

**Пороговое рождение пионов в нуклон-нуклонных столкновениях и
внемассовое поведение s-волновой πN -амплитуды**

В.П. Ефросинин, И.И. Осипчук

Предлагается модель для описания поведения s-волновой πN -амплитуды с одним пионом вне массовой поверхности, используемая при расчете сечений реакций $p + p \rightarrow d + \pi^+$ и $p + p \rightarrow p + p + \pi^0$ вблизи порога.

При описании порогового рождения пионов в нуклон-нуклонных столкновениях обычно выделяют ведущий механизм двухнуклонного рождения с перерассеянием пиона (рис. 1б) и однонуклонное рождение на коррелированной паре нуклонов (рис. 1а).

Трудности, связанные с описанием экспериментального значения R_s (отношения числа излученных пар pn к числу излученных пар pp при поглощении ядром s-волновых пионов) свидетельствуют о необходимости учета внемассового поведения s-волновой πN -амплитуды /1/.

В работе /1/ вводится полюсное представление для πN -амплитуды с барионными полюсами (N, Δ) в s- и u-каналах и мезонными полюсами (ρ, σ) в t-канале. При этом вершинная πN -амплитуда при пороговом поглощении пиона является функцией \vec{k}^2 , где \vec{k} — импульс обменного пиона (рис. 1б). Вводятся также формфакторы

$$F(k^2) = (\Lambda^2 - m_\pi^2) / (\Lambda^2 - k^2) \tag{1}$$

для учета конечного радиуса взаимодействия.

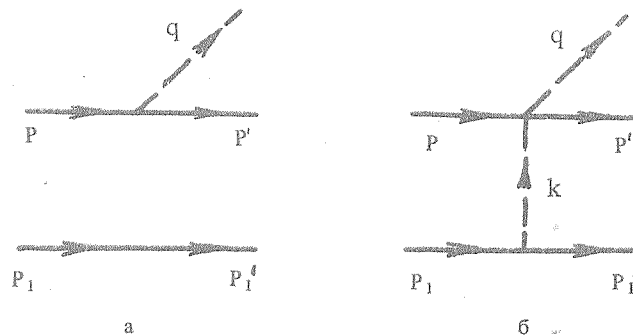


Рис. 1. Механизмы рождения пиона на паре нуклонов.

Однако в таком подходе в изосимметричную длину рассеяния a^+ дает большой вклад изобара, что представляется сомнительным.

В анализе πN -рассеяния /2/ предлагалось описывать рассеяние в s- и p-каналах разными наборами диаграмм. В частности, для s-рассеяния — обмен двумя пионами с изоспином $I = 0$, параметризуемый обменом σ -мезоном, обмен ρ -мезоном и совокупность вкладов короткодействующего отталкивания.

Предположим, что на поведение πN -амплитуды при уходе одного из пионов с массовой поверхности наиболее существенное влияние оказывает поведение полюсных вкладов σ - и ρ -мезонов. В то же время вклад короткодействующего отталкивания при таком уходе пиона с массовой поверхности существен-

но меняться не будет. Подходящим описанием немассового поведения $a^-(\vec{k}^2)$ будет обмен ρ -мезоном с теми же феноменологическими параметрами, что и в /1/, и с соответствующим формфактором (1). Вклад в πN -амплитуду, связанный с σ -обменом в t -канале, имеет вид:

$$T_{\sigma}^{\beta\alpha} = -2f_{\sigma NN}f_{\sigma\pi\pi}\delta_{\alpha\beta}F(k^2)/(t - m_{\sigma}^2), \quad (2)$$

где для констант связи σ -мезона имеет место соотношение /1/:

$$f_{\sigma NN}f_{\sigma\pi\pi} = 2mf^2, \quad (3)$$

где m — масса нуклона, $f^2/(4\pi) = 0,08$.

Методы оценки пион-нуклонного σ -члена ($\sigma_{\pi N}$), использующие дисперсионные соотношения и экстраполяцию πN -амплитуды в точку Ченга — Дашена, дают для $\sigma_{\pi N}(2m_{\pi}^2)$ значения 60–70 МэВ /3/. Амплитуда (2) может быть продлена в эту точку, так как все частицы в этом случае находятся на массовой поверхности, и с учетом (3)

$$\sigma_{\pi N}(2m_{\pi}^2) = -f_{\pi}^2 4mf^2/(t - m_{\sigma}^2)|_{t=2m_{\pi}^2}, \quad (4)$$

где $\sqrt{2}f_{\pi}$ -константа распада заряженного пиона. Тогда из (4) имеем $m_{\sigma} \cong 680$ МэВ. Остающийся неопределенным вклад в изоскалярную πN -амплитуду короткодействующего отталкивания может быть нормирован по экспериментальной изосимметричной длине πN -рассеяния /4/.

