

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ШЕСТИКВАРКОВОЙ КОМПОНЕНТЫ ДЕЙТРОНА

В.Г.Аблеев ¹⁾, Г.Г.Воробьев, Л.Визирева ²⁾, Х.Димитров ³⁾,
С.А.Запорожец, А.П.Кобушкин ⁴⁾, Д.К.Никитин ⁵⁾, А.А.Номофилов,
Н.М.Пискунов, И.М.Ситник, Е.А.Строковский, Л.Н.Струнов,
А.Филиповски ⁶⁾, В.И.Шаров

Получены новые данные об импульсном распределении нуклонов в дейтроне и определены параметры шестикварковой компоненты дейтрона. С ее учетом хорошо описываются прецизионные данные по стриппингу дейтронов на ядрах (Дубна) и по электродеинтеграции дейтронов (Стенфорд).

1. В ^{1,2} представлены наши данные, полученные на синхрофазотроне ОИЯИ, по импульсным спектрам протонов, вылетающих под нулевым углом при фрагментации релятивистских дейтронов (8,9 ГэВ/с) на ядрах; предварительные результаты сообщались на Международных конференциях ³. Они позволяют найти импульсное распределение нуклонов в дейтроне (ИРНД), пользуясь формулой, полученной в ⁴ при релятивистском подходе:

$$E d^3 \sigma / dp = \frac{1}{8\pi} \sigma_{NA}^{in} \frac{\sigma_{dA}^{in}}{\sigma_{dA}^T} \sqrt{\frac{m^2}{4\alpha(1-\alpha)^3}} F(\alpha) |\psi(k^2)|^2. \quad (1)$$

Здесь σ_{dA}^{in} , σ_{NA}^{in} – полные неупругие dA и NA , а σ_{dA}^T – полное dA сечения взаимодействия, $k^2 = (m^2 + p_{\perp}^{*2}) / [4\alpha(1-\alpha)] - m^2$, α – переменная светового фронта: $\alpha = (E_p^* + p_{\parallel}^*) / M_d$. M_d , m – массы дейтрона и протона, p^* – импульс протона спектатора в системе покоя дейтрона. $\psi(k^2)$ – интеграл перекрытия между волновой функцией дейтрона (ВФД) и несвязанного np состояния (который совпадает с ВФД в импульсном представлении, если считать дейтрон только двухнуклонной системой). Здесь мы используем ту же нормировку ВФД, что и авторы работы ⁸. $F(\alpha)$ – фактор, введенный ⁴ для учета кинематических ограничений на фазовый объем реакции. При определении ИРНД мы ограничились областью $k \leq 0,8$ ГэВ/с, поскольку при $k > 0,8$ ГэВ/с этот фактор начинает быстро падать по мере подхода к кинематическому пределу для изучаемой реакции $d + A \rightarrow p + X$. Кроме того, в этой области, вблизи $k \cong 1,02$ ГэВ/с, возможны вклады других механизмов типа реакций выбивания протона из мишени: $dp \rightarrow pd$, $dp \rightarrow p(np)$.

На рис. 1 представлены ИРНД, извлеченные по формуле (1) из данных, полученных на мишенях с различным содержанием нейтронов и протонов (углерод и полиэтилен).

Видно, что несмотря на различный изоспиновый состав мишеней, полученные ИРНД практически совпадают во всем диапазоне измерений. Это свидетельствует о слабости зависящих от изоспина эффектов взаимодействия в конечном состоянии (ВКС). В самом деле, основным механизмом, приводящим к такого типа ВКС, является возбуждение Δ -изобар в промежуточном состоянии, вклад которого падает почти в пять раз при переходе от протонной мишени к нейтронной ⁵. Если принять во внимание, что эффективное число нуклонов в

1) НИИЯФ, МГУ, Москва.

2) ВХТИ, София, НРБ.

3) ЦЛАНП БАН, София, НРБ.

4) ИТФ АН СССР, Киев.

5) ФТИ АН Тадж. ССР, Душанбе.

6) ИЯИ, Варшава, ПНР.

углероде около шести, то гипотезу о наличии подобных ВКС эффектов приходится отбросить по критерию χ^2 при уровне значимости 1%.

