

СТРУКТУРНЫЕ ФУНКЦИИ ЭЛЕКТРОРАСЩЕПЛЕНИЯ ДЕЙТРОНА ПРИ ПЕРЕДАННОМ ИМПУЛЬСЕ 1,8 ГэВ²

Ю.И. Титов, А.С. Есаулов, Е.В. Инопин,
Р.В. Ахмеров, Е.М. Смелов

Проведено разделение структурных функций электрорасщепления дейтрона у порога в релятивистской области при $q^2_{max} = 1,8 \text{ ГэВ}^2$ и $\nu = 0,5 \dots 0,65 \text{ ГэВ}$.

Исследование нуклон-нуклонного (NN) потенциала является одной из фундаментальных задач физики адронов. Особенно актуальны сведения о NN -взаимодействии вне массовой поверхности на малых расстояниях. Их можно получить из электрорасщепления дейтрона при больших переданных импульсах. В этих условиях должен проявиться кумулятивный эффект, интерпретируемый как рассеяние на состоянии, являющемся „перекрытием” двух нуклонов^{1,2}. Перекрытие приводит к образованию шестикваркового ($6Q$) состояния, которое, по-видимому, сыграет важную роль в построении NN -потенциала на расстояниях менее 10^{-13} см.

До сих пор считалось, что основную информацию о $6Q$ -состоянии даст структурная функция $A(q^2)$ в угловом рассеянии электронов на дейтроне¹. Согласно правилам кваркового счета, для больших значений квадрата переданного 4-импульса q^2 должно выполняться соотношение: $A(q^2) \sim q^{-20}$. Но даже при q^2 около 6 ГэВ^2 показатель степени не превышает 12 ³. Более того, зависимость $A(q^2)$ удается описать дипольной формулой, т.е. с показа-

телем степени 8⁴. При гораздо меньших q^2 (1...2 ГэВ²) заметная чувствительность ко вкладу $6Q$ -состояния предсказывается для магнитного формфактора дейтрона¹. Однако существующие проекты его измерения при таких больших q^2 ^{1,5} еще далеки от реализации. Информацию, аналогичную магнитному формфактору, может дать и структурная функция электрорасщепления дейтрона $W_1(q^2, \nu)$. Для ее определения при $q^2 = 1...2$ ГэВ² недостаточно полученных ранее данных под малыми углами⁶. Необходимы измерения для больших углов рассеяния электронов. Такой эксперимент возможен на Харьковском ускорителе ЛУЭ-2000. В настоящей работе представлен первый результат для магнитной структурной функции дейтрона W_1 в релятивистской области переданных импульсов.

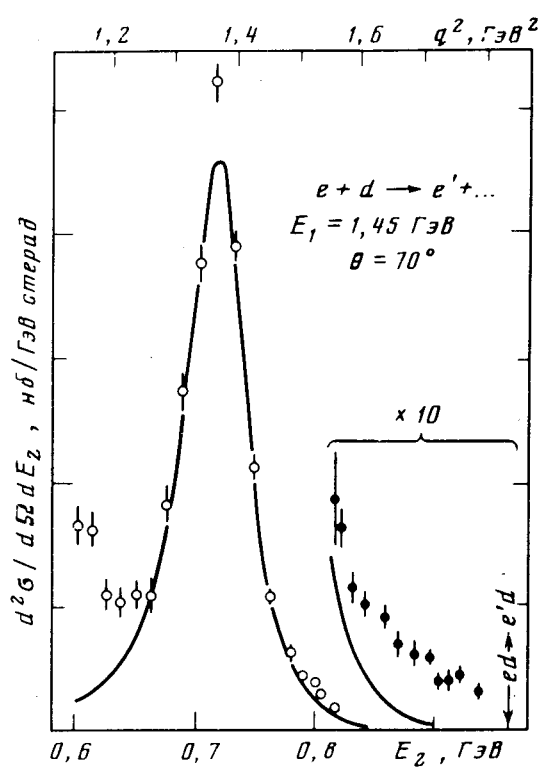


Рис.1 Спектр неупругого рассеяния электронов на дейтроне

Измерен спектр электронов вблизи порога расщепления дейтрона при начальной энергии $E_1 = 1,45$ ГэВ и под углом рассеяния $\theta = 70^\circ$ максимальным значением $q^2 = 1,8$ ГэВ². Использовалась жидкодейтериевая мишень толщиной 5 см, а также жидководородная мишень для калибровочных измерений и пустой аппендикс мишени для вычитания фона. Экспериментальная установка ранее применялась для исследования электророжения пионов⁷. Результаты измерений спектра показаны на рис. 1. Сечение у порога расщепления дейтрона, отмеченного стрелкой, содержит вклад упругого рассеяния, но количественно им можно пренебречь. При обработке спектра экспериментальное разрешение учитывалось одновременно с радиационной поправкой⁷.

Сечение в области пика квазиупругого рассеяния на рис. 1 сравнивается с предсказаниями дисперсионной теории Дюранда⁸. Несмотря на большое значение q^2 , согласие в области максимума пика вполне удовлетворительное. У порога необходим иной подход к описанию экспериментальных данных. В этой области релятивистский расчет на основании квантовой хромодинамики сделан в работе⁹, но окончательное выражение приведено лишь для структурной функции W_2 .

