

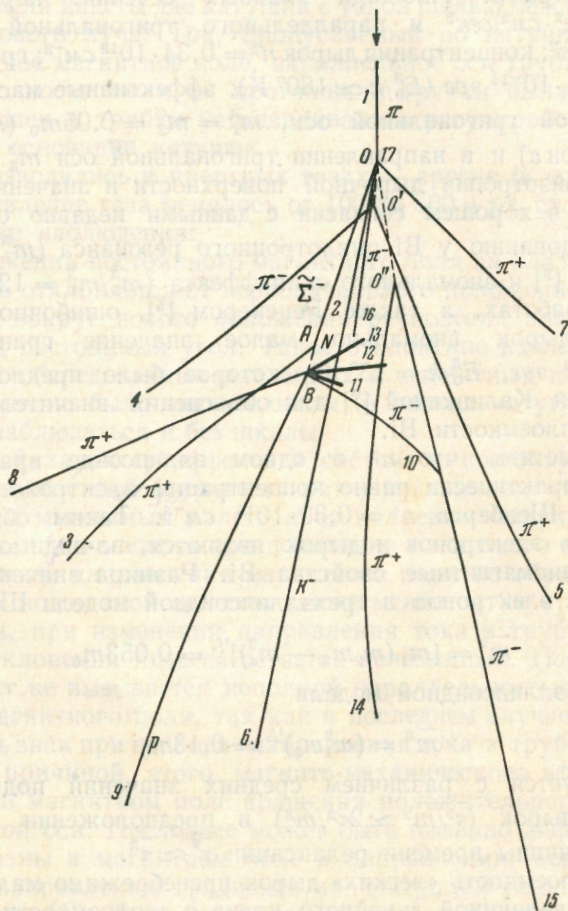
## Литература

- [1] Н. Б. Брандт, А. Е. Дубровская, Г. А. Кытин. ЖЭТФ, 37, 572, 1959.  
 [2] Н. Б. Брандт. ПТЭ, 2, 1960.  
 [3] J. K. Galt, W. A. Yager, F. R. Merritt, B. B. Cetlin. Phys. Rev., 114, 1396, 1959.  
 [4] G. E. Smith. Phys. Rev., 115, 1561, 1959.  
 [5] D. H. Reneker. Phys. Rev., 115, 303, 1959.  
 [6] V. Heine. Proc. Phys. Soc., A69, 513, 1956.  
 [7] П. Г. Стрелков, И. Н. Калинкина. ЖЭТФ, 34, 616, 1958.  
 [8] Н. Б. Брандт, В. А. Вентцель. ЖЭТФ, 35, 1083, 1958.

