

С 346.45

В-613

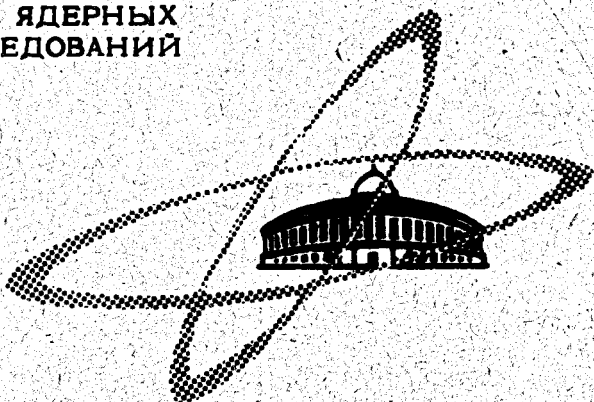
ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

ЯФ, 1970, т. 11, в. 4, с. 810-813

11/14-6

P1 - 4629



В.Г.Вовченко, Н.И.Костанашвили, В.А.Ярба

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

К ВОПРОСУ О МЕХАНИЗМЕ РЕАКЦИИ.



ПРИ ЭНЕРГИИ 660 МЭВ

1969

Вовченко В.Г., Костанашвили Н.И., Ярба В.А.

P1-4629

К вопросу о механизме реакции $pp \rightarrow \pi^+ pn$ при энергии 660 Мэв

Экспериментальные данные об интегральном энергетическом спектре и угловой зависимости формы спектра π^+ -мезонов в с.ц.м. от реакции $pp \rightarrow \pi^+ pn$ при энергии 660 Мэв сравниваются с расчетами по резонансной модели образования мезонов. Показано, что спектр хорошо описывается резонансной моделью, в которой учитываются ${}^3P_{0,1,2}$, 1D_2 и ${}^3F_{2,3}$ - начальные состояния двух протонов, тогда как угловая зависимость формы спектра противоречит предсказаниям резонансной модели.

Препринт Объединенного института ядерных исследований.
Дубна, 1969

Vovchenko V.G., Kostanashvili N.I., Yarba V.A.

P1-4629

On the Mechanism of the $pp \rightarrow \pi^+ pn$ Reaction at 660 MeV

The experimental data on the integral energy spectrum and the angular dependence of the π^+ -meson spectrum shape in the c.m.s. on the $pp \rightarrow \pi^+ pn$ reaction at 660 MeV are compared with the calculations on the resonance model of the meson production. It is shown that the spectrum is well described by the resonance model in which ${}^3P_{0,1,2}$, 1D_2 and ${}^3F_{2,3}$ initial states of two protons are taken into account, while the angular dependence of the spectrum shape contradicts the resonance model predictions.

Preprint. Joint Institute for Nuclear Research.
Dubna, 1969

P1 - 4629

7951/14
В.Г.Вовченко*, Н.И.Костанашвили**, В.А.Ярба

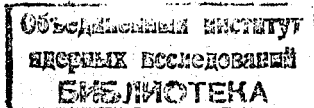
К ВОПРОСУ О МЕХАНИЗМЕ РЕАКЦИИ



ПРИ ЭНЕРГИИ 660 МЭВ

Направлено в ЯФ

-
- x/ Физико-технический институт им. А.Ф.Иоффе АН СССР.
xx/ Тбилисский государственный университет.



В работе /1/ экспериментально исследовалась реакция $pp \rightarrow \pi^+ pn$ при энергии первичных протонов 660 Мэв и получены угловые распределения π^+ -мезонов при нескольких энергиях в с.ц.м. сталкивающихся нуклонов, с помощью которых был построен в интервале 55+135 Мэв энергетический спектр π^+ -мезонов, проинтегрированный по всем углам в с.ц.м.

