

А. В. ХРИМЯН

ИЗУЧЕНИЕ ПРОДУКТОВ ЯДЕРНЫХ РАСЩЕПЛЕНИЙ, ВЫЗВАННЫХ НЕЙТРАЛЬНОЙ КОМПОНЕНТОЙ КОСМИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

(Представлено академиком А. И. Алихановым 26 IV 1954)

В настоящей работе приводятся результаты магнитного анализа продуктов (импульсы больше $6 \cdot 10^8$ эв/с) ядерных расщеплений, вызванных быстрыми нейтронами космического излучения.

Еще в 1949 г. А. И. Алиханян, М. И. Дайон и В. М. Харитонов ⁽¹⁾ показали, что на высоте 3250 м над уровнем моря имеется интенсивный поток нейтронов высокой энергии, генерирующих в веществе протоны. В дальнейшем природа и спектр частиц, рожденных при взаимодействии нейтронов с веществом, исследовались в той же лаборатории при помощи масс-спектрометров ⁽²⁻⁴⁾. В этих работах, однако, рассматривались и анализировались только одиночные частицы, проходящие через спектрометр. Тем самым исключались, по крайней мере частично, продукты, возникающие в многолучевых звездах.

Природа быстрых продуктов звезд полностью не установлена. Это связано с невозможностью опознать методом фотопластинок π -мезоны и протоны с кинетическими энергиями больше 1100 и 800 Мэв, соответственно ⁽⁵⁾. Результаты, полученные при помощи камеры Вильсона ^(6, 7), еще недостаточны для разрешения этой задачи.

В настоящей работе был использован большой масс-спектрометр Арагацской станции (3250 м над уровнем моря) с полем 6850 эрст. Прибор состоял из масс-спектрометра и дополнительного годоскопического устройства. Конструкция прибора позволила наблюдать продукты как однолучевых, так и большинства многолучевых звезд. В работе приводятся результаты 5 серий измерений. Серии I, II, III проведены при помощи прибора, описанного в нашей работе ⁽⁸⁾ (прибор А); серии IV и V — при помощи прибора, разрез которого в двух взаимно-перпендикулярных проекциях представлен на рис. 1 (прибор Б).

В плоскости магнитного отклонения траектория частиц определялась по координатным рядам 9, 12, 14, 16, 18, 20, 23, в перпендикулярной плоскости — рядами 5—8, 10, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 22, 24—27. Ряды 6, 8, 10, 24—27 — двухслойные; счетчики, перекрывающие щели между координатными счетчиками, соединены параллельно. Звезда считалась генерированной в объемах В, С, D, E, F, если в рядах счетчиков 3, 4, 5, 6 не отмечалось прохождения заряженных частиц. Для каждого случая отдельно анализировалась траектория частиц на шаблоне и определялось место зарождения звезды, а также возможности генерации этой звезды заряженной частицей. Выбирались только случаи, когда пространственную картину прохождения частицы через прибор было возможно определить однозначно. При этом траектория прошедшей после частицы определялась не меньше 4 координатами в магнитном поле как в одной, так и в другой проекциях.

Одновременный пропуск рядов ГО1-ГО4, Г11 (прибор А) и 3, 4, 5, 6 (прибор В) был определен по частицам жесткой компоненты при измерениях без генераторов. Пропуски рядов меньше 10^{-3} .

Таблица 1

Опыт	Вещество	Генератор						Время измерения в час.
		A	B	C	D	E	F	
		толщина в см						
I	Pb	—	6	4	4			41
II	Pb	21	6	4	4			270
III	{ Pb	1	—	—	—			33
		C	18	6	4	4		
IV	Pb	—	7	6	5	4	3	400
V	Pb	—	7	6	—	—	—	80

Средняя квадратичная ошибка определения импульсов 10^9 и $5 \cdot 10^9$ эв/с составляет 10 и 50% соответственно. В табл. 1 приведена сводка проведенных опытов.

