

Член-корреспондент АН СССР А. АЛИХАНЯН и Г. МАРИКЯН

О ГЕНЕРАЦИИ БЫСТРЫХ ДЕЙТОНОВ В КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧАХ

В 1947 г., при исследовании спектра масс космического излучения на высоте 3200 м над уровнем моря методом магнитного анализа, были получены первые указания о наличии в космических лучах быстрых частиц, масса которых превышает массу протона (1). Однако наличие фона, обусловленного неионизирующими остановками протонов, и недостаточная разрешающая способность установки не позволили полностью разделить спектр масс в этой области и однозначно установить природу этих частиц.

Г. Марикианом было показано, что если одновременно с измерением импульса и пробега частиц определять их ионизирующую способность, то в «дейтонной области» ионизирующая способность частиц, остановившихся в улавливающем устройстве, оказывается больше, чем у протонов с импульсами, заключенными в тех же пределах (2). Далее в работе (2) было показано, что повышенная ионизирующая способность частиц, принадлежащих «дейтонной области», может быть объяснена наличием в спектре масс заметного числа быстрых дейтонов с энергиями в несколько сотен миллионов электрон-вольт.

В настоящей работе мы приводим результаты детального исследования спектра масс в области частиц с массами, превышающими массу протона. Измерения производились при помощи большого магнитного спектрометра, описанного в работе (3). Для достижения большей точности и разрешающей способности измерения производились в поле 14000 эрст. Одновременно с измерением импульса и пробега определялась ионизирующая способность частиц при помощи двух пропорциональных счетчиков, один из которых располагался в магнитном зазоре, непосредственно над 5-м рядом координатных счетчиков (4). Второй пропорциональный счетчик помещался между 5-м и 6-м рядами счетчиков. Ионизирующая способность частицы определялась по амплитуде импульсов, возникающих в пропорциональных счетчиках, и относилась к средней ионизирующей способности частиц жесткой компоненты. Подробное описание метода измерений ионизирующей способности и градуировка системы приведены в работах (4, 5).

Над магнитным спектрометром, на расстоянии 23 см от верхнего края полюсов, помещался блок свинца толщиной 9 см (одна серия измерений производилась с блоком свинца толщиной 4 см). В описываемых опытах мы имели возможность отмечать акты генерации частиц в блоке свинца нейтральной компонентой космического излучения. Для этого свинцовый блок сверху покрывался двумя слоями счетчиков, соединенных параллельно и приключенных к специальной неоновой ячейке. Заряженная частица, проходящая через этот ряд счетчиков, практически всегда вызывала его срабатывание. На 3000 проникающих μ -мезонов, проходя-

ших через магнитный спектрометр, наблюдалось не более одного случая несрабатывания этого ряда. Поэтому в спектре мягкой компоненты практически все частицы, не вызвавшие срабатывания указанного ряда, считались за генерированные в блоке свинца нейтральной компонентой.

В настоящей работе рассматриваются частицы, импульс которых превышал $5 \cdot 10^8$ эв/с, а пробег был заключен в пределах 3—4; 4—4,5; 4,5—5,0; 5,0—6,0 см свинца.

Отбор траекторий. Траектории, использованные при построении спектра масс, отбирались по следующим признакам: 1) в плоскости магнитного отклонения они должны были удовлетворять окружности;

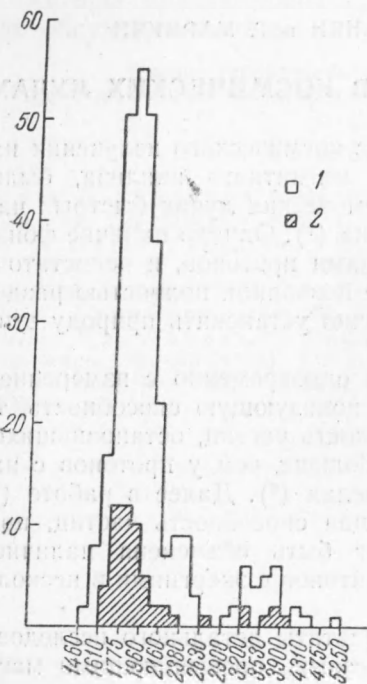


Рис. 1. 1 — одна частица, 2 — генерированная нейтральной компонентой

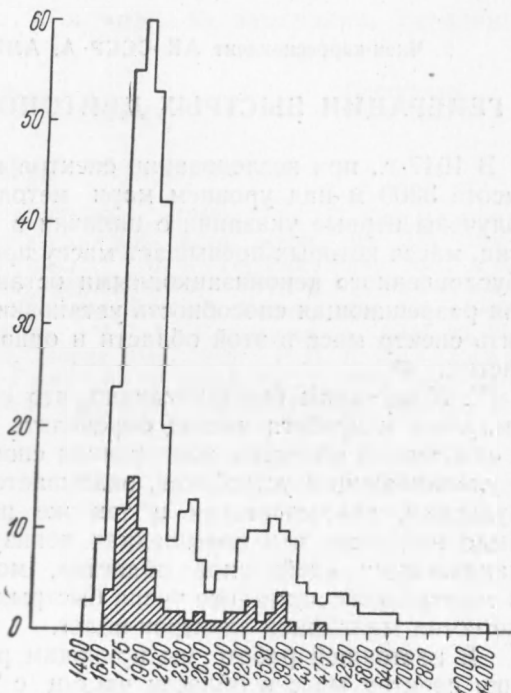


Рис. 2. Обозначения те же, что на рис. 1

2) в перпендикулярной плоскости траектории должны были укладываться на прямую линию вплоть до остановки в фильтрах; 3) траектории, сопровождающиеся дополнительными загораниями счетчиков улавливающего устройства или испытавшие рассеяние на угол больший, чем 10° , не использовались при построении спектра масс.

