

Г. Б. ЖДАНОВ и А. А. ХАЙДАРОВ

## О ПЕРЕХОДНОМ ЭФФЕКТЕ ДЛЯ ПОЛОЖИТЕЛЬНОГО ИЗБЫТКА МЕДЛЕННЫХ МЕЗОНОВ

(Представлено академиком Д. В. Скобелевым 7 I 1950)

При обсуждении вопроса о знаке заряда мезонов космического излучения очень часто принимается, что величина так называемого положительного избытка  $\delta$  составляет около 20%\*. При этом  $\delta = 2 \frac{n^+ - n^-}{n^+ + n^-}$ , где  $n^+$ ,  $n^-$  — число положительных и отрицательных мезонов, соответственно.

Между тем, несмотря на большое число (около 20) исследований по этому вопросу, выполненных различными методами, до сих пор не существует достаточно точных и надежных данных о зависимости величины  $\delta$  от высоты места наблюдения, энергии мезона и свойств вещества.

В настоящей работе авторы поставили своей задачей использовать метод запаздывающих совпадений в определении положительного избытка для медленных мезонов со временем жизни 2 $\mu$  сек. в атмосфере и под слоем плотного вещества. Для этой цели была применена установка, схематически изображенная на рис. 1.

Авторы определяли  $\delta$ , сравнивая полное число распавшихся мезонов поочередно в графитовом ( $N_C$ ) и алюминиевом ( $N_{Al}$ ) поглотителе  $d$ , причем измерения выполнялись при различных фильтрах  $D$  над установкой.

В первом приближении число  $n$  остановившихся мезонов, распающихся (в единицу времени) в определенном слое легкого вещества ( $Z < 10$ ), составляет  $n = n^+ + n^-$ , в то время как для тяжелого вещества ( $Z > 10$ ) имеет место равенство  $n = n^+$ .

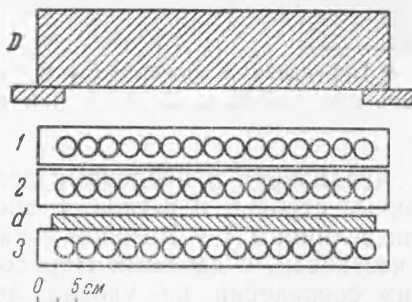


Рис. 1. Схема установки для исследования относительного числа положительных и отрицательных мезонов. «Телескоп» 1, 2 регистрирует медленные мезоны, останавливающиеся в графитовом или алюминиевом поглотителе  $d$ . Счетчики 3 регистрируют электроны распада

\* Обычно термин «положительный избыток» относят к мезонам с энергией  $\geq 10^8$  эв, однако соответствующее значение  $\delta = 20\%$  принимают иногда и для медленных или остановившихся мезонов, также называя его положительным избытком.

Достаточно точное определение искомой величины  $\delta$  с помощью данного метода требует учета следующих трех факторов:

1. Постоянный «фон», связанный с распадом мезонов в стенках счетчиков 2 и 3 (рис. 1).

2. Неполный распад остановившихся отрицательных мезонов в графите (в котором имеет место соотношение  $N_C = n^+ + 0,92 n^-$ ) и неполный захват их в случае алюминия (точнее,  $N_{Al} = n^+ + 0,21 n^-$ ).

3. Некоторое различие в вероятности  $\eta$  выхода электронов распада из различных поглотителей ( $\eta_C/\eta_{Al} = 1,05$ ).

Всего было выполнено 3 серии измерений:

- без фильтра  $D$  над установкой,
- с фильтром  $D = 40$  г/см<sup>2</sup> графита,
- с фильтром  $D = 140$  г/см<sup>2</sup> свинца.

Соответствующие экспериментальные результаты и полученные при их обработке значения  $\delta$  (с учетом указанных выше поправок) приведены в табл. 1.

Таблица 1

$D$	$N_C$ в час*	$N_{Al}$ в час*	$\delta = 2 \frac{n^+ - n^-}{n^+ + n^-}$
а. 0	$29,2 \pm 0,55$	$19,8 \pm 0,5$	$-0,27 \pm 0,09$
б. 40 г/см <sup>2</sup> С	$35,2 \pm 0,5$	$26,2 \pm 0,45$	$+0,15 \pm 0,06$
в. 140 г/см <sup>2</sup> Рб	$30,9 \pm 0,5$	$22,7 \pm 0,45$	$+0,09 \pm 0,08$

\* Приведенные значения  $N_C$  и  $N_{Al}$  относятся к «чистому» эффекту запаздывающих совпадений, т. е. для них уже вычтены случайные совпадения.