В высокоимпульсной области (k от 0,2 до 0,6 ГэВ/с), где $|\psi(k^2)|^2$ уменьшается на три-четыре порядка, обнаружено превышение (до 300 – 400 %) измеренных значений $|\psi(k^2)|^2$ над ожидаемыми по известным ВФД, в том числе по новейшей ВФД парижского потенциала⁶ – см. рис. 1.

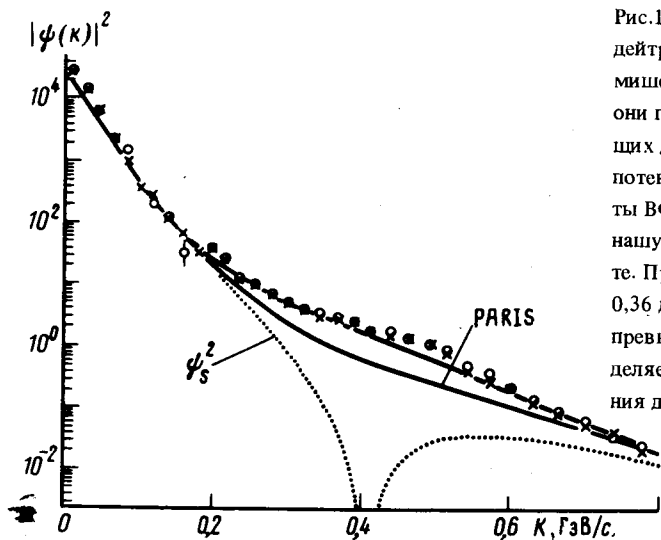


Рис.1. Импульсные распределения протонов в дейтроне: X – углеродная, O – полиэтиленовая мишени. Статистические ошибки указаны, если они превышают размеры знаков, представляющих данные. PARIS – квадрат ВФД парижского потенциала, ψ_S^2 – вклад S-волновой компоненты ВФД PARIS. Верхняя линия представляет нашу ВФД с параметрами, указанными в тексте. При их определении данные в области k от 0,36 до 0,53 не рассматривались, так как их превышение над нашей ВФД, возможно, определяется вкладом от дифракционного рождения дибарионного резонанса^{1,2}

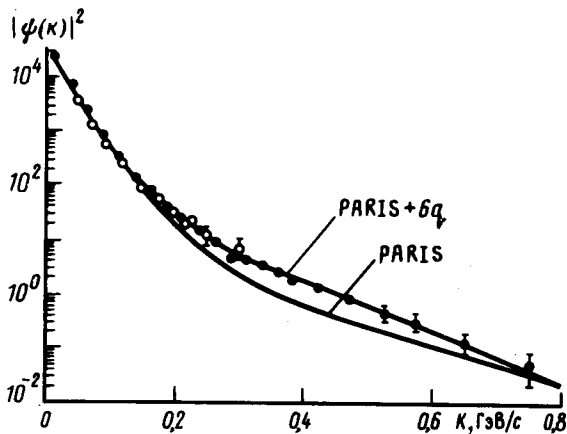


Рис.2. Импульсное распределение нуклонов в дейтроне, найденное в работе⁸: ● – данные СЛИАК, ○ – данные⁹. PARIS + 6q – наша ВФД^{1,2}

Этот избыток, ввиду аргументов против существенной роли ВКС эффектов, чувствительных к изоспину мишени, объяснен нами¹⁻³ с помощью гипотезы⁷ о наличии S-волнового вклада шестикваркового состояния дейтрона ($6q$) в полную ВФД. С учетом этого вклада

$$\frac{|\psi(k^2)|^2}{4} = (1 - \beta^2) \psi_{np}^2(k^2) + \beta^2 \psi_{6q}^2(k^2) + 2\beta(1 - \beta^2)^{1/2} \cos k \psi_{np}(k^2) \psi_{6q}(k^2), \quad (2)$$

где $\psi_{6q}(k^2) = \frac{1}{\sqrt{2}} (8r_{6q}^2 / 15\pi)^{3/4} \exp(-4r_{6q}^2 k^2 / 15), \quad (3)$

удалось ~~описать~~ хорошо (рис. 1) описать данные^{1,2}. В работе¹¹ получены оценки па-

¹⁾ В работе⁸ в формулах (12), (17) был пропущен множитель $1/\sqrt{2}$ в выражении для ψ_{6q} . Поэтому оценку ~~величины~~ вклада $6q$ состояния, полученную в работах^{1,2}, следует увеличить в два раза.