Сечение электрорасщепления дейтрона в той же, что и в настоящей работе, области переданных энергий ν и импульсов q^2 измерены на ускорителе SLAC под углом 8° и при начальной энергии электронов около 10 ГэВ^6 . Это дает возможность разделить вклад структурных функций W_1 и W_2 , определяемых соотношением:

$$\frac{d^2 \sigma}{d\Omega dE_2} = \frac{\sigma_M}{\nu} [\nu W_2(q^2, \nu) + 2\nu \text{tg}^2 \frac{\theta}{2} W_1(q^2, \nu)]. \quad (1)$$

Результаты разделения показаны на рис.2. Закрытые кружки — безразмерная структурная функция νW_1 , соответствующая магнитному рассеянию, а открытые — νW_2 . Систематическая ошибка в νW_1 для $\nu \cong 0,5 \text{ ГэВ}$ составляет 8% и нарастает до 18% при $\nu \cong 0,64 \text{ ГэВ}$. В функции νW_2 систематическая ошибка составляет 20%⁶.

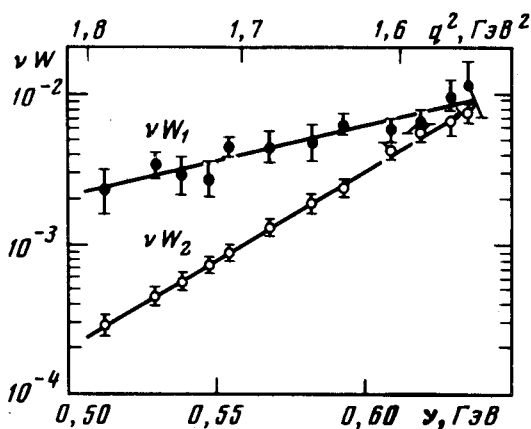


Рис. 2

Рис.2. Структурные функции электрорасщепления дейтрона

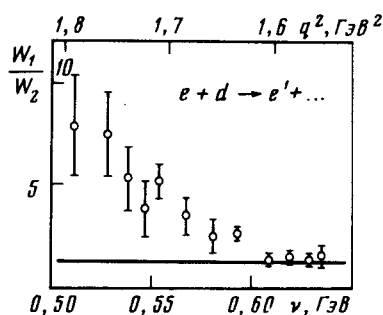


Рис. 3

Рис. 3. Отношение структурных функций электрорасщепления дейтрона. Кривая — отношения W_1 / W_2 для упругого рассеяния электронов на протоне и нейтроне

Ранее разделение структурных функций дейтрона в неупругом рассеянии электронов проводилось лишь в нерелятивистской области при q^2 , меньших по порядку величины¹⁰. Большие значения q^2 отличаются рядом особенностей. Переданная энергия (0,5...0,6 ГэВ) составляет значительную часть начальной (1,45 ГэВ), т.е. процесс становится глубоко неупругим. Импульс нуклона, на котором происходит рассеяние, у порога достигает $720 \text{ МэВ} / c$. Такой большой импульс начального нуклона (или импульс нуклона отдачи в импульсном приближении) уже можно связать с рассеянием на $6Q$ -состоянии дейтрона. Немаловажное значение для интерпретации данных имеет и относительный импульс разлетающихся нуклонов. В пороге электрорасщепления эта величина равна нулю, но быстро растет по мере увеличения переданной энергии, следовательно, учет обменных мезонных токов и взаимодействия в конечном состоянии имеет важное значение лишь в узкой части спектра у порога. По этой причине электрорасщепление дейтрона сможет дать более однозначную информацию о кварковой структуре по сравнению с магнитным формфактором дейтрона, где обменные мезонные токи маскируют вклад $6Q$ -состояния.

Отношение W_1 / W_2 приведено на рис.3. У порога эта величина достигает 7,9 и падает по мере увеличения ν . Вблизи максимума пика квазиупругого рассеяния значение W_1 / W_2 стремится к отношению структурных функций упругого рассеяния на протоне и нейтроне, показанному сплошной кривой. Большая величина W_1 / W_2 , полученная в настоящей работе, показывает, что у порога уже под углом 70° рассеяние в основном магнитное. Это дает возможность в эксперименте надежно и точно определять структурную функцию W_1 .

Существующие теории пока не позволяют количественно интерпретировать полученные результаты, но дальнейший прогресс в этой области сделает, по-видимому, доступной информацию о потенциале NN -взаимодействия на малых расстояниях и в Q -состоянии дейтрона.

Литература

1. *Arnold P.G.* Lecture Notes in Physics, 1979, 108, 76.
2. *Кобушкин А.П.* ЯФ, 1978, 28,495.
3. *Карманов В.А., Шапиро И.С.* ЭЧАЯ, 1978, 9,328.
4. *Июпин Е.В., Нагорный С.И., Титов Ю.И.* Вопросы атомной науки и техники, серия : Общая и ядерная физика, 1982, вып.1, 77.
5. *Титов Ю.И.* Тезисы докладов 31 совещания по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра, Самарканд, 14 – 16 апреля, 1981, 367.
6. *Schütz W.P. et al.* Phys. Rev. Lett., 1977, 38, 259.
7. *Esaukov A.S. et al.* Nucl. Phys., 1978, В 136, 511.
8. *Durand III L.* Phys. Rev., 1959, 115, 1020.
9. *Frankfurt L.L., Strikman M.I.* Preprint LNPI -559, 1980.
10. *Simon G.G. et al.* Abstracts of contributed papers to International conference on Nuclear Physics with electromagnetic interactions, Mainz, Germany, June 5 – 9, 1979, 77.