

О КВАРКОВОЙ МОДЕЛИ РАССЕЙНИЯ НАЗАД

А.Л.Лубимов

Известно, что упругое π^+p - и π^-p - рассеяние при высоких энергиях имеет пик около 180° [1-3].

Ранее [4] было указано, что, с точки зрения кварковой модели, пик в упругом мезон-барионном рассеянии назад (а также в некоторых неупругих мезон-барионных реакциях) может быть качественно объяснен как результат обмена кварками между сталкивающимися частицами¹.

В настоящей заметке указаны некоторые следствия модели кваркового обмена для процесса рассеяния назад и приведено их сопоставление с имеющимися экспериментальными данными. Предложена также некоторая детализация модели с целью получения количественных соотношений между сечениями различных процессов.

1. Если пик в рассеянии назад обусловлен обменом отдельными кварками, то форма этого пика должна зависеть от собственных импульсов

кварков в потенциальной яме мезона и бариона. В этом случае естественно ожидать, что распределение по перпендикулярным импульсам p_{\perp} в пике рассеяния назад должно слабо (или не должно совсем) зависеть от импульса налетающей частицы.

Это действительно наблюдается для узкого пика процесса $N\bar{P}$ -перезарядки (который с этой точки зрения может рассматриваться как $N\bar{P}$ -рассеяние назад) [5].

Имеющиеся в настоящее время экспериментальные данные о форме пика в упругом $\pi^{\pm}P$ -рассеянии назад не противоречат сохранению наклона пика при изменении энергии. По данным Орира и др. [6], если форму пика представить в виде $d\sigma/dt = \exp \beta u$, то для 4 Гэв/с $12 < B < 20$ (Гэв/с) $^{-2}$ и для 8 Гэв/с $13 < B < 27$ (Гэв/с) $^{-2}$ 2).

Следует обратить внимание на то, что импульсы, соответствующие ширине пиков $\pi^{\pm}P$ -рассеяния назад и $N\bar{P}$ -перезарядки, невелики (порядка 0,1 Гэв/с).

2. Поскольку барионы должны состоять из кварков, а антибарионы из антикварков, между барионами и антибарионами не может происходить кварковый обмен и поэтому в барион-антибарионных взаимодействиях не должно быть пика, соответствующего такому обмену.

В имеющихся экспериментальных данных по упругому $\bar{P}P$ -рассеянию при 3 Гэв/с [7] и 4 Гэв/с [8] пики около 180° отсутствуют.

Нет узкого пика в перезарядке $\bar{P}P \rightarrow \bar{N}N$, в отличие от $N\bar{P}$ -перезарядки [9].

3. Поскольку кварковый состав π^{+} -мезона, π^{-} -мезона и протона соответственно $(u\bar{d})$, $(d\bar{u})$ и (uud) : то в $\pi^{+}P$ -рассеянии назад должен происходить обмен u -кварками, а в $\pi^{-}P$ -рассеянии назад - обмен d -кварками, изотопически сопряженными u -кваркам. Однако в обмене u -кварком с π^{+} -мезоном может участвовать любой из двух u -кварков протона, тогда как в обмене d -кварком с π^{-} -мезоном - единственный d -кварк протона.

Отношение сечений упругого $\pi^{+}P$ - и $\pi^{-}P$ -рассеяния на 180° при 8 Гэв/с составляет ~ 4 [6] 3). С точки зрения модели кваркового

обмена такая величина отношения

$$R(\pi^+/\pi^-)_{180^\circ} = \frac{d\sigma}{d\Omega}(\pi^+P)_{180^\circ} / \frac{d\sigma}{d\Omega}(\pi^-P)_{180^\circ}$$

может быть объяснена, если считать, что амплитуда упругого рассеяния назад пропорциональна числу возможных одинаковых каналов попарного кваркового обмена или, в более общем случае, сумме амплитуд попарного кваркового обмена, и отсутствует интерференция между этими амплитудами.

Такое предположение сходно с выдвинутой в работах [12-15] и хорошо подтверждающейся на опыте гипотезой об аддитивности амплитуд попарного кваркового взаимодействия при малых передачах импульса.

Из предположения об аддитивности амплитуд кваркового обмена при рассеянии на 180° следует, в частности, следующее отношение для сечений упругого рассеяния назад К-мезонов:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega}(K^+P)_{180^\circ} : \frac{d\sigma}{d\Omega}(K^0P)_{180^\circ} : \frac{d\sigma}{d\Omega}(K^-P)_{180^\circ} : \frac{d\sigma}{d\Omega}(\bar{K}^0P)_{180^\circ} = 4:1:0:0.$$

Соотношения между сечениями рассеяния назад, вытекающие из аддитивности амплитуд кваркового обмена, не совпадают с соотношениями, вытекающими из теории полюсов Редже. С этой точки зрения существенно измерение этих соотношений (прежде всего $R(\pi^+/\pi^-)_{180^\circ}$) при более высоких энергиях.

