

44  
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория высоких энергий

P-434

В.А. Беляков, В.В. Глаголев, Л.Ф. Кириллова,  
Н.Н. Мельникова, М. Сук, К.Д. Толстов

6  
ГЕНЕРАЦИЯ ПРОТОНАМИ  
С ЭНЕРГИЕЙ 9 БЭВ  
СТРАННЫХ ЧАСТИЦ  
В ЯДРАХ ФОТОЭМУЛЬСИИ.

Дубна 1959 год

### А н н о т а ц и я

Оценено сечение рождения странных частиц на среднем ядре фотоэмульсии  $\sigma_{\text{полн}}^S = /28 \pm 8/$  мб и для  $N-N$  -столкновений  $\sigma_{\text{полн}}^S \approx 1$  мб. Сделаны выводы о малой относительной частоте рождения  $K^-$  и заряженных гиперонов, а также вывод о сильном взаимодействии  $\Lambda^0$  гиперонов с нуклонами ядра.

P-434

В.А.Беляков, В.В.Глаголев, Л.Ф.Кириллова,  
Н.Н.Мельникова, М.Сук, К.Д.Толстов

ГЕНЕРАЦИЯ ПРОТОНАМИ  
С ЭНЕРГИЕЙ 9 БЭВ  
СТРАННЫХ ЧАСТИЦ  
В ЯДРАХ ФОТОЭМУЛЬСИИ

Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

Рождение и взаимодействие странных частиц при столкновении протонов с энергией 9 Бэв с ядрами фотоэмульсии исследовались в стопке, состоящей из 153 400 $\mu$  слоев НИКФИ-Р размером 10x20см<sup>2</sup>. Стопка облучена прямым пучком протонов 9 Бэв внутри камеры синхрофазотрона Объединенного института ядерных исследований с потоком  $5,8 \cdot 10^4$  1/см<sup>2</sup>.

Просмотр велся в центральной части стопки с увеличением 20x1,5x12. Фиксировались все двухлучевые события и  $\pi$ - $\mu$  распады, после чего производился отбор интересующих нас случаев. Было просмотрено 10,1 см<sup>3</sup> эмульсии. В случае нахождения распада К-мезона или заряженного гиперона его след продолжался до родительского события. Если родительским событием была первичная звезда, то продолжались серые и черные лучи из этой звезды с целью поиска случаев ассоциативного рождения.

Всего было найдено 113 случаев странных частиц: 80 К мезонов / 77 К<sup>+</sup> и 3 К<sup>-</sup>, 21  $\Lambda^0$  гиперон и 12  $\Sigma^{\pm}$  гиперонов. При продолжении серых и черных лучей из 44-х родительских звезд найдены 3  $\Sigma^{\pm}$  гиперона и один К<sup>-</sup>, т.е. их доля относительно мала /  $\frac{K^-}{K^+} \sim \frac{1}{20}$  /.

Угловое распределение и энергетический спектр К<sup>+</sup>-мезонов изображены соответственно на рис. 1 и рис. 2.

При продолжении следов К<sup>+</sup>-мезонов 43 из них пришли к первичным звездам со средней характеристикой  $\bar{n}_h = 13,7 \pm 1,9$ ,  $\bar{n}_s = 4,3 \pm 0,6$ . По этим случаям проведена оценка сечения /с учетом геометрии стопки/ рождения К<sup>+</sup> с  $E_K < 150$  Мэв. Сечение оказалось равным /3,5 $\pm$ 0,7/ мб. С учетом результатов, полученных ранее в работе [1],  $\sigma_{E_K < 150 \text{ Мэв}}^K = 4 \pm 0,6$  / мб.

В 21 случае, при продолжении К<sup>+</sup> от распада, были найдены вторичные события /случаи перезарядки, нейтральных и непучковых звезд/.

