

А. ХРИМЯН

О ГЕНЕРАЦИИ ПРОТОНОВ НЕЙТРАЛЬНОЙ КОМПОНЕНТОЙ КОСМИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

(Представлено академиком Л. Д. Ландау 26 IV 1952)

В 1949 г. А. Алиханян, М. Дайон и В. Харитонов ⁽¹⁾ показали, что в свинцовом блоке под действием нейтрального излучения возникают положительные частицы с массой, близкой к массе протона. Авторы объяснили появление сравнительно быстрых протонов как результат

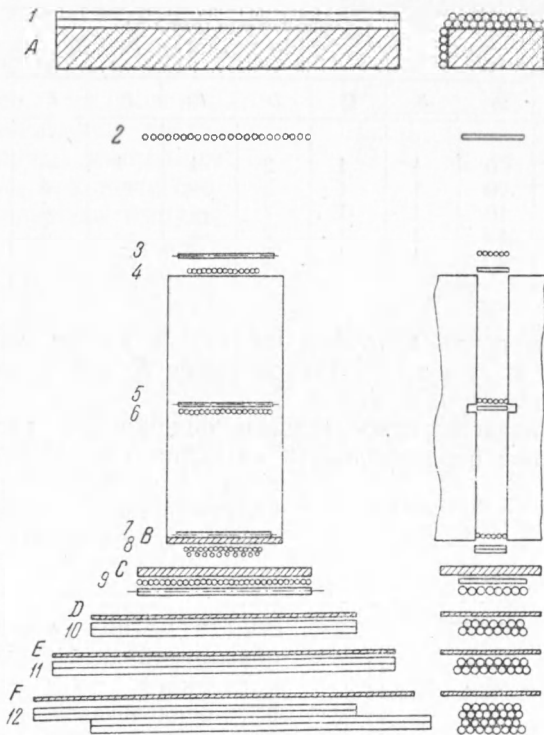


Рис. 1

перезарядки нейтронов большой энергии, входящих в состав космического излучения.

Настоящая работа посвящена дальнейшему изучению этого явления в более строгих условиях. Нами был использован большой масс-спектрометр Алагезской станции (3250 м). На рис. 1 показан разрез прибора в двух взаимно-перпендикулярных проекциях.

Импульс частиц определялся по трем точкам круговой траектории (эффективное поле 6850 эрст.) по координатам рядов 4, 6, 8. Ряды 8, 9, 10, 11, 12 позволяли определять пробег частицы, и для уменьшения пропусков каждый ряд состоял из двух слоев счетчиков. Координатные ряды 3, 5, 7 позволяли контролировать траекторию частицы в плоскости *B*. Нами были отобраны траектории таких частиц, которые: а) задели только по одному счетчику в рядах 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8; б) задели в рядах 3, 5, 7 счетчики, лежащие в одной плоскости (прямая в проекции *B*). Кроме того, траектория контролировалась по счетчикам рядов 2 и 9.

Таким образом, мы отбирали траектории частиц, имеющих по крайней мере 4 точки в проекции отклонения в 3 точки в перпендикулярной проекции. Случаи размножения в фильтрах *B* и *C* отмечались счетчиками рядов 8 и 9 и не использовались в настоящей работе. Счетчики группы 1 покрывали полностью фильтр *A*, и заряженные частицы, наблюдаемые в спектрографе и не вызвавшие срабатывания счетчиков ряда 1, рассматривались как генерированные в блоке *A* нейтральным излучением.

Толщина и материал фильтров, использованные в разных опытах, приведены в табл. 1, из которой видно, что частицы отбирались в интервалах пробегов: 1—2; 2—4; 4—5; 5—6 см свинца.

Таблица 1

Опыт	Толщина фильтров в см							
	С в и н е ц						Углерод	
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>E</i>	<i>F</i>
1	0	1	1	2	1	1	—	—
2	0	1	1	2	—	—	4	4
3	10	1	1	2	—	—	4	4
4	13	1	1	2	—	—	4	4
5	20	1	1	2	—	—	4	4

Ошибки в измерении импульса частицы в наших опытах обусловлены рассеянием в стенках счетчиков рядов 5 и 6 и геометрическими размерами счетчиков рядов 4, 6 и 8.

В табл. 2 приведены относительные ошибки для разных значений импульсов. Влияние неоднородности магнитного поля на точность измерения импульсов было учтено интегрированием уравнения движения частиц в заданном неоднородном поле для различных импульсов частиц и различных углов входа частиц в магнитное поле. Ошибки, обусловленные неоднородностью магнитного поля, не превышают 1%, если пользоваться эффективным полем 6850 эрст. (максимальное поле 7040 эрст.).

В настоящей работе весьма существенно было определить пропуск счетчиков ряда 1, которые могли бы привести к актам ложной генерации частиц в блоке *A*. Пропуски счетчиков ряда 1 определялись во время измерений непрерывно, по траекториям частиц жесткой компоненты, не вызвавших срабатывания ряда 1. Число таких случаев по отношению к потоку проникающих частиц дает верхний предел пропусков счетчиков ряда 1, так как частицы, на самом деле зарождаемые в блоке *A* нейтральной компонентой и

обладающие пробегом больше 6 см свинца, нами засчитывались как пропуски счетчиков ряда 1. Учитывая длительность измерений, мы считали наиболее целесообразным принять такой способ определения фона, так как при этом исключаются временные неисправности системы и, в частности, ряда 1 счетчиков.