Экспериментальные результаты интересно сравнить с расчетом по резонансной модели, развитой Мандельштамом /2/, которая наиболее успешно применяется для описания процессов мезообразования в протон-протонных взаимодействиях при данной энергии. В резонансной модели предполагается, что образование π -мезонов происходит, в основном, через состояние $(3/2, 3/2)$ системы π -мезон-нуклон, и вычисляются парциальные сечения образования π -мезонов из состояний начальной системы сталкивающихся нуклонов с полным моментом J и орбитальным ℓ . Парциальные сечения образования π -мезонов из состояния (J, ℓ) в зависимости от энергии мезона в с.ц.м. E_π^* имеют следующий вид:

$$\left(\frac{d^2 \sigma}{d\Omega^* dE_\pi^*} \right)_{J\ell} = |\beta_{J\ell}|^2 [a_{J\ell}(E_\pi^*) + b_{J\ell}(E_\pi^*) P_z(\cos \theta^*)]. \quad (1)$$

Параметры $|\beta_{J\ell}|^2$ определяются из сравнения расчетов с экспериментальными данными. $P_z(\cos \theta^*)$ - полином Лежандра. При вычислении функций $a_{J\ell}(E_\pi^*)$ и $b_{J\ell}(E_\pi^*)$ в модели, кроме законов сохранения, учитываются взаимодействия π -мезон-нуклон и нуклон-нуклон в конечном состоянии. Функции $a_{J\ell}(E_\pi^*)$ определяют парциальные спектры, проинтегрированные по телесному углу, и, чтобы получить полный интегральный спектр, следует просуммировать по всем начальным состояниям, которые учитываются в резонансной модели /3/:

$$\frac{d\sigma^*}{dE_\pi^*} = 4\pi \sum_{\ell=1}^3 \sum_{J=0}^3 |\beta_{J\ell}|^2 a_{J\ell}(E_\pi^*). \quad (2)$$

Используя выражение (2) и значения параметров $|\beta_{J\ell}|^2$, определенные в работе /4/, мы получили интегральный спектр π^+ -мезонов (сплошная кривая-1), который приведен на рис. 1 вместе с экспериментальными значениями. На этом же рисунке приведены результаты расчета по изобарной модели /5/. Видно, что экспериментальный спектр π^+ -мезонов хорошо согласуется с резонансной моделью и противоречит расчету по изобарной модели. Калибровка абсолютных значений рассчитанного по резонансной модели спектра и экспериментальных точек была получена независимым образом.

Чтобы выяснить угловую зависимость формы спектров π^+ -мезонов, которая была установлена в работе /1/, более целесообразно представить дифференциальное сечение реакции в виде:

$$\frac{d\sigma^*}{d\Omega^* dE_\pi^*} = A(E_\pi^*) + B(E_\pi^*) \cos^2 \theta^*. \quad (3)$$

Зависимости $A(E_\pi^*)$ и $B(E_\pi^*)$ от энергии π -мезонов в с.ц.м. были вычислены с помощью резонансной модели при тех же значениях параметров $|\beta_{J\ell}|^2$ и приведены на рис. 2. Зависимость $A(E_\pi^*)$ удов-

