

7  
5-90 2.3  
645



Ю.А. Будагов, П.Ф. Ермолов, Е.А. Кушниренко, В.И. Москалев

645

О ВОЗБУЖДЕНИИ ЯДРА  
 $He_2^4$  П<sup>-</sup>-МЕЗОНАМИ  
С ЭНЕРГИЕЙ 150 МЭВ  
ЖЭТФ, 1961, т. 40, в. 6, с. 1615-1617.



Ю.А. Будагов, П.Ф. Ермолов, Е.А. Кушниренко, В.И. Москалев

645

957/5 138-

О ВОЗБУЖДЕНИИ ЯДРА  
 $\text{He}_2^4$   $\pi^-$ -МЕЗОНАМИ  
С ЭНЕРГИЕЙ 150 МЭВ

Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

Как известно, ряд экспериментальных данных (см., например, /1/) указывает на возможность существования виртуального уровня ядра  $\text{He}_2^4$  с энергией возбуждения  $\sim 22$  Мэв. Анализ, произведенный Базем и Смородинским /2/, показал, что эти экспериментальные данные можно хорошо согласовать со следующими характеристиками уровня: полный момент и четность  $2^-$  и изотопический спин  $T=0$ . Так как энергия уровня превышает энергию связи протона (19,8 Мэв) и нейтрона (20,6 Мэв) в ядре гелия, то время жизни возбужденного состояния очень мало (ширина уровня  $\sim 2$  Мэв), и экспериментальное обнаружение его крайне затруднительно.

В настоящей работе сделана попытка оценить вероятность возбуждения ядра  $\text{He}_2^4$  в реакциях

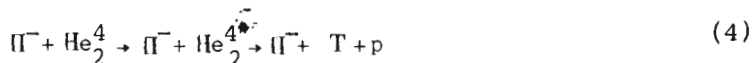
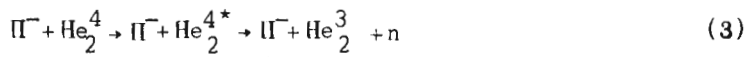


при энергии падающих  $\pi^-$ -мезонов около 150 Мэв.

Реакции (1) и (2) исследовались с помощью диффузионной камеры /3/, наполненной гелием до давления 18 атм и помещенной в магнитное поле 12000 гс. Камера экспонировалась в пучке  $\pi^-$ -мезонов от синхроциклотрона Объединенного института ядерных исследований. При двукратном просмотре около 30000 стереофотографий было найдено 1802 случая взаимодействия  $\pi^-$ -мезонов с ядрами гелия. Идентификация этих случаев, произведенная с помощью кинематической обработки репроекционным методом, позволила выделить из общего числа 304 случая реакции (1) и 87 случаев реакции (2). Полное сечение  $\pi^-$ -He-взаимодействия, сечение неупругого  $\pi^-$ -He-взаимодействия и сечения реакций (1) и (2) определены путем подсчета полной длины треков  $\pi^-$ -мезонов в камере и равны соответственно  $\sigma_t = (254 \pm 16) \cdot 10^{-27} \text{ см}^2$ ,  $\sigma_{in} = (171 \pm 12) \cdot 10^{-27} \text{ см}^2$ .

$$\sigma_1 = (53 \pm 6) \cdot 10^{-27} \text{ см}^2 \text{ и } \sigma_2 = (11,3 \pm 2,3) \cdot 10^{-27} \text{ см}^2.$$

Если предположить, что реакции через возбужденное состояние



идут с заметной вероятностью, то в системе центра инерции на фоне широкого импульсного спектра неупруго рассеянных  $\Pi^-$ -мезонов от реакций (1) и (2) должен наблюдаться пик при импульсе  $P_{\pi} = 215$  Мэв/с с полушириной, определяемой энергетическим разбросом падающих  $\Pi^-$ -мезонов, ошибками измерений и шириной уровня. Экспериментальный импульсный спектр  $\Pi^-$ -мезонов от реакции (1) в с.ц.и., построенный для 127 случаев, допускающих измерение импульса рассеянного  $\Pi^-$ -мезона по радиусу кривизны с точностью не хуже 10% (длина трека рассеянного  $\Pi^-$ -мезона  $> 4$  см), приведен на рис. 1. На рис. 2 представлены экспериментальные импульсные спектры  $\Pi^-$ -мезонов от реакции (2) в с.ц.и.: а) спектр, рассчитанный по измеренным углам вылета вторичных частиц и импульсу падающего  $\Pi^-$ -мезона (86 случаев), б) спектр для 42 случаев, допускающих измерение импульса по радиусу кривизны с точностью не хуже 10%.