### РОЖДЕНИЕ $\bar{\Sigma}^-$ -ГИПЕРОНА ОТРИЦАТЕЛЬНЫМИ $\pi^-$ -МЕЗОНАМИ С ИМПУЛЬСОМ 8,3 BeV/c

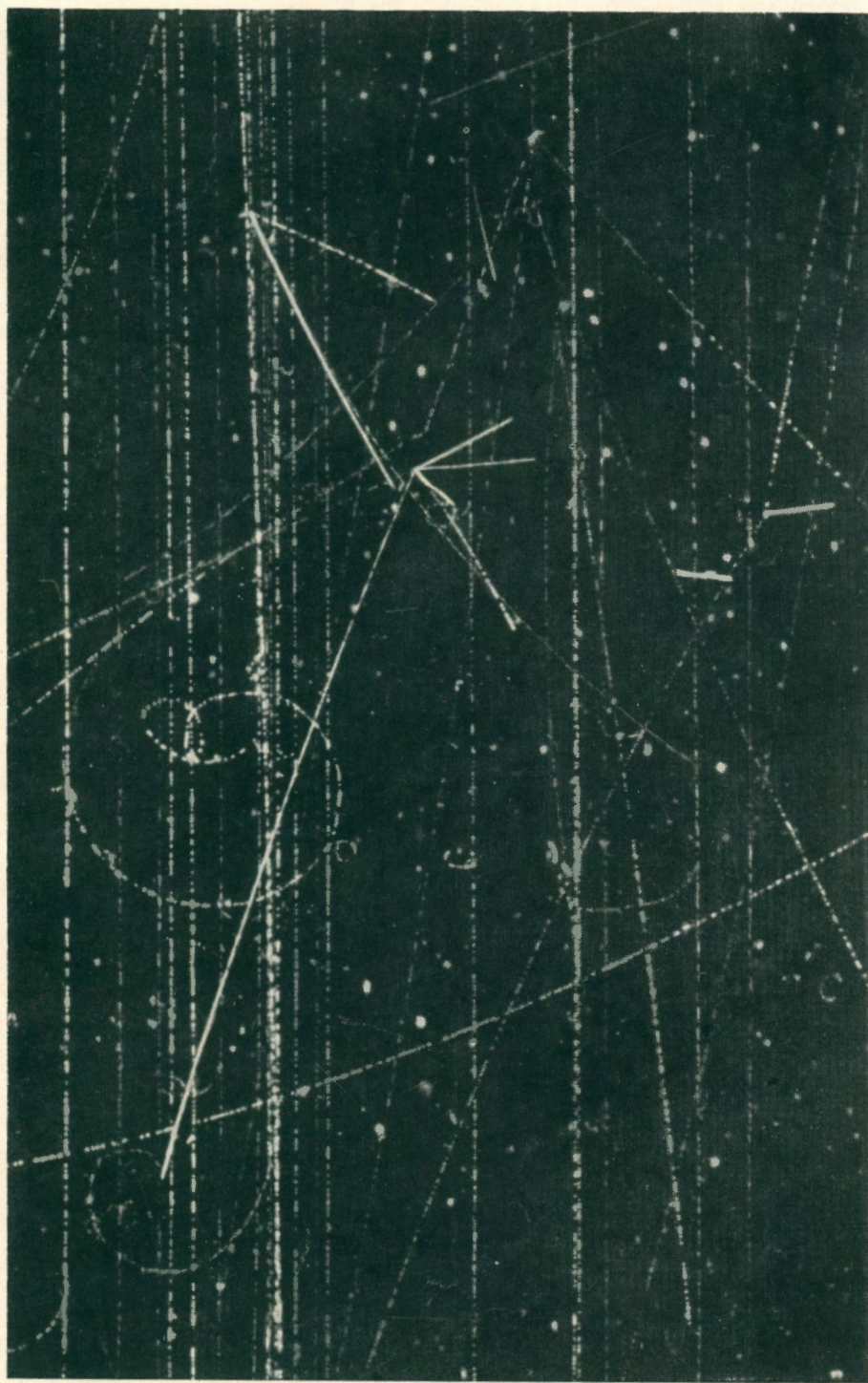
Ван Ган-чан, Ван Цу-цзен, В. И. Векслер, Н. М. Вирясов, И. Врана, Дин Да-цао, Ким Хи Ин, Е. Н. Кладницкая, А. А. Кузнецов, А. Михул, Нгуен Дин Ты, А. В. Никитин, М. И. Соловьев

На 40 000 фотографий, полученных в пучке отрицательных  $\pi$ -мезонов с импульсом  $8,3 \pm 0,6$  BeV/c на пропановой пузырьковой камере [1] с по-



стоянным магнитным полем 13 700 Oe был найден случай рождения и распада  $\bar{\Sigma}^-$ -гиперона. Приводим фотографию этого события, а также его схему.  $\pi^-$ -мезон (след 1) в точке O образует звезду из четырех заряженных

К статье Ван Ган-чан, Ван Цу-цзен, В. И. Векслер, Н. М. Вирясов, И. Врана,  
Дин Да-цао, Ким Хи Ин, Е. Н. Кладницкая, А. А. Кузнецов, А. Михул,  
Нгуен Дин Ты, А. В. Никитин, М. И. Соловьев «Рождение  $\bar{\Sigma}$ -гиперона отри-  
цательными  $\pi^-$ -мезонами с импульсом  $8,3 \text{ BeV}/c$ »



частиц с большой энергией (следы 2, 6, 7, 16),  $2K^0$ -мезона (следы 4, 5, 14, 15) и одну частицу малой энергии (короткий след 17). След положительно заряженной частицы 2 в точке *A* имеет излом. На расстоянии 7,7 мм от точки излома находится 6-лучевая звезда. Центр звезды лежит в плоскости следов 2 и 3 с точностью, определяемой ошибкой измерения (47'). Распад частицы 2 в точке *A* на частицу 3 и нейтральную частицу *N* в направлении *AB* очень хорошо согласуется с кинематикой распада  $\Sigma$  (см. табл.). След 3 есть след  $\pi^+$ -мезона.