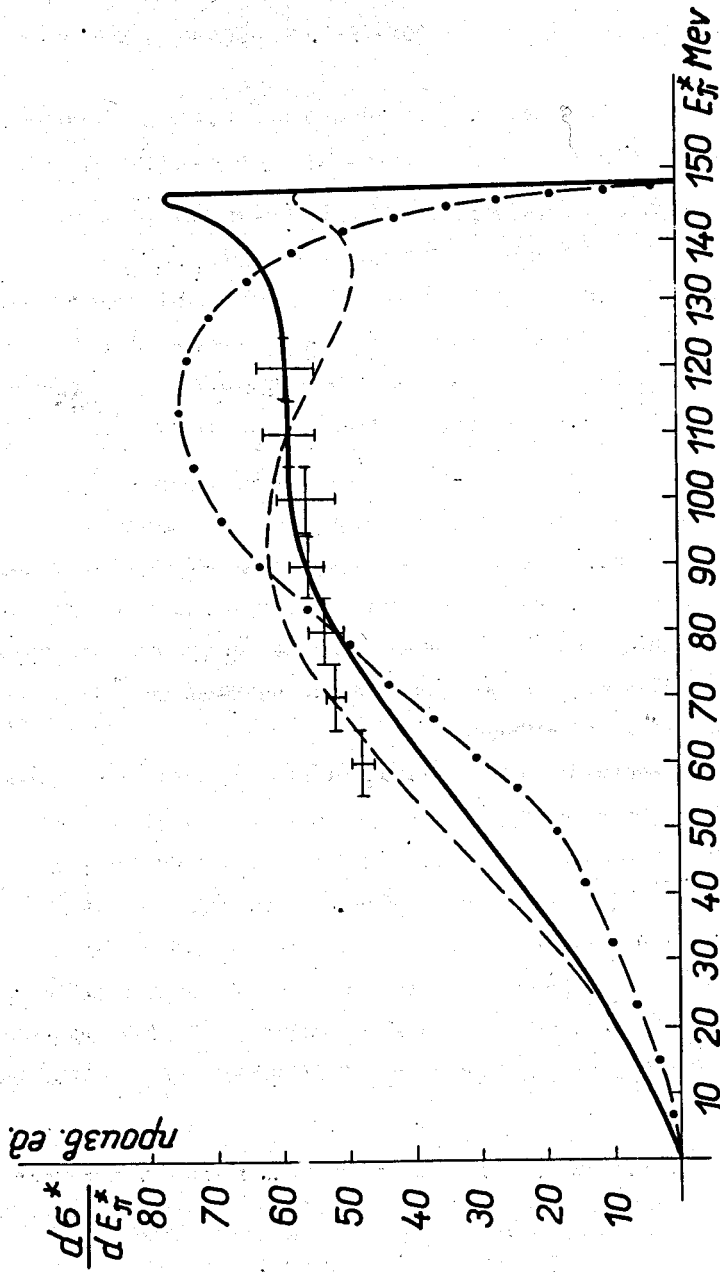


Рис.1. Интегральный энергетический спектр π^+ -мезонов от реакции $pp \rightarrow p \pi$ в с.п.м.: $\frac{d\sigma^*}{dE\pi^*} / 2,85 \cdot 10^{-30} \text{ см}^2/\text{Мэв}$. Точки - работа /1/; сплошная кривая - расчет по резонансной модели (все состояния); пунктирная кривая - расчет по резонансной модели (исключено 3F_3 -состояние); штрих-пунктирная кривая - расчет по изобарной модели.

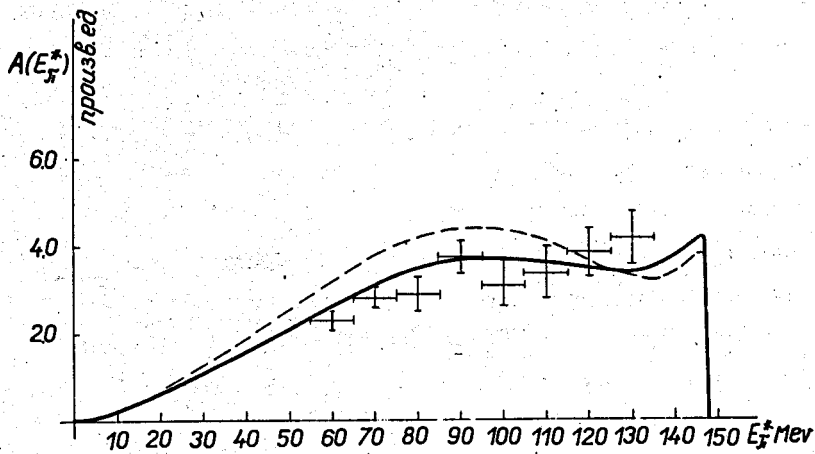
летворительно описывается расчетной кривой (сплошная кривая 1), в то время как ход $V(E_\pi^*)$ противоречит результатам расчета (кривая 1).

Для того чтобы выяснить причины расхождения экспериментальной и теоретической зависимости $V(E_\pi^*)$ в рамках резонансной модели, были построены $\frac{d\sigma^*}{dE_\pi^*}$, $A(E_\pi^*)$ и $V(E_\pi^*)$, в которых вклад перехода из начального 3F_3 -состояния был исключен.

