Доклады Академии наук СССР
1955. Том 101, № 5

ФИЗИКА

М. И. ДАЙОН

О СТАБИЛЬНЫХ ЧАСТИЦАХ С МАССОЙ БОЛЬШЕЙ, ЧЕМ У ПРОТОНА, В КОСМИЧЕСКОМ ИЗЛУЧЕНИИ НА ВЫСОТЕ 3250 м НАД УРОВНЕМ МОРЯ

(Представлено академиком А. И. Алихановым 18 I 1955)

В последние годы в работах А. И. Алиханяна и А. И. Алиханова с сотр. и Н. М. Кочаряна с сотр. изучался вопрос о существовании в космическом излучении быстрых стабильных частиц с массой большей, чем у протона.

Трудность идентификации частиц в этой области спектра обусловлена тем, что в космическом излучении присутствует значительное количество быстрых протонов, которые из-за неионизационных катастрофических остановок могут в масс-спектрометре имитировать тяжелые частицы. Для определения массы частицы по импульсу и пробегу в улавливающем устройстве масс-спектрометра необходимо поэтому дополнительно иметь гарантию, что остановка частицы произошла из-за ионизационных потерь энергии, а не катастрофически.

В работах А. И. Алиханяна с сотр. 1949—1950 гг. независимая оценка ионизующей способности частиц производилась при помощи малоэффективных счетчиков. В 1952 г. А. И. Алиханян и Г. Марикян ([1]) на высоте 3250 м над уровнем моря при помощи большого магнитного спектрометра, дополненного двумя пропорциональными счетчиками, произвели более детальное, чем в предыдущих работах, исследование спектра масс в запротонной области (импульсы $>5\cdot10^8$ эв/c). Определение массы каждой частицы производилось двумя независимыми способами — по импульсу и пробегу и по импульсу и ионизации; в спектры масс включались только такие случаи, когда обоими способами получалось одинаковое значение массы частицы. Авторам удалось отчетливо отделить в спектре дейтронную линию от протонной и показать, что в интервале пробегов $3<R<6$ см Pb число дейтронов составляет $\sim10\%$ от числа протонов.

Работа Н. М. Кочаряна с сотр. ([2]) не позволяет, ввиду большого фона от неионизационных остановок протонов, сделать заключение о наличии в космическом излучении на высоте 1000 м над уровнем моря стабильных частиц более тяжелых, чем протон, хотя по нашему мнению, она не противоречит предположению о существовании таких тяжелых частиц, в частности дейтронов, в количестве 5—10% от протонов в тех же интервалах пробегов.

В настоящей работе производилось измерение спектра масс частиц при помощи построенного нами * в 1953 г. магнитного спектрометра, в котором улавливающее устройство заменено большой прямоуголь-

* Прибор построен М. И. Дайоном, В. М. Федоровым и Н. В. Шостакович.

ной камерой Вильсона с пластинами (размер освещенной части камеры $620 \times 280 \times 180$ мм). Впервые такое сочетание масс-спектрометра с камерой Вильсона меньшего размера ($400 \times 250 \times 120$ мм) было осуществлено в работе А. И. Алиханяна, В. Г. Кириллова-Угрюмова, Н. В. Шостакович и В. М. Федорова ([3]) в 1952 г. Схема нового прибора приведена на рис. 1. В нашей серии измерений (поле 6200 эрст.) над прибором помещался блок вещества 6 см Pb + 20 см C и регистрировались совпадения $1, 3, 5 - A$ (20% времени измерения) и $2, 4, 5 - A$ (80% времени измерения).

Импульс совпадения запускал блок управления камерой. После прохождения частицы в телескопе осуществлялось фотографирование

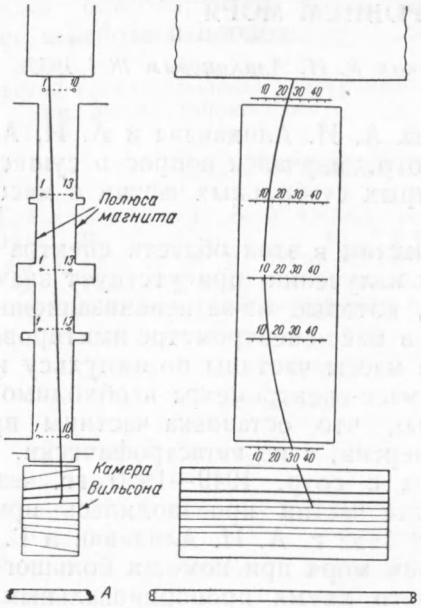


Рис. 1. Схема масс-спектрометра с камерой Вильсона

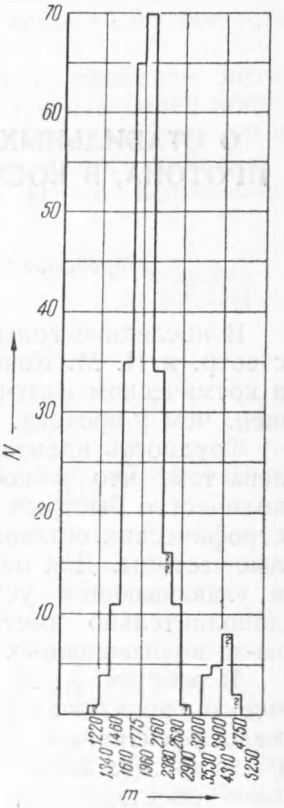


Рис. 2. Спектр масс

вспыхнувших неоновых лампочек годоскопической системы и одновременно другим фотоаппаратом — камеры Вильсона. В каждом случае по фотографии следа можно было заключить, имеет ли место ионизационная или катастрофическая остановка частицы в камере.

