

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ КВАДРУПОЛЬНОЕ ФОТОВОЗБУЖДЕНИЕ Δ_{33} И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ТЕНЗОРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КВАРКОВ

В.Ф.Грушин, Е.М.Лейкин, А.Я.Ротвайн, А.А.Шиканян

С помощью результатов энергетически независимого мультипольного анализа, выполненного на экспериментальных данных только по фоторождению пионов на протонах, демонстрируется существование резонансного электрического квадрупольного перехода $\gamma p \rightarrow \Delta_{33}^+$, что подтверждает наличие в нуклоне и изобаре примеси d -волны, обусловленной тензорным взаимодействием между кварками.

Вопрос о существовании резонансного электрического квадрупольного перехода $\gamma N \rightarrow \Delta_{33}$ на протяжении многих лет оставался открытым (см., например, ¹). В последние годы он вновь возник в связи с большим интересом к проблеме тензорного взаимодействия кварков. В работах ²⁻⁴ на основе кварковых моделей были получены оценки эффектов, которые обусловлены тензорными силами и связаны с присутствием примеси d -волны в нуклоне и изобаре Δ_{33} . В частности, измерение величины резонансной электрической квадрупольной амплитуды фоторождения пионов на нуклонах в области энергий Δ_{33} резонанса, $E_{1+}^{(3/2)R}$, позволяет экспериментально проверить наличие примеси d -состояния и, тем самым, пролить свет на проблему тензорного взаимодействия кварков. Согласно теоретическим моделям, отношение резонансных частей электрической квадрупольной и магнитной дипольной амплитуд $\xi = E_{1+}^{(3/2)R} / M_{1+}^{(3/2)R}$ весьма мало и составляет $-(0,3 \div 0,5)\%$ ^{2,3} или $-0,92\%$ ⁴.

Недавно нами выполнен энергетически независимый мультипольный анализ ⁵ совокупности экспериментальных данных практически в объеме полного опыта о процессах $\gamma p \rightarrow \pi^+ n$, $\pi^0 p$ в области энергий $300 \div 420$ МэВ. В нем впервые получены оценки комплекс-

сных s - и p -волновых амплитуд фоторождения на протоне и в отличие от предыдущих анализов без привлечения фаз πN -рассеяния, т.е. новые оценки амплитуд, целиком основанные на экспериментальных данных только по фоторождению.

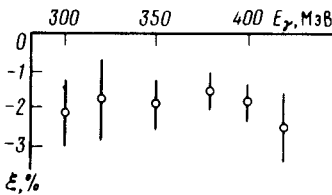
Интересующие нас резонансные части амплитуд $E_{1+}^{(3/2)}$ и $M_{1+}^{(3/2)}$ можно выделить на основе параметризации полной амплитуды, заимствованной из работы ⁶:

$$E_{1+}^{(3/2)}, M_{1+}^{(3/2)} = (B^{E, M} \cos \phi_{33} + R^{E, M} \sin \phi_R) e^{i\phi_{33}}, \quad (1)$$

где ϕ_{33} и ϕ_R — соответственно наблюдаемая и резонансная фазы, $B^{E, M}$ — фоновые (борновские), а $R^{E, M}$ — резонансные части соответствующих амплитуд фоторождения (R^2 -относительная ширина радиационного распада Δ_{33} изобары). Подобная запись (1) известна в теории рассеяния как унитаризованная форма полной амплитуды, содержащей резонанс и фон. В таком случае отношение ξ совпадает с отношением R^E/R^M , которое можно найти с помощью (1)

$$\xi = R^E/R^M = \left(\frac{|E_{1+}^{(3/2)}|^2}{\text{Re } E_{1+}^{(3/2)}} - B^E \right) / \left(\frac{|M_{1+}^{(3/2)}|^2}{\text{Re } M_{1+}^{(3/2)}} - B^M \right). \quad (2)$$

На рисунке приведены результаты вычислений величины ξ по этой формуле с использованием при каждой энергии данных анализа ⁵. В полном соответствии с теоретическими предсказаниями величина ξ не обнаруживает заметной энергетической зависимости в пределах ширины резонанса. Это свидетельствует о надежности данного метода выделения резонансных частей амплитуд и позволяет уточнить экспериментальную оценку ξ с помощью средневзвешенного значения $\langle \xi \rangle = (-1,83 \pm 0,22)\%$.



Таким образом, данные мультипольного анализа ⁵ приводят к заключению, что резонансная часть электрической квадрупольной амплитуды значительно отлична от нуля и качественно согласуется с упомянутыми модельными расчетами. Этот результат демонстрирует наличие примеси d -состояния в нуклоне и Δ_{33} и, тем самым, существование тензорного взаимодействия между кварками.

Литература

1. Jurewicz A. J. Phys. G, 1979, 5, 487.
2. Герштейн С.С., Джикия Г.В. ЯФ, 1981, 34, 1566.
3. Isgur N., Karl G., Koniuk R. Phys. Rev., 1982, D25, 2394.
4. Kalberman G., Eisenberg J. Phys. Rev., 1983, D28, 71.
5. Грушин В.Ф. и др. ЯФ, 1983, 38, 1448.
6. Noelle P. Prog. Theor. Phys., 1978, 60, 778.

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

Институт ядерной физики
Московского
государственного университета
им. М.В.Ломоносова

Поступила в редакцию
26 марта 1984 г.