

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 δ 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 δ 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 μ сек. в атмосфере и под слоем плотного вещества. Для этой цели была применена установка, схематически изображенная на рис. 1.

Авторы определяли δ , 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, распадающихся (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 $n = n^+$.

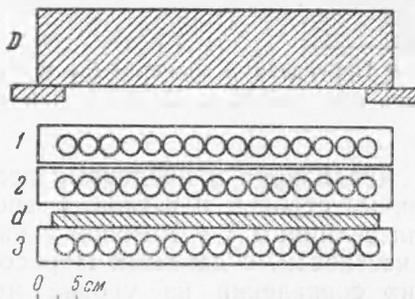


Рис. 1. Схема установки для исследования относительного числа положительных и отрицательных мезонов. «Телескоп» 1, 2 регистрирует медленные мезоны, останавливающиеся в графитовом или алюминиевом поглотителе d . Счетчики 3 регистрируют электроны распада

* 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 δ 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 η 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/см² графита,
- с фильтром $D = 140$ г/см² свинца.

Соответствующие экспериментальные результаты и полученные при их обработке значения δ (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 ² С	$35,2 \pm 0,5$	$26,2 \pm 0,45$	$+0,15 \pm 0,06$
в. 140 г/см ² Рв	$30,9 \pm 0,5$	$22,7 \pm 0,45$	$+0,09 \pm 0,08$

* 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 δ 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 δ , 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 δ можно вполне естественным образом объяснить, предположив, что часть наблюдаемых мезонов является продуктом распада некоторых ядерно-активных, более «короткоживущих» мезонов малой энергии, типа π -мезонов*.

Указанное предположение, во всяком случае, не противоречит существующим данным (4) о переходном эффекте π -мезонов обоого знака. Но в таком случае, вторичные μ -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 δ .

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/см², «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/см² свинца (строки а и в табл. 1) осложняется возможной зависимостью генерации «короткоживущих» мезонов от Z . Однако отсутствие заметного возрастания δ с увеличением толщины фильтра D до 140 г/см² (вместо 40 г/см²), повидимому, позволяет заключить, что пробеги «короткоживущих» мезонов в веществе в значительной мере не превышают 40 г/см².

С другой стороны, эти пробеги должны в среднем заметно превышать суммарную толщину стенок (2,5 г/см²) «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⁽⁵⁾ на опыте для медленных π -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

- ¹ N. Nereson, Phys. Rev., 73, 565 (1948). ² А. А. Вайсенберг, ЖЭТФ, 19, 727 (1949). ³ Г. Б. Жданов и А. А. Наумов, ЖЭТФ, 19, 273 (1949). ⁴ J. B. Harding and D. H. Perkins, Nature, 164, 285 (1949). ⁵ 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.