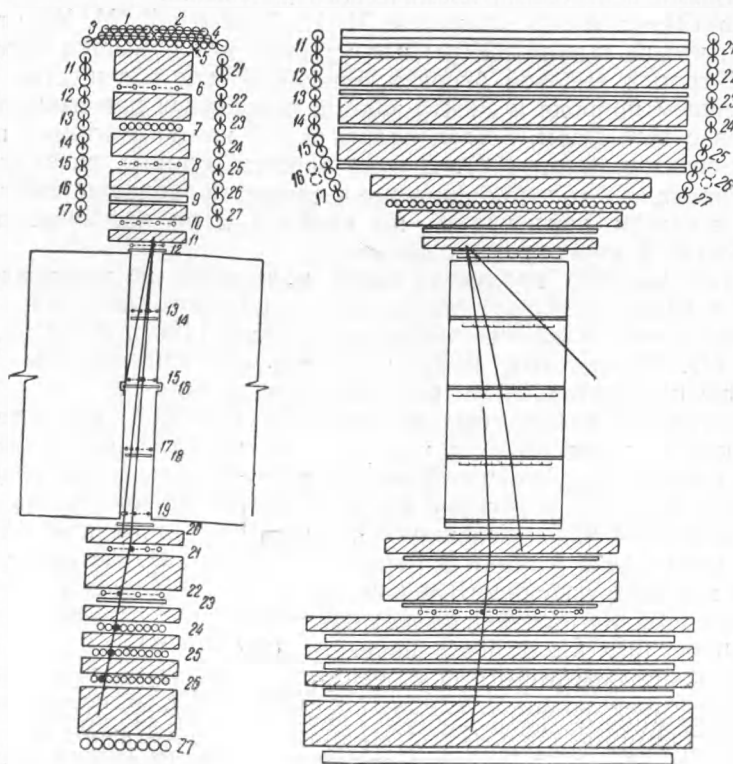


Рис. 1

В табл. 2 приведены результаты анализа звезд, генерированных нейтральной компонентой. Наблюдаемые продукты разделены по знаку заряда, а также по типу звезд (N — число наблюдаемых длиннопробежных частиц звезды).

Как видно из приведенных данных, среди одиночных, а также среди ливневых частиц наблюдается большой положительный избыток. Максимальное число π -мезонов среди продуктов звезд с $N > 2$ можно оценить, предполагая, что большинство наблюдаемых отрицательных частиц

Таблица 2

Опыт	Интервал импульсов	Тип звезды					
		$N > 2$		$N = 2$		$N = 1$	
		+	-	+	-	+	-
I, II	$6-50 \cdot 10^8$	15	2	12	2	61	3
III	$6-50 \cdot 10^8$	4	—	2	—	25	—
I, II	$10-50 \cdot 10^8$	10	—	9	1	26	1
IV, V	$10-50 \cdot 10^8$	27	8	19	1	54	2

является π^- -мезонами и число зарожденных π^+ -мезонов не больше числа π^- -мезонов. Из наших данных следует, что в одинаковом интервале

Таблица 3

Знак	Интервал импульсов эв/с	$N > 2$	$N = 2$	$N = 1$
—	$12-50 \cdot 10^8$	6	3	1
+	$12-50 \cdot 10^8$	28	18	59
—	$15-50 \cdot 10^8$	2	1	1
+	$15-50 \cdot 10^8$	21	11	27
	$> 50 \cdot 10^8$	8	1	3

импульсов π -мезоны не могут составлять больше 50% всех быстрых продуктов многолучевых звезд.

К такому заключению можно прийти, рассматривая звезды с $N = 2$, часть которых на самом деле могла быть многолучевыми звездами, остальные компоненты которых поглотились в самом генераторе.

Как было отмечено выше, в литературе имеется мало данных о природе ливневых частиц большой энергии (π — p -частицы). Эти частицы могут быть протонами и π -мезонами с кинетическими энергиями больше 800 и 1100 Мэв, соответственно.

В табл. 3 приведены данные из опытов I, II, IV, V, которые показывают, что если в звездах зарождается одинаковое число π^+ - и π^- -мезонов, то π -мезоны составляют не больше 50% π — p -частиц.

