

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



С346.2e 3628/2-76  
Г-212

13/1x-76

P2 - 9859

В.Р.Гарсеванишвили, Д.Г.Мирианшвили,  
М.С.Ниорадзе

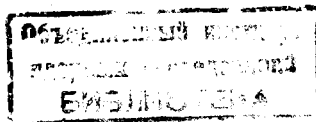
О ВОЛНОВОЙ ФУНКЦИИ  
ДВИЖУЩЕГОСЯ ДЕЙТРОНА

**1976**

P2 - 9859

В.Р.Гарсеванишвили, Д.Г.Мирианашвили,  
М.С.Ниорадзе

О ВОЛНОВОЙ ФУНКЦИИ  
ДВИЖУЩЕГОСЯ ДЕЙТРОНА



В последнее время с различных точек зрения обсуждается возможность применения методов, развитых в теории элементарных частиц, к изучению процессов с участием атомных ядер. Эффективным методом в исследованиях такого рода является квазипотенциальный подход Логунова-Тавхелидзе<sup>/1/</sup> в квантовой теории поля. В рамках релятивистски-инвариантного обобщения этого подхода, данного Матвеевым, Мурадяном и Тавхелидзе<sup>/2,3/</sup>, подхода Кадышевского<sup>/4-6/</sup>, основанного на анализе геометрических свойств импульсного пространства, и квазипотенциальных уравнений в переменных "светового фронта"<sup>/7-10/</sup> возможно рассмотрение процессов с участием релятивистских ядер.

В простом импульсном приближении процесс взаимодействия падающего дейтрона с мишенью описывается двумя диаграммами, в каждой из которых с мишенью взаимодействует один из нуклонов дейтрона. Второй нуклон, называемый спектатором, с мишенью при этом не взаимодействует, и рассмотрение его распределений позволяет восстановить картину внутреннего движения падающего ядра. В области сравнительно небольших поперечных импульсов это приближение, по-видимому, достаточно удовлетворительно. Выход за рамки импульсного приближения обсуждался в работе<sup>/II/</sup>.

Одним из простейших процессов с участием релятивистского дейтрона является процесс его прямого развала на водородной мишени  $dp \rightarrow p p n$ . Рассмотрим этот процесс с точки зрения квазипотенциального подхода в переменных "светового фрон-

та". Основные термины и обозначения можно найти в работах /7-12/.

Расчет в импульсном приближении приводит к следующему распределению нуклонов - спектаторов в лабораторной системе отсчета:

$$\frac{d^2\sigma}{d|\vec{p}_\perp^{sp}| dx^{sp}} \sim \frac{\lambda^{1/2}(s_{NN}, m_N^2, m_N^2)}{\lambda^{1/2}(s, m_d^2, m_N^2)} \frac{|\vec{p}_\perp^{sp}|}{x^{sp}} \times$$

$$x \sigma_{el}(s_{NN}) \left| \frac{\phi(x, \vec{p}_\perp^{sp})}{1 - (1 + m_N/p_+^d) x^{sp}} \right|^2, \quad (I)$$

где:

$$x = (1 + m_N/p_+^d) x^{sp}; \quad x^{sp} = \frac{p_z^{sp} + E^{sp}}{p_+^d + m_N};$$

$$s_{NN} = s(1 - x^{sp}) + m_N^2 - \frac{(\vec{p}_\perp^{sp})^2 + m_N^2}{x^{sp}};$$

$$p_+^d = p_+^d + E^d; \quad \lambda(x, y, z) = (x - y - z)^2 - 4yz;$$

$p_+^d$ ,  $E^d$  и  $p^{sp}$ ,  $E^{sp}$  - импульс и энергия падающего дейтрона и спектаторной частицы, соответственно,  $m_N$  - масса нуклона,  $m_d$  - масса дейтрона,  $\phi(x, \vec{p}_\perp)$  - релятивистская волновая функция движущегося дейтрона,  $\sigma_{el}(s_{NN})$  - полное упругое сечение нуклон-нуклонного рассеяния,  $s$  - обычная мандельштамовская переменная.

Для конкретности в дальнейшем будем говорить о нейтронах-спектаторах, так как о сечении  $\sigma_{el}^{pp}$  существует гораздо более полная экспериментальная информация, чем о сечении  $\sigma_{el}^{np}$  (см., например, /13/). Легко, например, проверить, что для  $|\vec{p}_\perp^{sp}|$  и  $x^{sp}$  из интервалов  $0 < |\vec{p}_\perp^{sp}| < 0,5$  ГэВ/с и  $0 < x^{sp} < 1$ , соответственно (с условием положительности  $\lambda(s_{pp}, m_N^2, m_N^2)$ )  $\sigma_{el}^{pp}$  в пределах экспериментальных ошибок практически постоянно и равно приблизительно 24 мбн. Соответствующие значения  $s_{pp}$  близки к тем, которые осуществляются в условиях эксперимента /14/ с пучками дейтронов с импульсом 3,3 ГэВ/с.

В качестве релятивистской волновой функции падающего дейтрона можно выбрать, например, релятивистский аналог

$$\phi(x, \vec{p}_\perp) = N \left[ \frac{\vec{p}_\perp^2 + m_N^2}{x(1-x)} - \alpha \right]^{-1} \left[ \frac{\vec{p}_\perp^2 + m_N^2}{x(1-x)} - \beta \right]^{-1} \quad (2)$$

волновой функции Хюльгена с варьируемыми параметрами  $\alpha$  и  $\beta$ .

