

Член-корреспондент АН СССР А. АЛИХАНЯН, А. ДАДАЯН,
Н. ШОСТАКОВИЧ, Г. АКОПЯН и М. ДАЙОН

О НОВОМ МАГНИТНОМ СПЕКТРОМЕТРЕ

В настоящей заметке мы приводим описание нового магнитного спектрометра большой разрешающей силы, установленного на высоте 3200 м над уровнем моря, предназначенного для измерений спектров импульсов и масс частиц, входящих в состав космического излучения.

Центральной частью нашего прибора является электромагнит весом 76 т, в зазоре которого были установлены ряды счетчиков малого диаметра, позволяющих определять координаты частиц в пространстве.

Длина полюсов электромагнита равна 100 см, ширина полюсов 30 см, а расстояние между полюсами 12 см. Максимальное получаемое поле 19000 гаусс. Схема опыта показана на рис. 1. 5 рядов координатных счетчиков в проекции *A* (1, 2, 3, 4, 5) и 5 рядов координатных счетчиков в проекции *B* (I, II, III, IV, V) позволяли фиксировать траекторию частицы как в плоскости отклонения частицы магнитным полем, так и в перпендикулярной плоскости. При выходе из магнитного поля ниже полюсов магнита были установлены еще 5 рядов счетчиков (VI, VII, VIII, IX, X), позволяющих и дальше следить за траекторией частицы в проекции *B*. Между нижними рядами счетчиков устанавливались улавливающие фильтры. Для улавливания частиц, могущих, вследствие рассеяния в фильтрах, выйти из телесного угла, охватываемого нижними рядами счетчиков, были установлены торцевые и боковые счетчики, как указано на рис. 1.

Каждый счетчик 1, 2, 3, 4 и 5-го рядов, а также каждый счетчик I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII и IX рядов был соединен со своим усилителем, снабженным неоновой лампочкой. Счетчики X ряда, а также торцевые и боковые счетчики тоже через усилитель подавались на неоновые лампочки. Таким образом мы могли не только определять пробег частицы, но и грубо оценивать угол рассеяния частиц в фильтрах.

Счетчики. Координатные ряды 1, 3 и 5 содержали по 49 медных счетчиков диаметром 4,6 мм, длиной 120 мм и с толщиной стенок 0,1 мм.

2-й ряд содержал 26 алюминиевых счетчиков диаметром 8 мм, длиной 120 мм и с толщиной стенок 0,12 мм. 4-й ряд содержал 29 медных счетчиков диаметром 7,6 мм, длиной 120 мм и с толщиной стенок 0,1 мм. I и V ряды содержали по 11 медных счетчиков диаметром 10 мм, длиной 280 мм и с толщиной стенок 0,12 мм. II, III и IV ряды содержали по 11 алюминиевых счетчиков диаметром 8 мм, длиной 280 мм и с толщиной стенок 0,12 мм. VI, VII, VIII, IX и X ряды состояли из медных счетчиков диаметром 20 мм и длиной 450, 700 и 900 мм, расположение их и число указаны на рис. 1.

Фильтры. Непосредственно над V рядом счетчиков устанавливался фильтр 4 см С; между V и VI рядами фильтр 8 см С; между VI и VII—4 см С; между VII и VIII—2 см С; между VIII и IX—2 см С и, наконец, между IX и X рядами—4 см С. Частицы, дававшие отметку в X ряду, имели пробег больше 24 см С (что соответствует 6 см свинца) и относились нами к жесткой компоненте.