Таким образом, из спектра в значительной мере исключались частицы, остановившиеся в фильтрах вследствие ядерных столкновений.

Результаты измерений. На рис. 1 приведен спектр масс, построенный в соответствии с указанными условиями отбора траекторий. Заштрихованная часть спектра соответствует частицам, генерированным в блоке свинца нейтральным излучением (нейтронами). Как видно из рис. 1, в спектре наблюдается отчетливый максимум, обусловленный протонами, остановка которых произошла вследствие только ионизационных потерь энергии, и наряду с ним группа частиц, занимающая область масс от 2700 до 4700 m_e . Рассматривая траектории частиц этой группы, мы обнаружили, что около половины из них вызывали сильную ионизацию газа одновременно в обоих пропорциональных счетчиках (в 4—6 раз сильнее, чем быстрые μ -мезоны). Аналогичный результат

был получен Г. Марикином при помощи одного пропорционального счетчика (2).

Из импульса, пробега и ионизации следует, что эти частицы являются дейтонами с энергиями от 250 до 450 Мэв. Остальные частицы этой группы вызывали слабую ионизацию газа в обоих пропорциональных счетчиках и, очевидно, представляют собой протоны, остановившиеся в фильтрах в результате неионизационных потерь энергии. Такие остановки, по видимому, обусловлены перезарядкой протонов, образованием нейтронной звезды или, наконец, обычной звезды, поглотившейся в веществе фильтра.

Мы попытались построить спектр масс в интересующей нас области таким образом, чтобы по возможности полностью исключить протоны, остановившиеся в результате ядерных столкновений. Для этого мы построили спектр масс, приведенный на рис. 2, в который вошли траектории частиц, удовлетворявших указанным условиям отбора и, кроме того, вызвавших в обоих пропорциональных счетчиках ионизацию не меньше определенной, соответствующей массе частицы и ее остаточному пробегу.

Из кривой флуктуаций потерь энергии (6) известно, что лишь в очень небольшом числе случаев частица теряет энергию в газе меньше, чем 0,8 от вероятной. Это следует также и из экспериментальных данных С. Я. Никитина (7), В. М. Харитонова и др. (4, 5). Поэтому в спектр, приведенный на рис. 2, мы включили все траектории частиц, которые вызвали в обоих пропорциональных счетчиках ионизацию не меньше, чем 0,8 от вероятной ионизации, рассчитанной для частицы данной массы и заданного остаточного пробега.

Из рис. 2 особенно ясно следует, что в спектре масс, кроме протонов, присутствуют дейтоны, которые составляют около 10% от числа протонов в одном и том же интервале пробегов. Как видно из рис. 2, в наших условиях наблюдений удалось полностью разделить слабую дейтонную линию от интенсивной группы протонов.

Заштрихованная часть спектра на рис. 2 соответствует протонам и дейтонам, генерированным в свинце нейтральной компонентой, причем число дейтонов, возникших в свинце за счет быстрых нейтронов, составляет около $\frac{1}{4}$ всех зарегистрированных дейтонов. Следует думать, что такое же число дейтонов возникает в свинце за счет быстрых протонов. Таким образом, по крайней мере $\frac{1}{2}$ всех дейтонов, наблюдаемых в нашем опыте, возникала в блоке свинца непосредственно над установкой.

Из наших измерений можно грубо оценить эффективное поперечное сечение образования дейтонов при взаимодействии быстрых нейтронов с ядрами свинца. При оценке мы исходили из того, что дейтоны с энергиями 300—400 Мэв возникают от нейтронов, энергия которых превышает энергию дейтонов, и получили для эффективного поперечного сечения значение $\sim 0,2$ — $0,3$ от геометрического поперечного сечения ядра свинца. Необходимо заметить, что точность такой оценки весьма невелика и может служить только для определения порядка величины эффективного поперечного сечения.

З а к л ю ч е н и е

В результате проведенных измерений была четко выделена группа дейтонов и показано, что они составляют около 10% от числа протонов в одном и том же интервале пробегов. Было показано, что заметная часть дейтонов генерируется быстрыми нейтронами. Генерация дейтонов с энергиями 300—450 Мэв и в таком большом числе, как это наблюдается в наших опытах, представляет собой парадоксальный и весьма интересный факт, нуждающийся в дальнейшем экспериментальном и теоретическом исследовании.

В заключение приносим благодарность В. М. Харитонову и И. Я. Померанчуку за участие в обсуждении результатов и Г. И. Мерзону за помощь в измерениях.

Физический институт им. П. Н. Лебедева Академии наук СССР Поступило
Физический институт Академии наук Арм.ССР 2 IX 1952

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. Алиханян, А. Алиханов и др., ДАН, 58, 1321 (1947). ² Г. Марикян, ДАН, 85, № 2 (1952). ³ А. Алиханян, А. Дадаян и др., ДАН, 80, 37 (1951). ⁴ В. Харитонов, ДАН, 85, 71 (1952). ⁵ В. Харитонов, Г. Марикян, А. Алиханян, ДАН 80 201 (1951). ⁶ Л. Ландау, J. of Physics, 8, 201 (1944). ⁷ С. Никитин, ЖЭТФ, 18, 577 (1948).