Для оценки сечения возбуждения уровня 22 Мэв все случаи, попавшие в интервал импульсов  $180 \text{ Мэв/с} < P_{\pi} < 250 \text{ Мэв/с}$  (заштрихованные области рис. 1 и 2), были подвергнуты дополнительной обработке с целью выяснения, выполняются ли для них следующие кинематические условия, обязательные для реакций (3) и (4), идущих через возбужденное состояние:

1. Векторы импульсов  $\text{He}_2^{4*}$ , T и P должны быть компланарны.

2. Углы, составленные направлениями вылета  $\text{He}_2^3$ , T и P с предполагаемым направлением вылета  $\text{He}_2^{4*}$ , должны быть не больше максимально возможных углов вылета указанных частиц при распадах  $\text{He}_2^{4*} \rightarrow \text{He}_2^3 + n$  и  $\text{He}_2^{4*} \rightarrow T + P$  в лаб.сист. координат.

3. Энергии частиц  $\text{He}_2^3$ , T и P в системе покоя  $\text{He}_2^{4*}$  должны лежать в интервале допустимых энергий, соответствующих распаду  $\text{He}_2^{4*}$  из возбужденного состояния с энергией возбуждения  $22 \pm 1$  Мэв.

Указанным кинематическим условиям в пределах точности измерений удовлетворяют 7 случаев реакции (1) и 7 случаев реакции (2), что соответствует верхней границе сечения возбуждения ядра  $\text{He}_2^4$ , равной  $3,8 \cdot 10^{-27} \text{ см}^2$ . Такой малый вклад реакций (3) и (4) в полное сечение неупругого  $\Pi^-$ -He-взаимодействия ( $< 2,2\%$ ) согласуется с результатами экспериментов Хофстадтера и др.<sup>/4/</sup>, Тирена и др.<sup>/5/</sup>, и Силова и Тима<sup>/6/</sup>, в которых также было обнаружено

чрезвычайно малое влияние возбужденного состояния  $\text{He}_2^4$  при неупругом рассеянии на гелии электронов с энергией 400 Мэв и протонов с энергиями 185 Мэв и 95 Мэв.

Результаты настоящей работы позволяют также заключить, что наблюдавшаяся Козодаевым и др. <sup>/7/</sup> угловая корреляция в реакциях  $\text{P}^{\pm} + \text{He}_2^4 \rightarrow \text{P}^{\pm} + \text{T} + \text{P}$  при энергии 300 Мэв не может быть объяснена возбужденным состоянием  $\text{He}_2^4$ .

Выражаем благодарность В.П. Джелепову, Р.М. Суляеву и Ю.А. Шербакову за ценные обсуждения.

Рукопись поступила в издательский отдел  
29 декабря 1960 года.

#### Л и т е р а т у р а

1. Г.Ф. Богданов, Н.А. Власов, С.П. Калинин, Б.В. Рыбаков, Л.Н. Самойлов, В.А. Сидоров. Ядерные реакции при малых и средних энергиях. (Труды Всесоюзной конференции). Изд. АН СССР, М., 1958.
2. Л.И. Базь, Я.А. Смородинский. ЖЭТФ, 27, 382 (1954).
3. Ю.А. Будагов, С. Виктор, В.П. Джелепов, П.Ф. Ермолов, В.И. Москалев. Материалы совещания по камерам Вильсона, диффузионным и пузырьковым камерам, ОИЯИ, Дубна, 1958.
4. R. Hofstadter. Rev. Mod. Phys. 28, 214 (1956).
5. H. Tyren, G. Tibell, T. A. J. Marris. Nucl. Phys. 4, 277 (1957).  
P. Hillman, A. Johansson, G. Tibell, H. Tyren. Nucl. Phys. 12, 596 (1959).
6. W. Selove, J. M. Teem, Phys. Rev. 112, 1658 (1958).
7. М.С. Козодаев, М.М. Кулюкин, Р.М. Суляев, А.И. Филиппов, Ю.А. Шербаков. ЖЭТФ, 38, 409 (1960).