С использованием метода, подобного /5,6/, были рассчитаны сечения порогового рождения пионов в реакциях (табл. 1,2)



В табл. 1,2 η — максимальный импульс пиона в с. ц. м. налетающих нуклонов в единицах m_{π} . Вариант расчета 1 соответствует использованию экспериментальных длин πN -рассеяния /4/, при этом для описания нуклон-нуклонных волновых функций начального и конечного состояний используются потенциалы Хамады — Джонстона /10/ и Рида (с мягким кором) /11/. Вариант расчета 2 соответствует учету немас-

Т а б л и ц а 1

Поперечное сечение реакции $p + p \rightarrow d + \pi^+$ вблизи порога и мнимая часть длины πd -рассеяния

Варианты расчета	Теоретические значения							Экспериментальные значения
	1		2	3	4			
	X-Д	P	P	P	$\lambda = 0$	$\lambda = 0,2$	$\lambda = 0,4$	
σ/η^2 , мкбн	181	194	105	123	149	221	302	200 ÷ 300 /7/
$\text{Im } a_{\pi d}$, $10^{-3} m_{\pi}^{-1}$	3,2	3,4	1,8	2,2	2,6	3,9	5,3	3,5 ± 1,5 /8/

Поперечное сечение реакции $p + p \rightarrow p + p + \pi^0$ вблизи порога

Варианты расчета	Теоретические значения				Экспериментальные значения
	1		2	3	
	X-Д	P	P	P	
σ/η , мкбн	15	10	15	23	27 ± 10 /9/

сового поведения πN -амплитуды в подходе /1/, а вариант 3 – такому учету в данном подходе ($\Lambda = 0,938$ ГэВ). Из табл. 2 видно, что вариант 3 дает удовлетворительное описание реакции (5б) вблизи порога. Для описания порогового рождения пионов в реакции (5а) (табл. 1) оказывается необходимым учет малых компонент релятивистской волновой функции дейтрона (вариант 4) /12/. В табл. 1 λ – параметр, характеризующий соотношение псевдовекторной и псевдоскалярной связи при описании πNN -вершины в подходе /12/. Малым значениям λ , при которых достигается в общем удовлетворительное описание сечения реакции (5а), соответствует преобладающий псевдовекторный характер этой связи, что подтверждает выводы /13, 14/.

Институт ядерных исследований АН СССР

ЛИТЕРАТУРА

1. Nachenberg F., Pirner H. J. Ann. of Phys., 112, 401 (1978).
2. Hamilton J. Pion-nucleon interactions, High Energy Physics, Vol. 1, Academic Press, New-York, 1967.
3. Ефросинин В. П., Заикин Д. А. ЭЧАЯ, 16, 1330 (1985).
4. Koch R. Preprint ТКР 85–3 (1985); ТКР 85–4 (1985).
5. Koltun D. S., Reitan A. Phys. Rev., 141, 1413 (1966).
6. Ефросинин В. П., Заикин Д. А. ЯФ, 34, 1044 (1981).
7. Spuller J., Measday D. F. Phys. Rev., D12, 3550 (1975).
8. Hufner J. Phys. Rep., 21C, 1 (1975).
9. Stallwood R. A. et al. Phys. Rev., 109, 1716 (1958).
10. Hamada T., Jonston I. D. Nucl. Phys., 34, 382 (1962).
11. Reid R. V. Jr., Ann. Phys., 50, 411 (1968).
12. Buck W. W., Gross F. Phys. Rev., D20, 2361 (1979).
13. Ефросинин В. П., Заикин Д. А., Осипчук И. И. Z. Phys., A322 (1985); Ефросинин В. П., Заикин Д. А., Осипчук И. И. ЯФ, 42, 950 (1985).
14. Ефросинин В. П., Заикин Д. А., Осипчук И. И. Труды IV Всесоюзного семинара "Программа экспериментальных исследований на Мезонной фабрике ИЯИ АН СССР". Звенигород, 1985.

Поступила в редакцию 29 декабря 1986 г.