4. Приведенные выше качественные и количественные соображения, по-видимому, могут быть применены и к неупругим двухчастичным процессам, в которых происходит обмен неодинаковыми кварками.

В этом случае при достаточно высоких энергиях должно, например, выполняться соотношение между сечениями реакций

$$\frac{d\sigma}{d\Omega}(K^-P \rightarrow \Sigma^0 \pi^0) : \frac{d\sigma}{d\Omega}(K^-P \rightarrow \Sigma^+ \pi^-) : \frac{d\sigma}{d\Omega}(K^-P \rightarrow \Sigma^- \pi^+) = 4:1:0,$$

когда угол между K^- - и π - мезоном равен 180° .

Выражаю благодарность А.М.Балдину и М.И.Подгорецкому за полезные обсуждения.

Объединенный институт
ядерных исследований

Поступило в редакцию
24 сентября 1966 г.

Литература

- [1] Aachen-Berlin-Birmingham-Bohn-Hamburg-London-München Collaboration. Phys.Lett., 10, 248, 1964.
- [2] А.С.Вовенко, Б.Н.Гуськов, М.Ф.Лихачев, А.Л.Либимов, Ю.А.Матуленко, И.А.Савин, В.С.Ставинский. Письма ЖЭТФ, 2, 409, 1965.
- [3] W.R.Frisken, A.L.Read, H.Ruderman, A.D.Krisch, J.Orear, R.Rubinstein, D.B.Scarl, D.H.White. Phys. Rev.Lett., 15, 313, 1965.
- [4] Y.Fujimoto, S.Machida, M.Namiki. Suppl.Progr. Theor.Phys., Extra Number, 1965, p.304.
- [5] J.L.Friedes, H.Palevsky, R.L.Stearns, R.J.Sutter. Phys. Rev., Lett., 15, 38, 1965.
- [6] J.Orear, R.Rubinstein, D.B.Scarl, D.H.White, A.D.Krisch, W.R.Frisken, A.L.Read, H.Ruderman (в печати) Phys.Rev.
- [7] B.Escoubès, A.Fedrighini, Y.Goldschmidt-Clermont, M.Guinea-Moorhead, T.Hofmohl, R.Lewis, D.R.O.Morrison, M.Schneeberger, S.De Unamuno, H.C.Dehne, E.Lohrmann, E.Raubold, P.Söding, M.W.Teuchner, G.Wolf. Phys.Lett., 5, 132, 1963.
- [8] O.Czyzewski, B.Escoubès, Y.Goldschmidt-Clermont, M.Guinea-Moorhead, D.R.O.Morrison, S.De Unamuno-Escoubès. Phys. Lett., 15, 188, 1965.
- [9] P.Astbury, G.Brautti, G.Finocchiaro, A.Michelini, D.Websdale, C.H.West, E.Polgar, W.Beusch, W.E.Fischer, B.Gobbi, M.Pepin. направлено в Phys.Lett.
- [10] S.W.Kormanyos, A.D.Krisch, J.R.O'Fallon, K.Ruddick, L.G.Ratner. Phys.Rev.Lett., 16, 709, 1966.

- [11] А.С.Вовенко, Б.Н.Гуськов, Т.Добровольский, М.Ф.Лихачев, А.Л.Дубимов, Ю.А.Матуленко, В.С.Ставмский. Направлено в *Phys. Lett.*
- [12] Е.М.Левин, Л.Л.Франкфурт. Письма КЭТФ, 2, 105, 1965.
- [13] H.J.Lipkin. *Phys.Rev.Lett.*, 16, 1015, 1966.
- [14] J.J.J.Kokkedee, L.Van Nove, *Nuovo Cim.*, 42, 711, 1966.
- [15] J.J.J.Kokkedee. *Phys.Lett.*, 22, 88, 1966.

- 1) Ранее [4] пики в мезон-барионном рассеянии назад наряду с кварковой моделью рассматривались также и в рамках модели Сакаги (обмен сакатоны). Однако в последней модели не должно быть пика в упругом $\pi^- p$ - рассеянии назад, что противоречит эксперименту.
- 2) Распределение сечений зависит от ρ_1 , отлично от распределения по u (или t). Однако вблизи 180° , когда $|\sin \theta| \approx |\tan \theta|$, одинаковым наклонам в зависимости сечений от u (или t) соответствуют и одинаковые наклоны в зависимости от ρ_1 .
- 3) Это отношение измерено также при 4 Гэв/с, однако, при этой энергии на величины сечения рассеяния назад заметно влияет образование изобар [10, II].