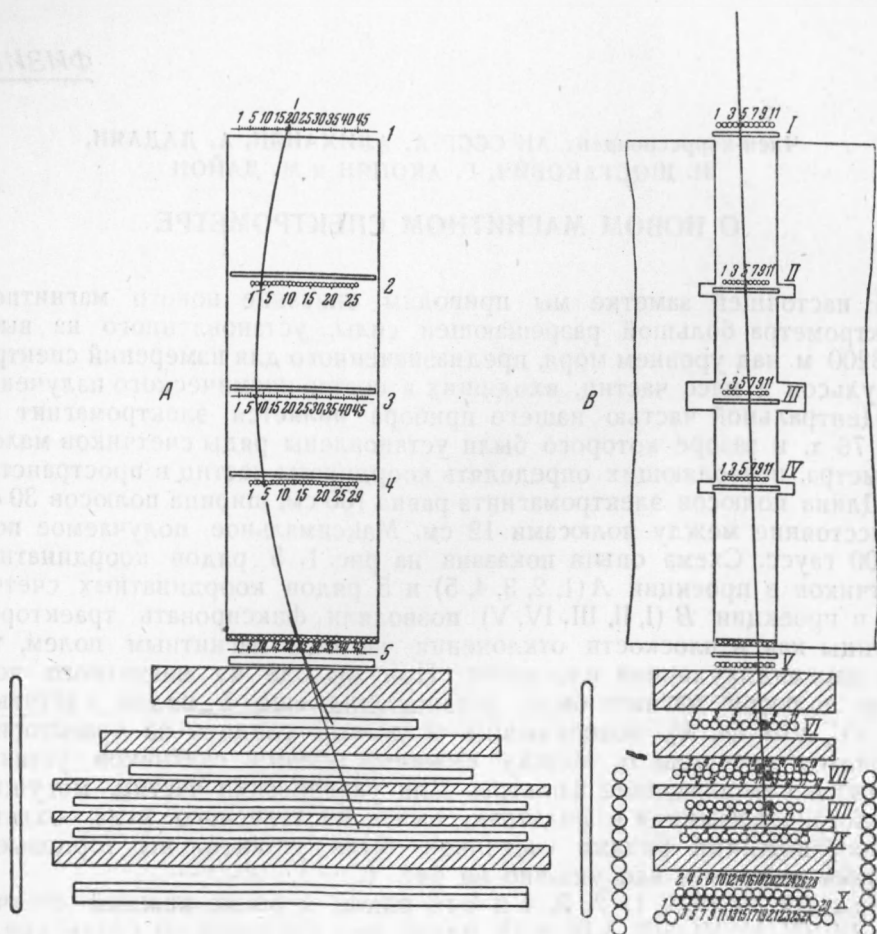


Рис. 1

Над всей установкой на расстоянии 20 см от верхнего края полюса магнита помещался свинцовый экран 10 см толщины.

Пример траектории частицы, остановившейся между VII и VIII рядами, показан на рис. 1.

Радиотехническая схема выделяла тройные совпадения 1, 3 и 5-го рядов счетчиков с разрешающей способностью $\sim 10^{-6}$ сек.

Возможность следить за частицей по нескольким точкам в обеих проекциях позволяет отбирать совершенно достоверные траектории одиночных частиц. Правильной мы считали такую траекторию, которая в проекции B давала прямую линию. В эффективности такого отбора можно убедиться, проанализировав пути частиц при отсутствии магнитного поля. В этом случае все частицы, удовлетворяющие прямой в проекции B, должны дать прямолинейные траектории и в проекции A.

Анализ траекторий жестких и мягких частиц в поле 200 гаусс показал, что практически все удовлетворяющие нашему принципу отбора частицы ложатся на прямую линию в проекции А.

Небольшое число частиц, дающих некоторую кривизну, обусловлено рассеянием в стенках счетчиков центрального ряда. Максимальная ложная кривизна, полученная для частиц, застрявших в фильтрах, не превышает $0,1 \text{ м}^{-1}$ (1 случай на 100), что соответствует радиусу кривизны 10 м^* .

Минимальный радиус кривизны окружности, которая может быть вписана в наш прибор, равен 80—90 см. В наших опытах мы измеряли кривизну траекторий частиц при поле 6400, 9200 и 10 500 гаусс.

В поле 6400 гаусс μ -мезоны с пробегом 6 см свинца имели радиусы кривизны $\rho = 1 \text{ м}$ и регистрировались с небольшой светосилой. В поле 9200 и 10 500 гаусс такие мезоны системой не регистрировались вовсе. При поле 10 500 гаусс протоны с импульсами, равными $5-7 \cdot 10^8 \text{ эв/с}$, имели $\rho \approx 2 \text{ м}$. Таким образом, ложная кривизна, обусловленная рассеянием, составляет небольшую поправку к истинной кривизне траектории частицы, не превышающую нескольких процентов.