Кинематика в точке *A*

Таблица 1

След	Знак заряда	$P_{\text{изм.}}$ MeV/c	$P_{\text{расч.}}$ MeV/c	Частица	Угол
2	+	$1104 \pm 600$	$1798 \pm 100$	$\bar{\Sigma}^-$	
3	+	$244 \pm 10$		$\pi^+$	$\varphi(3, 2) = 39^\circ 38' \pm 20'$
AB	0		$1628 \pm 100$	$\bar{n}$	$\varphi(AB, 2) = 5^\circ 29' \pm 20'$

Из равенства перпендикулярных составляющих импульсов частиц 3 и *N* в точке *A* определяется импульс частицы *N*.

Предполагая распад по схеме  $\Sigma^+ \rightarrow \pi^+ + n$ , получаем  $M_2 = 1182 \pm 14 \text{ MeV}$ .

Кинематика в точке *B*

Таблица 2

След	Знак заряда	$P_{\text{изм.}}$ MeV/c	$P_{\text{расч.}}$ MeV/c	Частица	$E_{\text{кин.}}$ MeV/c	$E_{\text{масс.}}$ MeV	Суммарная $E$ , MeV
AB	0		$1628 \pm 100$	$\bar{n}$	$940 \pm 100$	2.939	$2818 \pm 100$
8	+	$1044 \pm 55$		$\pi^+$	$920 \pm 56$	140	
9	+	$445 \pm 9$		<i>p</i>	$104 \pm 3$		
10	-	$183 \pm 25$		$\pi^-$	$90 \pm 20$	140	
11	+	$228 \pm 4$		<i>p</i>	$27 \pm 2$		
12	+	$270 \pm 5$		<i>p</i>	$38 \pm 2$		
13	+	$257 \pm 5$		<i>p</i>	$27 \pm 2$		

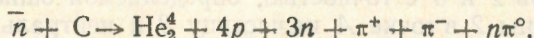
$\Delta P$	703	$\sum E = 1203 \pm 60 + 280 = 1483 \pm 60$
		$E_n = 3(48 \pm 3) = 144 \pm 5$
		$E_{\text{св}} = 8 \cdot 8 = 64$
		$1691 \pm 61$
		$E_{\pi^0} = 645$

Суммарная энергия в точке *B* 2336

Баланс энергии и импульса в точке *B* дан в табл. 2. Звезда *B* имеет пять положительных частиц (следы 8, 9, 11, 12, 13) и одну отрицательную (след. 10). Отрицательная частица является  $\pi$ -мезоном. Следы 9, 11, 12, 13 оканчиваются в камере, и мы считаем, что они образованы протонами. Частица 8 имеет большой импульс и выходит из камеры. Из измерения ионизации<sup>1)</sup> и импульса следует, что след 8 принадлежит  $\pi^+$ -мезону. Изме-

1) Отвиновским [2] и И. Врана была изучена возможность измерения ионизации в нашей камере. На 60 различных кадрах измерено около 40 м треков частиц, импульс и природа которых хорошо известны. Было установлено, что для следа длиной 20 см можно надежно (96%) разделить  $\pi$ -мезоны и протоны до импульса 1200 MeV/c. Измеренная величина ионизации следа 8 (длина 20 см) равна  $1,02 \pm 0,19$ , в то время как для протона по закону  $\beta^{-2}$  (работы Блинова и др. [3]) она должна быть 1,86, а для  $\pi$ -мезонов 1,04.