В случаях ионизационных остановок по кривизне траектории в магнитном поле и пробегу в камере вычислялась масса частицы.

На рис. 2 приведен спектр масс частиц с импульсом $p > 3{,}5 \cdot 10^8$ эв/c, остановившихся в пластинах внутри камеры из-за ионизационных потерь энергии. Пробег этих частиц заключен в интервале $15 < R < 35$ мм латуни. По оси абсцисс отложено значение массы, а по оси ординат — число частиц. Всего в этой серии измерений зарегистрировано 267 частиц. Из спектра видно, что подавляющее большинство из них — протоны (248 частиц); однако, кроме протонов, отчетливо выделяется группа частиц (19 частиц), масса которых соответствует массе дейтрона.

Число зарегистрированных дейтронов составляет ~ 7—8% от числа протонов в том же интервале пробегов, что в пределах статистических ошибок не отличается от результата, полученного в работе ([1]).

В той же серии измерений нами наблюдалось 104 неионизационных остановок частиц в камере. 101 из них приводила к образованию «звезд» в пластине, а в 3—4 случаях остановка в пластине слабо ионизующей частицы не сопровождалась вылетом других заряженных частиц.

На рис. 3 представлен импульсный спектр всех частиц, остановившихся в камере. Незаштрихованные столбики соответствуют частицам, которым по импульсу и ионизационному пробегу может быть приписана масса протона; заштрихованы случаи дейтронов. Все они вошли в спектр рис. 2. Зачерненные случаи соответствуют 104 неионизационно остановившимся частицам, в подавляющем большинстве быстрым протонам. Лишь небольшое число случаев может быть обусловлено быстрыми π^+-мезонами, так как (в этой области импульсов) нами наблюдалось всего 2 «звезды» от отрицательных частиц (вероятнее всего, π^--мезонов).

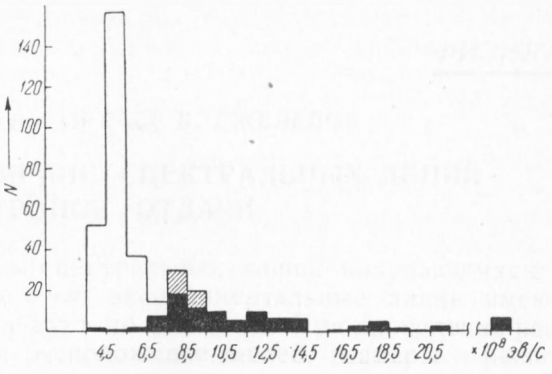


Рис. 3. Импульсный спектр частиц, остановившихся внутри камеры Вильсона

Не все случаи ядерного взаимодействия быстрых протонов регистрируются нашей установкой. В данной серии измерений не регистрировались случаи, когда заряженный продукт взаимодействия попадал в ряд счетчиков A.

Из спектра рис. 3 видно, что в интервале импульсов $7{,}5—9{,}5 \cdot 10^8$ эв/c зарегистрировано 19 дейтронов и 31 аномальный протон.

Можно себе представить следующий механизм имитации дейтрона в нашем приборе. Протон с импульсом $7{,}5—9{,}5 \cdot 10^8$ эв/c испытывает аномальное взаимодействие в верхней крышке камеры, а один из продуктов попадает в камеру и застревает в пластине. Число аномальных взаимодействий в крышке по расчету не намного меньше числа наблюдаемых в камере дейтронов (толщина верхней крышки камеры 12—15 мм латуни). Однако анализ 35 «звезд», наблюдаемых в камере в интервале импульсов $7{,}5—10{,}5 \cdot 10^8$ эв/c, показывает, что возникновение таких «звезд» в верхней крышке лишь очень редко может имитировать дейтрон (в нашей серии ~ 1), так как нами осуществлялось достаточно строгое «сшивание» в двух проекциях следа в камере с траекторией частицы в масс-спектрометре. Для уменьшения числа аномальных остановок в крышке при последующих измерениях в камере установлена верхняя крышка толщиной 8 мм Al.

Автор благодарит чл.-корр. АН СССР А. И. Алиханяна за дискуссию данных и В. М. Федорова за помощь в работе.

Физический институт им. П. Н. Лебедева
Академии наук СССР

Поступило
23 VIII 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] А. И. Алиханян, Г. Марикян, ДАН, **87**, № 2, 191 (1952). [2] Н. М. Кочарян, Г. С. Саакян и др., ЖЭТФ, **23**, 532 (1952). [3] А. И. Алиханян, В. Т. Кириллов-Угрюмов, Н. В. Шостакович, В. М. Федоров, ДАН, **92**, № 2, 255 (1953).