После анализа этих случаев 15 из них были отнесены к случаям взаимодействий быстрых К-мезонов /  $E_K > 150$  Мэв/. Сечение рождения К-мезонов с  $E_K > 150$  Мэв можно оценить из соотношения:

$$\sigma_{E_K > 150 \text{ Мэв}} = \sigma_{E_K < 150 \text{ Мэв}} \cdot \frac{N_2}{N_1} \cdot \frac{\ell}{L}$$

Здесь:  $N_2$  - число взаимодействий быстрых К-мезонов;  $N_1$  - число К-ме-

зонов с энергией  $< 150$  Мэв, родившихся в первичных звездах;  $\bar{\ell}$  - средний свободный пробег до взаимодействия К-мезонов с  $E_K > 150$  Мэв;

$\bar{L}$  - средняя длина пробега быстрых К-мезонов в стопке. Эта величина вычислялась в предположении, что  $\theta_{\frac{1}{2}}$  для К-мезонов лежит в интервале между  $\theta_{\frac{1}{2}}$  для S-частиц и каскадных протонов /между  $26^\circ$  и  $50^\circ$  / [1].  $\bar{L} = 7$  см /  $\pm 30\%$ .

$\bar{\ell}$  - взято равным  $3/2$  от геометрического пробега [2].

Тогда

$$\sigma_{E_K > 150 \text{ Мэв}} = /10 \pm 4/ \text{ мб}$$

и  $\sigma_{\text{полн}}^{K^+} = /14 \pm 4/ \text{ мб.}$

Есть основания считать, что во вторичных звездах мала поправка на часть спектра  $K^+$  с энергией  $> 150$  Мэв, так как энергетический спектр К-мезонов из вторичных звезд /рис. 3/ показывает спад к большим энергиям.  $\bar{n}_s$  в этих звездах  $\bar{n}_s = 0,6$  / также указывает на то, что они вызваны К-мезонами довольно большой энергии. Для сравнения добавим, что средняя энергия  $\pi$ -мезонов из первичных звезд  $\sim 1$  Бэв и  $\bar{n}_s = 0,5$  для образованных ими вторичных звезд [3,4]. Полагая, что сечение рождения  $K^+$  и  $K^0$  равны, а вклад  $K^-$  мал, получим, что  $2 \sigma_{\text{полн}}^{K^+}$  примерно равно полному сечению рождения странных частиц:

$$\sigma_{\text{полн}}^S = /28 \pm 8/ \text{ мб,}$$

что составляет  $\sim 7\%$  от полного сечения взаимодействия протонов энергии 9 Бэв с ядрами фотоэмульсии.

Если попытаться на основе этой величины оценить сечение рождения странных частиц в акте нуклон-нуклон, то оно получается  $\leq 1 \text{ мб}^{x/}$ .

x/ При этом предполагается:

1. Число столкновений для падающей частицы в ядре в 2 раза больше, чем для вторичных, рожденных при первом столкновении.
2. Число  $\pi^\pm$ -мезонов, рожденных в первом столкновении, такое же, как в N-N /2,7 - 0,5 = 2,2/ [1,5], а всех  $\pi$ -мезонов - 3,3.

/Продолжение см. на стр. 5/.

Из 21  $\Lambda^0$  гиперонов, найденных при просмотре, 19 были такими, что обе частицы распада  $/ p$  и  $\pi^- /$  останавливались в объеме стопки. После введения геометрических поправок по 19 случаям оценено сечение рождения на ядрах эмульсии:

$$\sigma_{E_{\text{я}} < 230 \text{ МэВ}}^{\Lambda^0} = 1/3 \pm 1/ \text{ мб.}$$

При этом учтен вклад распадов  $\Lambda^0 \rightarrow n + \pi^0$ .

Энергетический спектр  $\Lambda^0$  представлен на рис. 4. Там же дан нормированный на ту же площадь спектр протонов [1]. В области до 30 МэВ из асимметрии вперед-назад в угловом распределении протонов следует, что доля каскадных протонов  $\leq 30\%$  / отделено на рис. 4/.