Анализируя приведенные результаты, прежде всего отметим, что данные строк б и в табл. 1 вполне согласуются с обычными данными для величины  $\delta$  у мезонов с начальными энергиями порядка  $10^8$  эв и, в частности, с данными Нересона (1), который методом запаздывающих совпадений на уровне моря получил в аналогичных условиях опыта значение  $\delta = 0,15 - 0,18$ .

Особого внимания заслуживает явно отрицательное значение  $\delta$ , полученное при  $D = 0$ , т. е. для мезонов, которые приходят в установку непосредственно из воздуха с энергиями от 30 до 45 Мэв. Наличие своеобразного переходного эффекта для величины  $\delta$  можно вполне естественным образом объяснить, предположив, что часть наблюдаемых мезонов является продуктом распада некоторых ядерно-активных, более «короткоживущих» мезонов малой энергии, типа  $\pi$ -мезонов\*.

Указанное предположение, во всяком случае, не противоречит существующим данным (4) о переходном эффекте  $\pi$ -мезонов обоого знака. Но в таком случае, вторичные  $\mu$ -мезоны, создаваемые при распаде «короткоживущих», остановившихся в плотном веществе мезонов, будут иметь только положительный знак, в то время как при распаде в воздухе, т. е. «налету», должны давать свой вклад короткоживущие мезоны обоого знака, что и приведет к уменьшению величины  $\delta$ .

Если принять во внимание также то обстоятельство, что, согласно результатам предыдущих исследований (3) с данной методикой, доля

\* Предположение об аналогичном процессе цепного распада варитронов было сделано в работе А. А. Вайсенберга (2).

медленных (с энергиями до 150 Мэв) мезонов вторичного происхождения составляет в воздухе около 25—30%, то цифры строк а и б табл. 1 позволяют провести соответствующие рассуждения количественно. Оказывается, что при пробеге вторичных мезонов не свыше 40 г/см<sup>2</sup>, «короткоживущие» мезоны должны, по крайней мере, на 70% состоять из отрицательных частиц (при больших значениях пробегов указанная оценка только повышается).

Аналогичное сопоставление случаев  $D = 0$  и  $D = 140$  г/см<sup>2</sup> свинца (строки а и в табл. 1) осложняется возможной зависимостью генерации «короткоживущих» мезонов от  $Z$ . Однако отсутствие заметного возрастания  $\delta$  с увеличением толщины фильтра  $D$  до 140 г/см<sup>2</sup> (вместо 40 г/см<sup>2</sup>), повидимому, позволяет заключить, что пробеги «короткоживущих» мезонов в веществе в значительной мере не превышают 40 г/см<sup>2</sup>.

С другой стороны, эти пробеги должны в среднем заметно превышать суммарную толщину стенок (2,5 г/см<sup>2</sup>) «телескопа» (рис. 1, 1, 2), регистрирующего мезоны в установке\*. Указанные выше пробеги соответствуют средним энергиям вторичных мезонов от 20 до 100 Мэв.

Что касается вывода о преобладающей роли отрицательных «короткоживущих» мезонов, то аналогичный результат был обнаружен<sup>(5)</sup> на опыте для медленных  $\pi$ -мезонов, создаваемых в ускорителе.

В заключение авторы благодарят Н. А. Добротина и С. Н. Вернова за критическое обсуждение изложенных результатов.

Физический институт  
им. П. Н. Лебедева  
Академии наук СССР

Поступило  
30 XII 1949

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> N. Nereson, Phys. Rev., 73, 565 (1948). <sup>2</sup> А. А. Вайсенберг, ЖЭТФ, 19, 727 (1949). <sup>3</sup> Г. Б. Жданов и А. А. Наумов, ЖЭТФ, 19, 273 (1949). <sup>4</sup> J. B. Harding and D. H. Perkins, Nature, 164, 285 (1949). <sup>5</sup> J. Burfening, E. Gardner and C. M. G. Lattes, Phys. Rev., 75, 382 (1949).

---

\* Установленное в другой работе А. Абдуллаевым, Г. Ждановым и др. отсутствие заметного переходного эффекта очень медленных мезонов обоого знака из воздуха в графит подтверждает, что соответствующая энергия в среднем существенно превышает 10 Мэв.