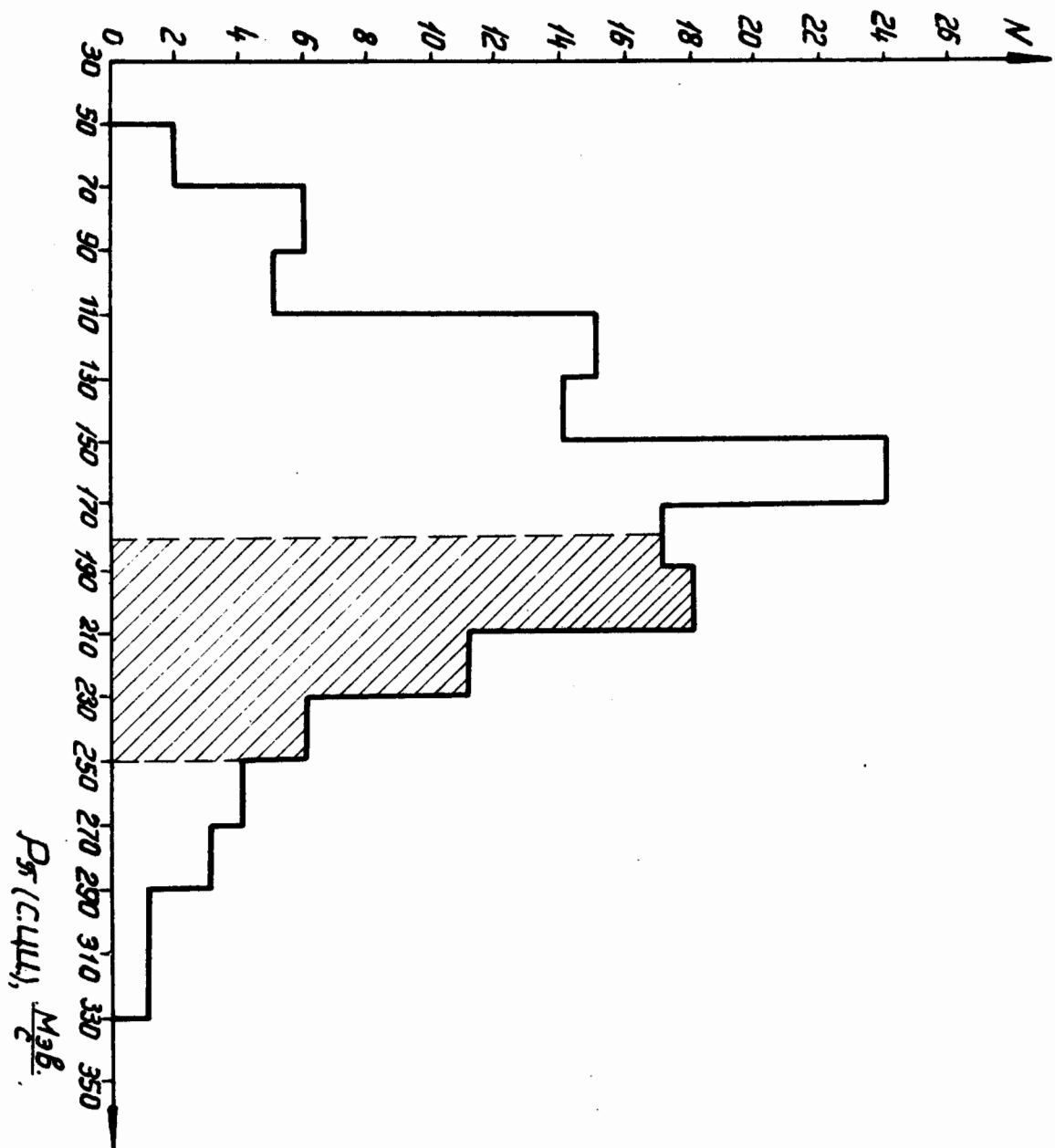


Рис. 1. Импульсный спектр  $\pi^-$ -мезонов от реакции (1) в с.д.и.