Из сравнения спектров видно, что спектр  $\Lambda^0$  по сравнению со спектром каскадных протонов обогащен медленными частицами. Это указывает на то, что сечение взаимодействия  $\Lambda^0$  с нуклонами в области энергий  $< 200$  МэВ превышает сечение взаимодействия нуклон-нуклон.

---

3. Отношение  $\frac{\sigma_{\text{ядро}}}{\sigma_{\text{нуклон}}} \approx 11$  . /Для вторичных берем 5,5/.

4. Сечение генерации странных частиц в  $\pi$ -N столкновениях при  $1 - 1,5$  БэВ взято  $0,85$  мб [6] . Тогда  $\sigma_{NN}^s = \frac{28 \cdot 1/0,85 \cdot 3,3 \cdot 5,5/}{11} \approx 1$  мб.

Рукопись поступила в издательский отдел  
28 ноября 1959 года.

Л и т е р а т у р а

1. В.С. Барашенков, В.А. Беляков, Ван Шу-фень, В.В. Глаголев, Н. Далхажав, Л.Ф. Кириллова, Р.М. Лебедев, В.М. Мальцев, П.К. Марков, К.Д. Толстов, Э.Н. Цыганов, М.Г. Шафранова, Яо Цын-се. Механизм взаимодействия быстрых протонов с нуклонами и ядрами. Препринт ОИЯИ Р-331, 1958.  
Nuclear Physics / в печати/.
2. D. Keefe, A. Kernan, A. Montwill, M. Crilli, L. Guerriero and G.A. Salandin. Nuovo Cimento, v. XII, N 3, 241, (1959).  
Альварец. Доклад на киевской конференции 1959 г.
3. Walker, W.D. and Crussard I. Phys.Rev. 98, 5, 1416, (1955).
4. M. Blau and Martin Caulton. Phys.Rev. 96,1, 150,(1955).
5. V.S. Barashenkov, V.A. Belyakov, E.G. Bubelev, Wang Shu-fen, V.M. Maltsev, Ten-Gyn, K.D. Tolstov . Nuclear Physics N 1, 74, (1958).
6. Steinberger, I. Annual International Conference on High Energy Physics at CERN, 1958.

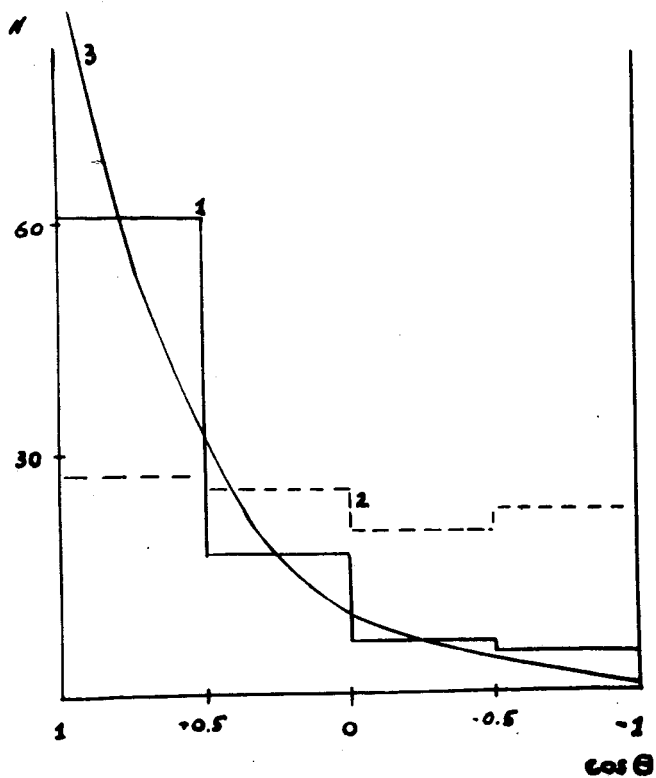


Рис. 1. 1 - угловое распределение  $K^+$  - мезонов из первичных звезд  
/  $E_K < 150$  Мэв/.  
2 - угловое распределение  $K^+$ -мезонов из вторичных звезд.  
3 - теоретическая кривая рождения  $K$ -мезонов до  $E_K = 150$  Мэв в  
столкновениях /рассчитана по статистической теории<sup>x/</sup>.

