

МЯГКОПИОННЫЕ ТЕОРЕМЫ И ПРЯМЫЕ ЯДЕРНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Г. А. Лобов, Т. А. Ломоносова

В работе получены спектры мягких π -мезонов, испускаемых в прямых ядерных реакциях срыва и подхвата. При этом показано, что спектры π -мезонов не чувствительны к механизму прямых ядерных реакций.

В работе исследуется применимость так называемых мягкопионных теорем (см. работы [1, 2]) к прямым ядерным процессам срыва и подхвата. В связи с этим рассмотрены два вопроса: возможность экстраполяции ядерных амплитуд по передаваемому импульсу q^2 в точку, соответствующую массе физического π -мезона, и возможность получения информации о механизме прямых ядерных процессов из исследования реакций с испусканием мягких пионов.

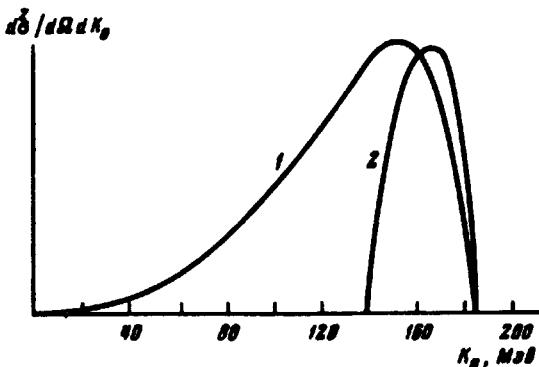
При решении вопроса о возможности экстраполяционной процедуры наиболее существенным является выяснение быстроты изменения ядерных амплитуд по передаваемому импульсу q^2 при $q^2 \lesssim \mu^2$ (μ – масса пиона).

С этой целью был рассмотрен широкий класс диаграмм с испусканием пиона одним из нуклонов ядра. Этот класс диаграмм имеет особенность по передаваемому ядру импульса при $q^2 = M\epsilon$ (M – масса нуклона, ϵ – его энергия связи в ядре). В частном случае дейтрана эта особенность численно соответствует $q^2 \approx 1,2\mu^2$. Отсюда интуитивно следует, что экстраполяция амплитуды к физическому пиону на расстояние порядка $q^2 \lesssim \mu^2$ может оказаться, строго говоря, незаконной. Эта ситуация существенным образом отличается от той, которая имеет место в теории элементарных частиц, где можно надеяться, что отношение массы пиона к характерной массе процесса $\mu/m_{\text{хар}} < 1$ [2]. По этой причине здесь экстраполяционная процедура представляется законной. В случае же прямых ядерных процессов характерная масса имеет порядок величины $m_{\text{хар}} \sim \sqrt{M\epsilon}$ [3]. Учитывая этот результат можно сделать вывод, что вопрос о законности экстраполяционной процедуры в ядерных процессах в каждом конкретном случае должен быть рассмотрен особо. В связи с этим следует по-видимому с известной осторожностью относиться к результатам, полученным без такого специального исследования (см., например, работу [4]).

Сделанный выше вывод об экстраполяционной процедуре, подтверждается экспериментальными данными по длинам рассеяния пионов на ядрах [5], которые не согласуются с теоретическими расчетами [6]. Причина этих расхождений заключается как раз в том, что энергия, равная массе пиона, является столь высокой энергией возбуждения для ядер, что нельзя считать пиона на пороге "мягким".

В рамках мягкопионной техники [1] вклад диаграмм, соответствующих излучению пиона из внутренних линий, подавлен по сравнению с вкладом диаграмм, соответствующих излучению из свободных линий.

Однако, именно излучение пионов из внутренних линий и представляет наибольший интерес как главный источник информации о механизме прямых ядерных процессов. По этой причине при расчете спектров мягких пионов учитывались не только диаграммы с излучением пионов из внешних линий, но также и из внутренних линий.



На рисунке, в качестве иллюстрации, приведены дифференциальные спектры пионов в реакции подхвата $C^{12}(p, d\pi)C^{11}$ для случая $z = 0$, где z – косинус угла между импульсами протона и дейтерона, полученные в предположении полюсного механизма реакции.¹ По оси абсцисс на этом рисунке отложена полная энергия пионов k_0 . По оси ординат спектр пионов – в произвольных единицах. Кривая 1 на графике соответствует "нефизическому" пиону с массой $\mu = 0$. Кривая 2 отвечает физическому пиону с массой $\mu = 140 \text{ МэВ}$. Очевидное различие между кривыми 1 и 2 подчеркивает важность корректного выполнения экстраполяции ядерной амплитуды по q^2 в точку, соответствующую массе физического пионов. Кроме этого, из приведенных кривых видно, что в области энергий пионов $K_0 > \mu$ никаких характерных особенностей в спектре мягких пионов, чувствительных к механизму рассмотренного прямого процесса не наблюдается. В этом смысле спектр мягких фотонов дает более критичную информацию о механизме прямого ядерного процесса [7]. Причина этого отличия заключается в подавленности диаграмм, соответствующих излучению пионов из внутренних линий по сравнению с соответствующими диаграммами в случае излучения фотонов. Результаты, аналогичные приведенным выше, имеют место и в отношении прямого процесса срыва. Значения $z = 0$ приводят к аналогичным спектрам. Более подробно изложенные здесь результаты будут опубликованы в отдельной работе.

Авторы благодарны проф. И.С.Шапиро, за обсуждение работы и ряд ценных замечаний, а также Л.М.Ворониной за помощь в численных расчетах.

Поступила в редакцию
25 октября 1971 г.

Литература

- [1] S.L.Adler. Phys. Rev., 139, B1638, 1965; С.Адлер, Р.Дашен. Алгебры токов и их применение в физике частиц. Изд. Мир, 1970; S.L.Adler, Y.Dochan. Phys. Rev., 151, B1267, 1966.

- [2] А.И.Вайнштейн, В.И.Захаров. УФН, 100, 225, 1970.
 - [3] И.С.Шапиро. Теория прямых ядерных реакций. Госатомиздат, 1963.
 - [4] M.Ericson, A.Figureau, A.Molinary. Nucl. Phys., B10, 501, 1969.
 - [5] R.Seki, A.Cromer. Phys. Rev., 156, 93, 1967.
 - [6] S.Weinberg. Phys. Rev. Lett., 17, 616, 1966.
 - [7] Л.А.Кондратюк. ЯФ, 11, 151, 1970.
-