На рис. 2 приведены импульсные спектры частиц, зарожденных в звездах. Спектр *a* соответствует случаям, в которых, кроме одной частицы, зафиксированной магнитным спектрометром, наблюдались еще одна или несколько сопровождающих частиц. Спектр *b* составлен из одиночных частиц. Заштрихованными квадратами отмечены частицы, которые остановились в улавливающем устройстве. В спектре *b* большинство из них обладает импульсами меньше чем $7,5 \cdot 10^8$ эв/с и является протонами. По спектрам *a* и *b* наблюдалось всего 11 остановившихся частиц с импульсами $9-13 \cdot 10^8$ эв/с, причем 2 из них безусловно остановились в результате ядерных столкновений. Если допустить, что остальные 9 частиц остановились вследствие только ионизационных потерь энергий, то можно оценить максимальное число дейтонов и тритонов, возникающих в звездах. По грубой оценке их число не превышает 10—20% числа протонов, возникших в тех же звездах.

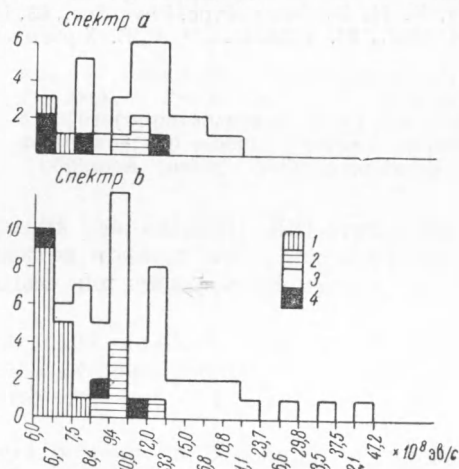


Рис. 2. Опыты I и II. 1 — протоны; 2 — дейтоны и тритоны (1 и 2 по пробегу и импульсу); 3 — плюс; 4 — минус

Результаты о составе компонент звезд, полученных нами, качественно согласуются с другими данными, полученными при помощи масс-спектрометров (²⁻⁴) и камеры Вильсона (^{6, 7}). Во всех этих работах был наблюден заметный положительный избыток среди продуктов ядерных расщеплений.

Выводы

1. Магнитный спектрометр может с успехом применяться для исследования продуктов звезд и определения их природы. Возможность определения знака заряда позволяет производить анализ продуктов звезд вплоть до очень высоких энергий, где фотометод не применим (π — p -частицы).

2. Среди продуктов ($P > 6 \cdot 10^8$ эв/с) однолучевых звезд, генерированных нейтральной компонентой, π -мезоны составляют не больше 5%.

3. Частицы тяжелее протона составляют не более 10—20% всех наблюдаемых генерированных частиц с импульсами большими $9 \cdot 10^8$ эв/с.

4. π -мезоны составляют 40—50% π — p -частиц. Оценка 66% числа π -мезонов среди π — p -частиц (⁵) завышена.

Автор выражает благодарность А. И. Алиханяну за интерес к работе и обсуждение результатов, а также В. Ш. Камалюну, Е. О. Григоряну и Г. Л. Гранбергу за помощь в работе.

Физический институт
Академии наук Арм.ССР

Поступило
2 III 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. И. Алиханян, М. И. Дайон, В. М. Харитонов, ЖЭТФ, 19, 739 (1949). ² А. Хримян, ДАН, 85, 75 (1952). ³ А. Дадаян, Г. Мерзон, ДАН, 86, 259 (1952). ⁴ М. И. Дайон, ДАН, 86, 1093 (1952). ⁵ U. Camerini, J. H. Davies et al., Phil. Mag., 42, 1241 (1951). ⁶ C. C. Butler, W. G. V. Rosser, K. H. Barker, Proc. Phys. Soc., 63, 145 (1950). ⁷ K. H. Barker, C. C. Butler, ibid., 64, 4 (1951). ⁸ А. В. Хримян, ДАН, 94, № 5 (1954).