Характерной особенностью волновой функции при фиксированном  $|\vec{p}_\perp|$  является наличие максимума по  $x$  при  $x = 1/2$ . При импульсе падающего дейтрона 3,3 ГэВ/с это дает  $x^{sp} \approx 0.44$ .

На рис. I показаны теоретические распределения (I) при нескольких фиксированных значениях  $|\vec{p}_\perp^{sp}|$ . Эти результаты находятся в качественном согласии с имеющимися экспериментальными данными. Для простоты расчетов общий нормировочный коэффициент опущен.

ЛИТЕРАТУРА

1. A.A.Logunov, A.N.Tavkhelidze. Nuovo Cim., 29, 380, 1963.
2. V.A.Matveev, R.M.Muradyan, A.N.Tavkhelidze. JINR-preprint E2-3498, Dubna, 1967.
3. В.А.Матвеев, Р.М.Мурадян, А.Н.Тавхелидзе. Препринт ОИЯИ P2-3900, Дубна, 1968.
4. V.G.Kadyshevsky. Nucl. Phys., B6, 125, 1968.
5. V.G.Kadyshevsky, R.M.Mir-Kasimov, N.B.Skachkov. Nuovo Cim., 55A, 233, 1968.
6. V.G.Kadyshevsky, M.D.Mateev. Nuovo Cim., 55A, 275, 1968.
7. В.Р.Гарсеванишвили, А.Н.Квинихидзе, В.А.Матвеев, А.Н.Тавхелидзе, Р.Н.Фаустов. ТМФ, 23, 310, 1975; Препринт ОИЯИ E2-8126, Дубна, 1974.
8. S.P.Kuleshov, A.N.Kvinikhidze, V.A.Matveev, A.N.Sissakian, L.A.Slepchenko. JINR-preprint E2-8128, Dubna, 1974.
9. В.Р.Гарсеванишвили, В.А.Матвеев. ТМФ, 24, 3, 1975.
10. А.А.Хелашвили. Препринт ОИЯИ P2-8825, Дубна, 1975.
11. А.Н.Квинихидзе, Л.А.Слепченко. ОИЯИ P2-8529, Дубна, 1975.
12. V.R.Garsevanishvili. JINR-preprint E2-9162, Dubna, 1975.
13. J.Hansen et al., CERN-HERA 70-2, Compilation, 1970. O.Benary et al. UCRL - 20000 FN, Compilation, 1970.
14. Б.С.Адашвили, В.В.Глаголев, Р.М.Лебедев, Я.Нассальски, М.С.Ниорадзе, И.С.Саитов и др. Препринты ОИЯИ E1-7304, P1-7646, Дубна, 1973; P1-8441, Дубна, 1974.
15. А.М.Балдин. Препринт ОИЯИ P7-5769, Дубна, 1971. H.Steiner. UCRL-preprint LBL-3613, 1974.

А.М.Балдин, В.К.Бондарев, В.С.Ставицкий и др. Препринт ОИЯИ P1-8858, Дубна, 1975.

Рукопись поступила в издательский отдел 9 июня 1976 года.

Интересно отметить, что "продольное движение" в падающем дейтроне параметризовано посредством масштабно-инвариантной переменной  $x = \frac{1}{2} + p_z^d/p_z^d = \frac{1}{2} + (p_0^d + p_z^d)/(p_0^d + p_z^d)$  ( $p^d$  и  $p^d$  - полный и относительный 4-импульсы падающего дейтрона). В этой связи представляет интерес экспериментальное изучение распределений типа (I) при различных энергиях падающего дейтрона с точки зрения выявления автомодельных закономерностей в процессах с участием релятивистских ядер.

Заметим, что изложенные здесь соображения можно применить и для анализа других распределений в процессе развала дейтрона, а также для изучения смежных вопросов релятивистской ядерной физики (процессы перезарядки, инклюзивные распределения, и т.д./15/).

Авторы выражают глубокую благодарность В.А.Матвееву, А.Н.Тавхелидзе за обсуждение затронутых здесь вопросов и ценные замечания, И.С.Амаглобели, А.Н.Квинихидзе, А.Н.Сисакяну, Л.А.Слепченко за весьма интересные обсуждения.

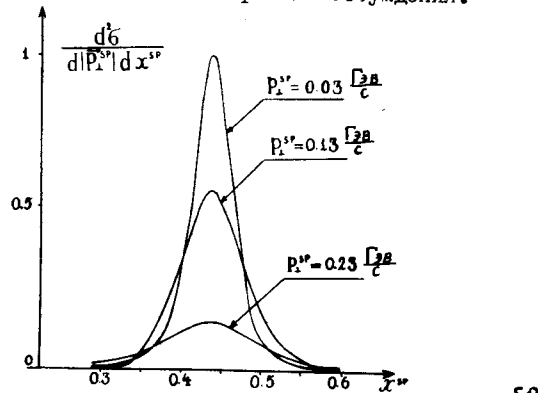


Рис. 1. - Распределение нейтронов - спектаторов по  $x^{sp}$  при фиксированном  $|\vec{p}_\perp^{sp}|$  в процессе развала  $dp \rightarrow ppn$  при энергии падающего дейтрона 3,3 ГэВ/с ( $\alpha = 0,9$  (ГэВ/с)<sup>2</sup>,  $\beta = 3,5$  (ГэВ/с)<sup>4</sup>).