

ФИЗИКА

С. И. НИКОЛЬСКИЙ

СОВПАДАЮЩИЕ ТОЛЧКИ В НЕСКОЛЬКИХ ИОНИЗАЦИОННЫХ КАМЕРАХ

(Представлено академиком Д. В. Скobel'цыным 12 VII 1950)

В ряде работ (^{1,2}), проведенных в последние годы, был открыт переходный эффект плотности для частиц, вызывающих электронно-ядерные ливни. Наличие этого эффекта определяется тем, что вероятность регистрации случаев одновременного попадания на установку нескольких ядерно-активных частиц высокой энергии отлична от суммы вероятностей регистрации прохождения того же числа частиц поодиночке.

Существование переходного эффекта плотности приводит к выводу о том, что ядерно-активные частицы могут образовываться группами и, следовательно, имеет место ядерно-каскадный процесс.

В связи с большим значением этого вывода представлялось важным выяснить, существует ли переходный эффект плотности также и для частиц, вызывающих генетически связанные ядерные расщепления (^{3,4}).

Для этого нами были поставлены опыты, в которых наблюдалось изменение числа совпадений в нескольких ионизационных камерах, расположенных друг подле друга при помещении над ними угольного фильтра (см. рис. 1). Измерения производились на высоте 3860 м летом 1949 г.

В работе были использованы четыре цилиндрические ионизационные камеры, наполненные техническим аргоном до давления в 3 атм. Камеры имели диаметр 110 мм при эффективной длине 250 мм. Толщина медных стенок камеры равнялась 1 мм. Ионизационные толчки в каждой из камер после радиотехнического усиления записывались на фотопленку шлейфовым осциллографом. В основной серии измерений установка управлялась двойными совпадениями толчков в I и II или III и IV камерах (рис. 1), причем каждый из управляющих толчков превышал $5 \cdot 10^4$ пар ионов (0,3 от ионизации α -частицы полония).

При последующем анализе записанных импульсов нами отбирались четверные совпадения, двойные совпадения, сопровождающиеся толчком в какой-либо третьей ионизационной камере, по величине превышающем $1,5 \cdot 10^4$ пар ионов, и двойные совпадения, не сопровождающиеся толчком в третьей камере.

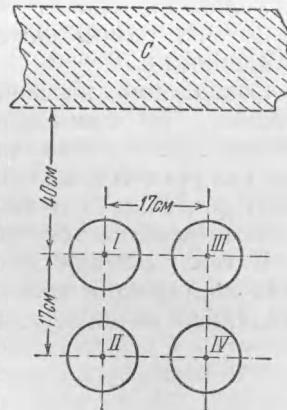


Рис. 1

Случайные совпадения, составлявшие заметную долю двойных совпадений, оценивались как радиотехническими способами, так и специально поставленными контрольными опытами и вычтены из данных, приведенных в табл. 1.

Основной опыт состоял в сопоставлении числа совпадений в ионизационных камерах, расположенных под слоем графита толщиной 50 г/см², с числом совпадений в камерах без поглотителя над ними.

Расположение камер показано на рис. 1. Полученные результаты сведены в первой и второй строках табл. 1.

Таблица 1

Вариант опыта	Число совпадений в час			
	двойные	тройные	четверные	всего
Без угля	4±0,6	2,3±0,4	2,4±0,4	8,6±0,8
Под графитом	7,3±0,8	3,6±0,5	3,6±0,5	14,5±1,0
Опыт с алюминием между камерами (с углем над ними)	9±1,3	4±0,7	2±0,6	15±1,6

Совпадения толчков в двух или нескольких ионизационных камерах могут вызываться ливнями из релятивистских частиц, одной или несколькими сильно ионизирующими частицами, проходящими сквозь стекни из одной камеры в другую, и генетически связанными расщеплениями.

Совпадения, вызванные ливнями из релятивистских частиц, можно отличить от совпадений, связанных с одновременным появлением сильно ионизующих частиц в нескольких камерах, путем сопоставления величин совпадающих толчков. В ряде работ (3-5) этим методом было показано, что на средних высотах основная часть совпадающих толчков вызывается сильно ионизирующими частицами.