рение баланса энергии в точке В показывает, что уже энергия заряженных частиц звезды много больше, чем кинетическая энергия нейтрона с импульсом  $1628 \pm 100$  MeV/c. Следовательно, звезда В может быть вызвана только аннигиляцией антинейтрона на ядре углерода. Наиболее вероятная реакция будет:



К энергии заряженных частиц нужно добавить энергию, унесенную нейтронами, считая, что в среднем они уносят ту же энергию, что и протоны,  $E_n = 144 \pm 5$  MeV, а также энергию связи нуклонов в ядре  $E_{св} = 64$  MeV. Предполагая, что кроме заряженных  $\pi$ -мезонов есть еще и нейтральные  $\pi$ -мезоны, которые уносят в среднем половину энергии заряженных  $\pi$ -мезонов  $E_{\pi^0} \approx 1/2 E_{\pi^\pm} = 645$  MeV, то полная энергия в звезде будет  $E_{полн} = 2336$  MeV.

Полученная таким образом энергия близка к полной энергии аннигиляции антинейтрона. Следовательно, в точке А происходит распад  $\bar{\Sigma}^- \rightarrow \pi^+ + \bar{n}$ .

Вероятность случайного совпадения на одном кадре разных событий, которые могли бы имитировать рассматриваемое явление, по нашим оценкам равна  $\sim 10^{-9}$ .

Таблица 3

Кинематика в точке О

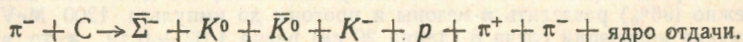
След	Знак заряда	$P_{изм.}$ MeV/c	$P_{расч.}$ MeV/c	Частица	Видимая $E_{кин.}$ MeV	$E_{масс.}$ MeV	Суммарная $E$ , MeV
1	—	—	$8300 \pm 600$	$\pi^-$	$8200 \pm 600$	140	$8340 \pm 600$
2	+	$1104 \pm 600$	$1798 \pm 100$	$\bar{\Sigma}^-$	$964 \pm 80$	1196	
$V_1^0$	0		$654 \pm 29$	$K^0$ или $\bar{K}^0$	$323 \pm 27$	494	
6	—	$1456 \pm 70$		$K^-$	$1043 \pm 60$	494	
7	+	$790 \pm 45$		$\pi^+$	$663 \pm 45$	140	
$V_2^0$	0		$1475 \pm 71$	$\bar{K}^0$ или $K^0$	$1060 \pm 60$	494	
16.	—	$300 \pm 50$		$\pi^-$	$190 \pm 50$	140	
	0			N		939	
$(4243 \pm 138) + 3897 = 8140 \pm 138$							

Таблица 4

Кинематика в точках О' и О''

След	Знак заряда	$P_{изм.}$ MeV/c	$P_{расч.}$ MeV/c	Частица	Угол	Угол некомпланарности
$V_1^0$	0		$654 \pm 29$	$K^0$ или $\bar{K}^0$		$\eta = 33'$
4	—	$324 \pm 25$		$\pi^-$	$\varphi(V_1^0, 4) = 41^\circ 18' \pm 15'$	
5	+	$453 \pm 22$		$\pi^+$	$\varphi(V_1^0, 5) = 24^\circ 43' \pm 15'$	
$V_2^0$	0		$1475 \pm 71$	$\bar{K}^0$ или $K^0$		$\eta = 8'$
14	+	$207 \pm 8$		$\pi^+$	$\varphi(V_2^0, 14) = 26^\circ 50' \pm 15'$	
15	—	$1299 \pm 70$		$\pi^-$	$\varphi(V_2^0, 15) = 5^\circ 3' \pm 15'$	

Мы считаем, что наиболее вероятной реакцией в первичной звезде (табл. 3 и 4) будет



Для времени жизни  $\bar{\Sigma}^-$  получено значение  $(1,18 \pm 0,07) \cdot 10^{-10}$  сек.

Таким образом, приведенные данные свидетельствуют о том, что нами наблюден новый тип частицы — заряженный антигиперон  $\bar{\Sigma}^-$ .

Объединенный институт  
ядерных исследований

Поступило в редакцию  
24 марта 1960 г.

#### Литература

- [1] Ван-Ган-чан, М. И. Соловьев, Ю. Н. Шкобџин. ПТЭ, 1, 41, 1959.
- [2] С. З. Отвиновский, Отчет ЛВЭ ОИЯИ, 1960.
- [3] Г. А. Блинов, Ю. С. Крестников, М. Ф. Ломанов. ЖЭТФ, 31, 762, 1956.
- [4] W. J. Willis, E. C. Fowler, D. C. Rahn. Phys. Rev., 108, 1046, 1957.