параметров $6q$ -компоненты: $r_{6q} = 0,95 \pm 0,05$ Ф, $\beta^2/2 = 0,043 \pm 0,004$ и $\kappa = 82 \pm 6^\circ$ при величине $\chi^2/(\text{число степеней свободы}) = 1,9$. (Без учета $6q$ величина $\chi^2/(\text{число ст. св.}) \cong \cong 16$). Эти оценки в пределах ошибок совпали с оценками, полученными из данных ². В качестве $\psi_{np}(k^2)$ была взята ВФД PARIS; анализ был выполнен в рамках релятивистской теории Глаубера.

2. Сравнение наших результатов с данными по электродезинтеграции дейтрона стало возможным после того, как группа СЛАК совсем недавно провела анализ ⁸ своих прежних данных и данных других групп, в том числе харьковской ⁹. Целью его тоже было извлечение сведений об ИРНД. Авторы работы ⁸ представили свои результаты в зависимости от переменной k , которую назвали импульсом нуклона-спектратора p^* ; в нерелятивистском случае, а также в их кинематике, эти величины действительно совпадают.

На рис.2 показаны результаты этого анализа. Авторы ⁸ тоже отмечают отклонение измеренного ИРНД от ВФД PARIS и констатируют невозможность объяснить это отклонение эффектами типа ВКС.

На рис. 2 мы показываем нашу ВФД в форме (2) с указанными выше параметрами $6q$ -компоненты. Как видно, она хорошо описывает данные СЛАК без какой-либо дополнительной подгонки.

3. Итак, полученные импульсные распределения нуклонов в дейтроне не зависят от способа измерения (электродезинтеграция дейтрона при энергиях электронов от 6 до 21 ГэВ и значениях Q^2 от 0,8 до 10 ГэВ²/c², либо фрагментации релятивистского дейтрона на ядерных мишенях (при различном числе нейтронов и протонов) с вылетом нуклона под нулевым углом). Наблюдаемое отклонение ИРНД от ВФД PARIS естественно трактовать в рамках временных представлений ^{7,10} как проявление мультикварковой компоненты дейтрона.

В заключение авторы благодарят А.М.Балдина, М.Г.Мещерякова и П.В.Сорокина за полезные обсуждения результатов работы, сотрудников лаборатории высоких энергий ОИЯИ за поддержку этих исследований и помощь при их выполнении.

Литература

1. Ableev V.G. et al. JINR, E1-82-377, Dubna, 1982; Nucl. Phys. A (in print).
2. Ableev V.G. et al. JINR, E1-82-516, Dubna, 1982.
3. Ableev V.G. et al. In: Proc. of the Int. Conf. on Nucl. Phys., August 24 – 30, 1980, Berkeley, Cal., LBL-11118, 1, 70; 9-ICONEPANS, Versailles, 6 – 10 Juillet, 1981, p. 70.
4. Kobushkin A.P., Vizireva L. J. Phys. G: Nucl. Phys., 1982, 8, 893; Франкфурт Л.Л., Стрикман М.И. ЭЧАЯ, 1980, 11, 571.
5. Копелиович В.Б., Радоманов В.Б. ОИЯИ, P2-11938, Дубна, 1978.
6. Lacombe M. et al. Phys. Lett., 1981, 101B, 139.
7. Кобушкин А.П. Препринт ИТФ-76-145Е, Киев, 1976; ЯФ, 1978, 28, 495; Matveev V.A., Sorba P. Nuovo Cim., Lett., 1977, 20, 435.
8. Bosted P., Arnold R.J., Rock S., Szalata Z. Phys. Rev. Lett., 1982, 49, 1380.
9. Агранович И.Л. и др. ЯФ, 1977, 25, 1123.
10. Thomas A.W. Ref. TH. 3368-CERN/TRI-PP-82-29, Geneva, 1982; Simonov Yu.A. Phys. Lett. 1981, 107B, 1; Lukyanov V.K., Titov A.I. In: Proc. of the Int. Conf. on Extreme States in Nucl. Systems, Dresden, 1982, 2, 60.