В табл. 2 приведено значение величины K_s , характеризующей степень корреляции величины толчков в совпадении кратности s . K_s вычислялось по следующей формуле:

$$K_s = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \frac{\sum_{i=1}^s |\bar{n}_j - n_{ij}|}{1,2 s \sqrt{\bar{n}_j}} .$$

Здесь n_i — величина толчка в i -й камере, выраженная в числе релятивистских частиц, приходящихся на камеру; \bar{n} — средняя величина толчка для данного совпадения; N — число обработанных совпадений. Близость K_s к единице означает, что для данного совпадения различие величин импульсов между собой объясняется статистическими флуктуациями числа релятивистских частиц, приходящихся на одну камеру.

Приведенные в табл. 2 значения K_s занижены из-за ограниченности интервала величин измеряемых толчков. Это преуменьшение мало для четверных совпадений и значительно больше для двойных и тройных. Контрольные опыты показали, что для случайных совпадений $K = 2,1$, а для совпадений в раздвинутых камерах (все камеры распо-

* Коэффициент 1,2 получается при учете формы камеры и при замене квадратичного отклонения линейным.

Таблица 2

	Четверные совпадения	Тройные совпадения	Двойные совпадения
K_g в опытах без угля	1,1	1,9	2,0
K_g . . . с углем	1,1	1,8	2,0

ложены в горизонтальной плоскости с расстоянием в 1 м друг от друга), вызываемых широкими атмосферными ливнями, $K_4 \approx 1$.

Из этих данных следует заключить, что четверные совпадения в сдвинутых камерах, для которых $K \approx 1$, в основном вызываются ливнями из релятивистских частиц, а тройные и двойные как без угля над камерами, так и с углем над ними — малым числом сильно ионизующих частиц.

В работе (4) было показано, что совпадения толчков в нескольких ионизационных камерах в основном вызываются появлением вторичных ионизующих частиц в генетически связанных расщеплениях*.

Однако из того, что число совпадений, связанных с ядерными расщеплениями, увеличивается при помещении над установкой угля, еще нельзя сделать однозначного вывода о том, что частицы, вызывающие расщепления, появляются группами.

Дело в том, что сильно ионизующие протоны, проходящие через стеки из одной камеры в другую, могут сопровождаться одной или несколькими релятивистскими частицами. При наличии угля над установкой эти частицы попадают в камеры вместе с сильно ионизующей частицей, а без угля частицы успевают разойтись.

В связи с этим минимальная ионизация, которую должна создать сильно ионизующая частица для того, чтобы вызвать срабатывание установки, может оказаться различной с углем и без угля.

Для проверки этого предположения был поставлен опыт, в котором при наличии угля над установкой между верхней и нижней парами камер помещался плоский алюминиевый фильтр толщиной 5,5 г/см².

Используя известный из опытов с фотопластинками спектр протонов в „звездах“ (6), можно показать, что помещение фильтра между камерами должно привести в нашем случае к уменьшению в несколько раз числа прохождений протонов из одной камеры в другую (в интервале энергий протонов, соответствующем регистрируемым толчкам в камерах).

Аналогичное положение имеет место и для дейтонов и α -частиц. Результаты измерений приведены в третьей строке табл. 1. Из этих данных следует, что и при наличии угля над камерами основная часть совпадений вызывается генетически связанными расщеплениями.

Таким образом, мы приходим к выводу, что увеличение числа двойных и тройных совпадений при помещении угля над камерами обусловлено переходным эффектом плотности, а не какими-либо другими причинами.

Существование переходного эффекта плотности означает, что ядерно-активные частицы, вызывающие ядерные расщепления в стеках и газе камер, появляются группами, что, в свою очередь, устанавливает существование ядерно-каскадного процесса для частиц космических лучей сравнительно невысоких энергий.

* Работа (4) была нами повторена весной 1949 г. с улучшенной методикой. Результаты подтвердили вышеупомянутый вывод.

В заключение автор выражает благодарность акад. Д. В. Скобельцыну за обсуждение полученных результатов и Н. А. Добротину, руководившему данной работой.

Поступило
12 VII 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. Г. Биргер, В. И. Векслер, Н. А. Добротин и др., ЖЭТФ, **19**, 826 (1949).
² Г. Гуро, В. Николаев, Л. Разоренов и И. Чувило, ДАН, **67**, 623 (1949).
³ Н. А. Добротин и В. Ю. Цырлин, ДАН, **57**, 443 (1947). ⁴ В. Николаев, С. Никольский и А. Разоренов, ДАН, **65**, 481 (1949). ⁵ H. S. Bridge, W. E. Hasen, B. Rossi and R. W. Williams, Phys. Rev., **74**, 1083 (1948).
⁶ E. Bagge, Ann. d. Phys., **39**, 512 (1941).