<sup>x/</sup> Кривые, рассчитанные по статистической теории, представлены нам В.С. Барашенковым.



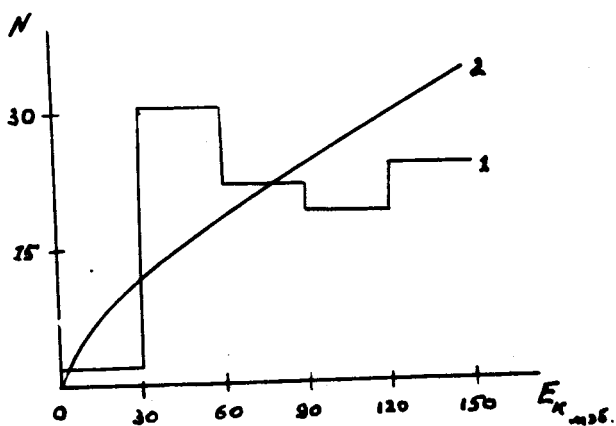


Рис. 2. 1 - энергетический спектр  $K^+$ -мезонов из первичных звезд  
/ $E_K < 150$  Мэв/.

2 - теоретическая кривая для рождения  $K$ -мезонов до  $E_K = 150$  Мэв  
в  $N-N$  столкновениях /рассчитана по статистической теории/<sup>x/</sup>.

<sup>x/</sup> Кривые, рассчитанные по статистической теории, представлены нам  
В.С. Барашенковым.

521/5 мр.

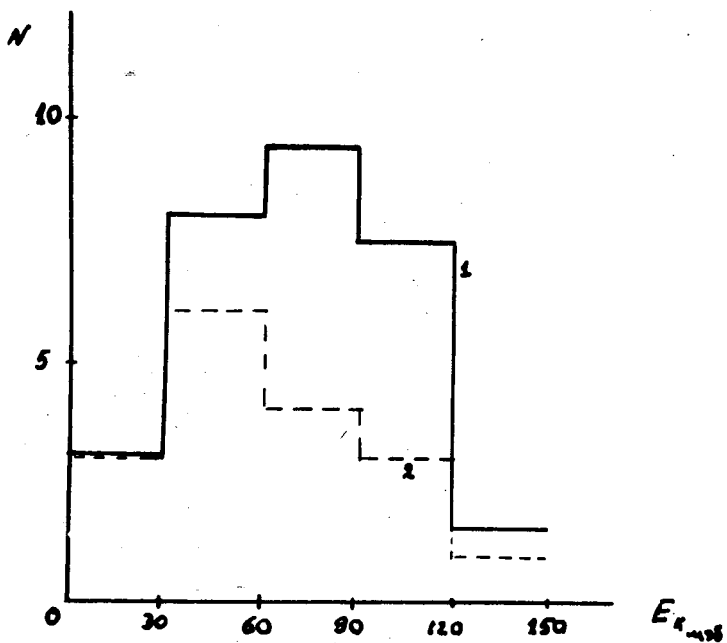


Рис. 3. 1 - Энергетическое распределение  $K^+$ -мезонов из вторичных звезд.  
2 - Распределение, без учета геометрических поправок.

Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

Рис. 4. 1 - Центр протона, 2 - Центр протона, 3 - Дно каскадных протонов в области  $F_p < 30 \text{ МэВ}$ .