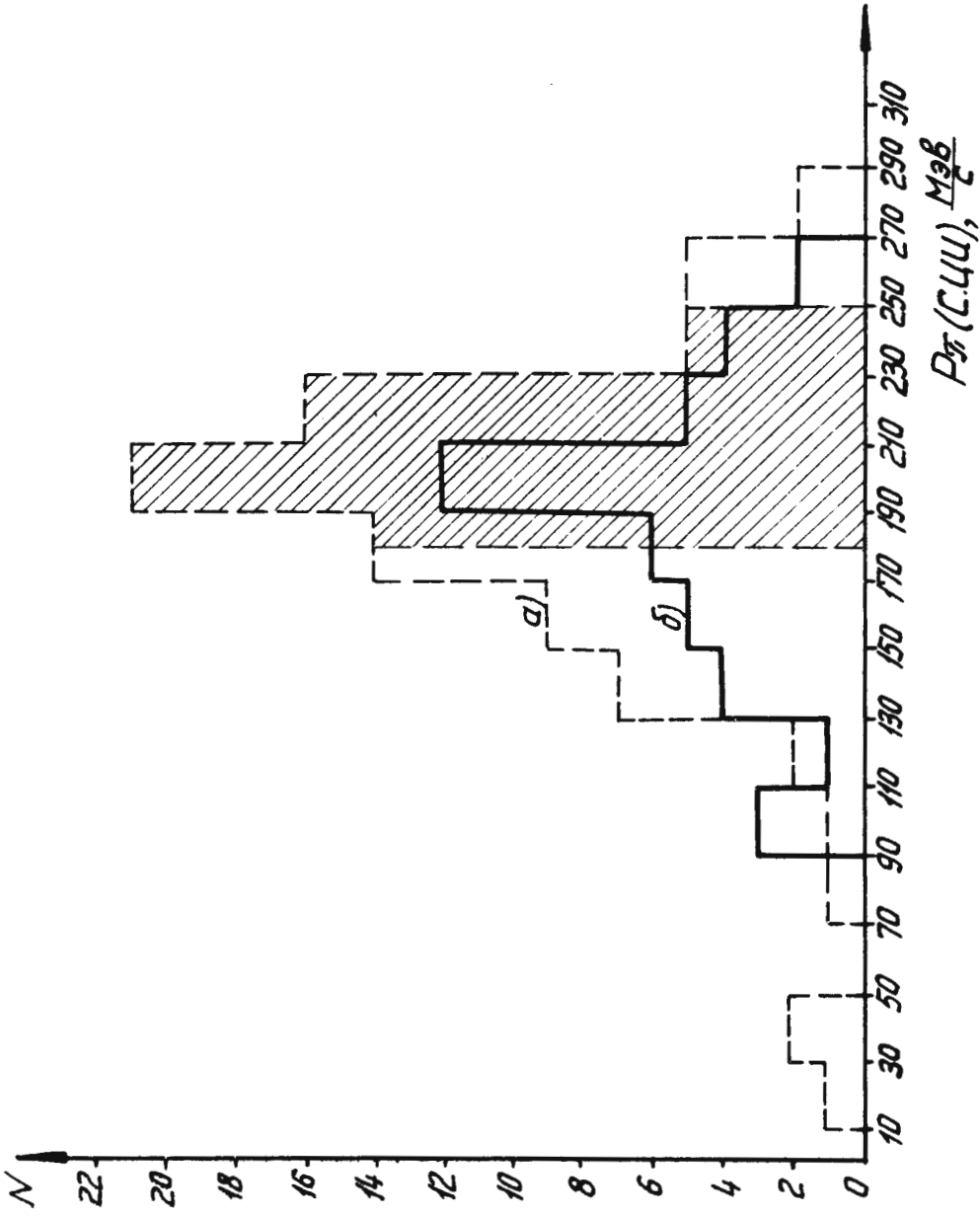


Рис. 2. Импульсные спектры  $\pi^-$ -мезонов от реакции (2) в с.ц.ш.