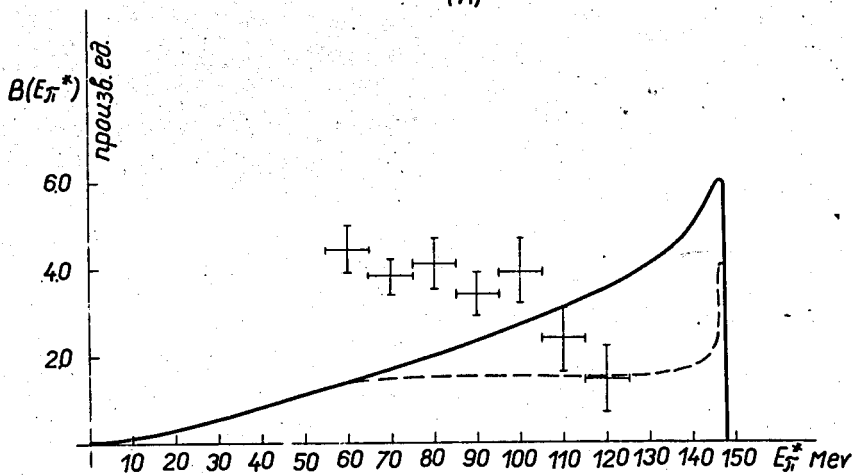
Все зависимости, из которых переход 3F_3 исключен (пунктирные кривые 2 на рис. 1 и 2); нормированы на полное сечение реакции $\sigma(\pi^+pn) = (12,1+1,2) \cdot 10^{-27} \text{ см}^2$ в соответствии с результатами оценки параметров модели /4/. Из сравнения с экспериментом следует, что $\frac{d\sigma^*}{dE_\pi^*}$ и $A(E_\pi^*)$ хуже согласуются с результатами работы /1/, если переход из 3F_3 -состояния не учитывается. $V(E_\pi^*)$ в этом случае не возрастает в области энергий π^+ -мезонов 55+140 Мэв, но значительно меньше экспериментальных значений, т.е. угловое распределение π^+ -мезонов в с.д.м. более изотропное, чем на опыте. Все это свидетельствует о необходимости учитывать вклад перехода из 3F_3 -состояния в образование π^+ -мезонов.

Зависимость энергетических спектров от угла вылета π -мезона является более тонкой характеристикой процесса, чем интегральный спектр и угловое распределение, которые успешно объясняются резонансной моделью. Расхождение с экспериментальной зависимостью $V(E_\pi^*)$ может быть связано с тем, что при расчете не учитывался вклад нерезонансных состояний системы π -мезон-нуклон и их интерференция с резонансными состояниями. Возможность интерференции резонансных и нерезонансных состояний при энергии 660 Мэв отмечалась ранее /8/.

Авторы благодарны проф. Л.И. Липидусу за полезные обсуждения.



(A)



(B)

Рис.2. Зависимость изотропной $A(E_\pi^*)$ и анизотропной $B(E_\pi^*)$ частей дифференциального сечения реакции $pp \rightarrow \pi^+ p p$ от энергии π^+ -мезонов в с.ц.м. Точки - работа [1/]; сплошная кривая - расчет по резонансной модели (все состояния); пунктирная кривая - расчет по резонансной модели (исключено F_3 -состояние).

Л и т е р а т у р а

1. Ю.А. Батусов, Н.И. Костанашвили, Г.И. Лебедевич, Д.С. Набичвришвили, В.А. Ярба. Препринт ОИЯИ, P1-4491, Дубна, 1969. Направлено в ЯФ.
2. S. Mandelstam. Proc.Roy.Soc., A244, 491, 1958.
3. В.Г. Вовченко. ДАН СССР, 163, №6, 1348, 1965.
4. В.Г. Вовченко, А.А. Жданов. Препринт ФТИ АН СССР-166, 1969.
5. S. Lindenbaum, R.Sternheimer. Phys.Rev., 105, 1874, 1957.
6. В.Г. Вовченко. Диссертация, ФТИ АН СССР, 1965.
7. N.Hoshizaki, S.Machida. Progr. Theor.Phys., 29, 49, 1963.
8. К.С. Мариш, Л.М. Сороко. ЖЭТФ, 40, в.2, 605, 1961.

Рукопись поступила в издательский отдел

29 июля 1969 года.