На рис. 2 приведен спектр частиц, построенный в равномерной шкале масс через 300 m_e . Этот спектр включает в себя частицы, обладающие пробегом 1—6 см свинца, и был получен в опытах 3, 4 и 5. Заштрихованный спектр соответствует частицам, генерированным в свинцовом блоке А нейтральным излучением. Кривые 1 и 2 представляют собой гауссовы распределение для протонов, вычисленное согласно ошибкам, указанным в табл. 2. Кривые нормированы по числу частиц. Хорошее согласие экспериментального распределения с вычисленным позволяет утверждать, что генерированные частицы являются в подавляющем большинстве случаев протонами.

В табл. 3 даны результаты опытов 1—5 для протонов с пробегом 1—6 см свинца. Пропуски ряда 1 в опытах 3, 4, 5 были определены по положительным проникающим частицам, обладающим импульсом $3-9,5 \cdot 10^8$ эв/с, что почти совпадает с интервалом импульсов протонов, поглотившихся в промежутке 1—6 см свинца.

Из табл. 3 следует:

1. Число протонов уменьшается с увеличением толщины фильтра. Если исключить протоны, которые возникли в блоке от нейтронов, то число протонов с энергиями 80—240 Мэв уменьшается примерно в 4 раза при помещении блока свинца 20 см толщиной. Можно думать, что уменьшение числа протонов с энергиями 80—240 Мэв обусловлено ослаблением интенсивности протонов высоких энергий, входящих в блок А. В таком предположении медленные протоны, улавливаемые фильтром, могут служить мерой интенсивности быстрых протонов. Тогда из данных, приведенных в 7-й колонке табл. 3, можно заключить, что пробег быстрых протонов порядка 140—160 г/см² свинца.

2. Под 10—13 см свинца 25% всех протонов с энергиями

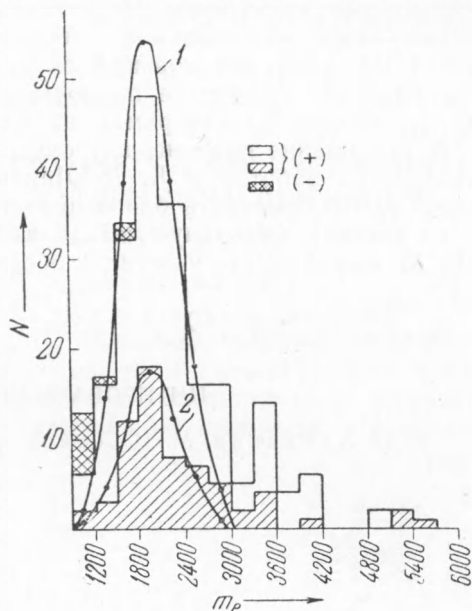


Рис. 2

Таблица 3

№№ опытов	Полное число одиноч. проник. частиц (+) и (-)	Полное число протонов	Число генерирован. протонов.	Вероятн. число случаев ложной генерации протонов	% протонов от одиноч. проник. частиц	% негенерирован. протонов от одиноч. проник. частиц	% генерирован. протонов от одиноч. проник. частиц
1, 2	11 000	231	8	6	2,1	2,1	—
3, 4	9 870	126	32	1,3	1,3	0,98	0,32
5	4 620	44	23	1,5	1,1	0,52	0,58

80—240 Мэв генерированы нейтральным излучением (нейтронами). Под 20 см свинца число генерированных протонов указанных энергий составляет половину всех протонов тех же энергий. Представляет большой интерес выяснить, сохраняется ли это соотношение при больших толщах вещества или равновесие наступает уже при толщах свинца 20 см. Из наших данных пока сделать прямого заключения нельзя.

В спектре рис. 2, кроме протонов, наблюдаются частицы, которым по импульсу и пробегу следует приписать массу порядка 3000—4000 m_e (дейтоны). Такие частицы наблюдаются и в спектре генерирования нейтральным излучением. Не исключено, однако, что эти частицы в заметном числе случаев представляют собой протоны с импульсом $10—14 \cdot 10^8$ эв/с, остановившиеся в фильтрах в результате ядерных столкновений. Выяснение природы этих частиц составляет отдельную задачу, выходящую за рамки настоящей работы.

В заключение приношу глубокую благодарность А. И. Алиханяну за руководство работой и Л. Д. Ландау за ценные замечания. Считаю своим долгом выразить благодарность В. Ш. Камалюну и М. И. Дайону за помощь, оказанную ими в измерениях, а также Н. И. Кочаряну и Г. М. Гарибяну за участие в обсуждении работы.

Физический институт
Академии наук Арм. ССР

Поступило
27 II 1952

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ А. И. Алиханян, М. И. Дайон и В. М. Харитонов, ЖЭТФ, 19, 739 (1949).