)$ , отвечающее  $nd$ -взаимодействию, не сказывается на асимптотике (3).

му на его периферии,

$$\Psi_t \sim \exp(-\kappa r - X\rho) / [r(\kappa r + X\rho)]. \quad (3)$$

В этой области оно удовлетворяет свободному уравнению Шредингера

$$(\Delta_r + \frac{3}{4} \Delta_\rho + mE_t) \Psi_t = 0.$$

2. Выражение (3) показывает, что дейтрон внутри тритона сохраняет свою индивидуальность (фактор  $\exp(-\kappa r)$ ). Однако, волновая функция (3) спадает с ростом  $r$  заметно быстрее волновой функции свободного дейтрона (2). Это и ведет к значительному подавлению вклада дейтрона в величину радиуса тритона  $R_t$ .

Симметризация выражения (3) по координатам частиц и вычисление среднего значения величины  $r^2/2 + 2\rho^2/3$  дает

$$R_t^2 = \frac{3}{5(1+b)} [(1+a)/X^2 + 1,8\kappa^2], \quad (4)$$

где положительные, конечные при  $\kappa = 0$  величины  $a$  и  $b$  отвечают обменным (симметричным) эффектам. Уже отсюда видна малость вклада дейтрона (последнее слагаемое (4)) в величину  $R_t$ .

Несложный, но громоздкий расчет при реальном соотношении  $\kappa/X \cong \cong 1/2$  дает

$$a = 50 \ln 3 - \frac{145}{4} \ln 2 - \frac{1865}{72} - \frac{10}{3} \approx 1,65,$$

$$I = \int_0^{1/3} \frac{dt}{t} \ln \left( \frac{1+t}{1-t} \right), \quad b = 9 \left( \ln \frac{3}{2} - \frac{1}{4} \right) = 1,40.$$

Соответственно,

$$R_t \cong 1,9 \text{ Ф}, \quad (5)$$

что довольно близко к приведенному выше опытному значению.

3. Полученные результаты подкрепляют представление о тритоне, как о системе, состоящей из дейтрона и нейтрона, к которому ведут простые энергетические соображения. Это позволяет, в частности, при описании периферийной области тритона применять волновую функцию (3). Конечно, вопрос о количественных пределах применимости сказанного требует еще своего исследования.

Физический институт  
им. П.Н.Лебедева  
Академии наук СССР

Поступила в редакцию  
16 августа 1978 г.

### Литература

- [1] Д.А.Киржниц, Н.Ж.Такибаев. Письма в ЖЭТФ, 27, 73, 1978.
- [2] Д.А.Киржниц, Н.Ж.Такибаев. ЯФ, 25, 700, 1977.