Неточность в определении импульса частицы в нашем приборе обусловлена двумя причинами: конечными геометрическими размерами счетчика и кулоновским рассеянием частицы в стенках счетчиков.

Расчет показывает, что совокупность этих ошибок приводит к ошибке $\Delta\rho/\rho = 3,6\%$ для $\rho = 1 \text{ м}$ (для μ -мезонов) и $\Delta\rho/\rho = 4,2\%$ для $\rho = 2 \text{ м}$ (для протонов).

При измерениях в поле 10 500 гаусс было зарегистрировано 117 положительных частиц в импульсном интервале $5-7 \cdot 10^8 \text{ эв/с}$ застрявших в фильтрах ниже VI ряда. Вычисление массы этих частиц производилось по кривой Росси и Грайзена. Полученное распределение показано на рис. 2.

Как видно из этого рисунка, значения полученных масс группируются около значения массы протона, так что максимальный разброс не превышает 20%. Полуширина максимума равна $180 m_e$ в хорошем согласии с ожидаемым по расчету, основанному на учете ошибок вследствие рассеяния, геометрических размеров счетчиков и неопределенности пробега. На рис. 2 пунктиром нанесено гауссовское распределение, вычисленное исходя из $(\Delta m / m)_{\text{полное}} \sim 10\%$.

Полученный спектр протонов показывает, что новый магнитный спектрограф действительно обладает большой разрешающей способностью и дает возможность разделять частицы с массами $\leq 1000 m_e$ от протона.

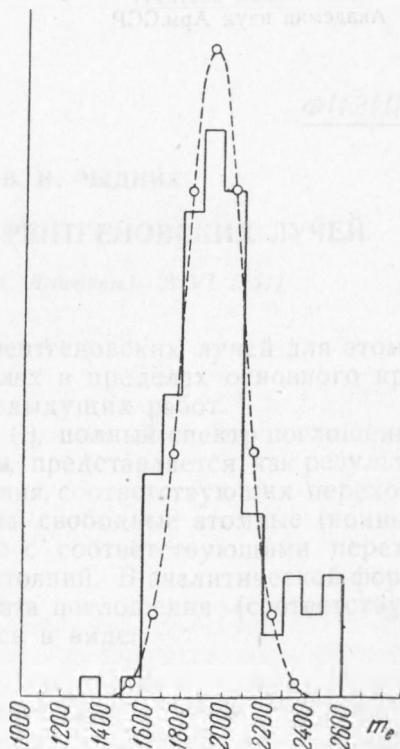


Рис. 2

* При наличии магнитного поля такие траектории могут быть опознаны, так как в проекции А, как правило, не лягут на окружность.

Полученный результат показывает, что хвост распределения протонов практически исчезает при значении масс $1400 m_e$.

За все время измерений в этой области импульсов не было зарегистрировано ни одной траектории частиц отрицательного знака, поглотившихся в фильтрах.

Физический институт
Академии наук Арм.ССР

Поступило
4 VII 1951



В работе описаны результаты измерения масс протонов в области импульсов от $100 m_e$ до $2000 m_e$. В области масс от $100 m_e$ до $1400 m_e$ наблюдается распределение протонов, которое имеет вид ступенчатой функции с несколькими максимумами. При массе $1400 m_e$ распределение протонов практически исчезает. В области масс от $1400 m_e$ до $2000 m_e$ не наблюдается протонов.

Измерения проводились с помощью прибора, позволяющего измерять импульсы протонов с высокой точностью. Результаты измерений показали, что распределение протонов в области масс от $100 m_e$ до $1400 m_e$ имеет вид ступенчатой функции с несколькими максимумами. При массе $1400 m_e$ распределение протонов практически исчезает.

В работе описаны также результаты измерения масс протонов в области импульсов от $100 m_e$ до $2000 m_e$. В области масс от $100 m_e$ до $1400 m_e$ наблюдается распределение протонов, которое имеет вид ступенчатой функции с несколькими максимумами. При массе $1400 m_e$ распределение протонов практически исчезает.