

Член-корреспондент АН СССР А. АЛИХАНИЯН, академик А. АЛИХАНОВ
и А. ВАЙСЕНБЕРГ

О СУЩЕСТВОВАНИИ ЧАСТИЦ С МАССОЙ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ МЕЖДУ МАССОЙ МЕЗОТРОНА И ПРОТОНА

Исследования, проведенные нами с 1942 по 1946 г., показали, что на высоте 3250 м в составе мягкой компоненты, наряду с электронами, наблюдаются частицы, по своим свойствам резко отличающиеся от электронов и мезотронов. Существование такой группы частиц было нами непосредственно доказано с помощью ионизационного телескопа, и эта группа была названа „третьей компонентой“ (1).

Было обнаружено (2), что эти частицы ионизуют газ в 2—3 раза сильнее, чем релятивистские частицы, и поглощаются полностью 4—5 см свинца. Число этих частиц составляет около 15% от интенсивности жесткой компоненты.

Еще в 1945 г. на горе Алагез, пропуская узкий пучок космических лучей через сильное и протяженное магнитное поле, мы обнаружили (3), что в прошедшем пучке остается значительное количество частиц, мало отклоняемых в магнитном поле и поглощаемых 5 см свинца. Это привело нас к мысли, что эти частицы тяжелее мезотронов и, возможно, являются протонами.

Летом 1946 г. мы продолжили наши опыты с целью выяснить природу этих частиц. Для этого мы построили систему из счетчиков, позволяющую измерять кривизну траектории частиц и одновременно определять их пробег (рис. 1).

Установка представляла собой телескоп, состоящий из трех рядов счетчиков. Каждый ряд содержал по 10 счетчиков малого диаметра. Первые два ряда счетчиков, отставленные друг от друга на расстояние 50 см, помещались над щелью большого постоянного магнита. Третий ряд счетчиков помещался под щелью магнита. Расстояние между полюсами магнита равнялось 8 см, ширина полюсов 12 см, протяженность магнитного поля 50 см и напряжение поля равнялось 3840 эрстед.

Под третьим рядом помещались блоки свинца различных толщин. Под блоком свинца размещалась четвертая группа счетчиков, соединенных параллельно, позволяющая отмечать частицы, прошедшие через свинец.

Каждый счетчик первых трех групп был присоединен к своей неоновой лампочке так, что, фотографируя вспышки неоновых ламп на киноленту, мы могли определить координаты для каждой отдельной частицы*.

Четвертая группа давала одну отметку на киноленте.

* Этот метод измерения отклонений с помощью фотографирования вспышек неоновых лампочек был предложен С. Я. Никитиным.

Первые две группы счетчиков, расположенные над магнитом, определяли направление проходящей частицы, а третья группа позволяла измерить величину отклонения, которое испытывает частица, проходя магнитное поле.

В наших условиях опыта частица, обладающая импульсом $1 \cdot 10^6$ гаусс·см, отклонялась на 5 см, причем точность определения импульса составляла 20%.

Рассматривая спектр мезотронов, прошедших свинцовую пластинку 5,4 см, мы нашли, что спектр отклонений оканчивается около 10 см отклонения. Это соответствует $0,6 \cdot 10^6$ гаусс·см.

Вычисленное минимальное значение импульса мезотрона, еще способного пройти 5,4 см свинца, оказывается равным $0,58 \cdot 10^6$ гаусс·см, что прекрасно согласуется с наблюдаемым значением. Этот результат

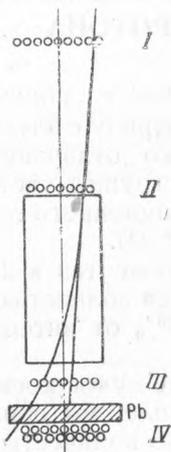


Рис. 1

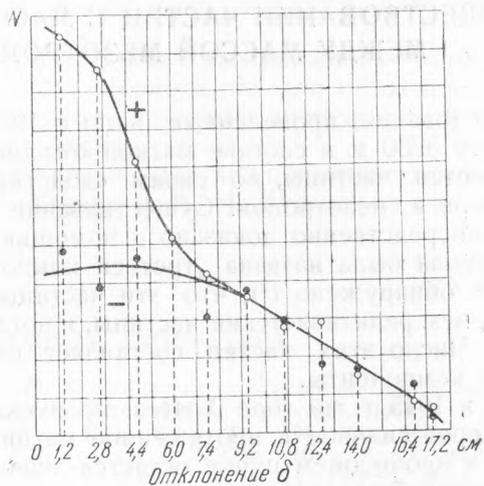


Рис. 2

служит хорошим доказательством пригодности разработанной нами системы для измерений спектров быстрых космических частиц.

Анализируя далее результаты, мы обнаружили, что наблюдается большое число частиц, поглощаемых 5,4 см свинца и при этом так же слабо отклоняемых магнитным полем, как и мезотроны, прошедшие через этот же фильтр. Сопоставление кривизны траекторий этих частиц с их пробегом показывает, что эти частицы обладают массой, заметно большей массы мезотронов. Число таких частиц составляет на высоте 3250 м 10—12% от числа мезотронов. Спектр отклонений этих частиц показан на рис. 2. При уменьшении толщины фильтра от 5,4 см до 3,8 см число и спектр поглощенных частиц почти не изменились.

Изучая природу этих частиц, мы провели большую серию измерений с различным расположением фильтров разных толщин и из разных материалов. Так, например, помещая 2,4 см свинца над третьей группой счетчиков и 3 см свинца между третьей и четвертой группами счетчиков, мы видели, что частицы, прошедшие первый фильтр, застревают во втором фильтре. Из этих опытов следует, что частицы с импульсами от $1,8 \cdot 10^6$ и меньшими не являются протонами, так как протоны с такими импульсами не способны пройти через 2,4 см Pb. Этот вывод, впрочем, следует из наличия частиц обоих знаков заряда. В этом же опыте, заменив свинцовый фильтр 3-см на латунный фильтр 4 см, мы получили тот же результат. В этом интервале пробегов 2,4—5,4 см наблюдалось заметное число частиц с импульсом от $0,75 \cdot 10^6$

до $2 \cdot 10^6$ гаусс·см. Отсюда следует, что массы этих частиц лежат в пределах от 250 до 2000 m_0 . Более точно определить спектр масс нам пока не удалось.

Частицы с такими массами, обладающие импульсом в указанном интервале, должны обладать удельной ионизацией в 1,5—3 раза большей, чем у релятивистских частиц. В первоначальных опытах с ионизационным телескопом мы как раз и наблюдали в мягкой компоненте частицы с удельной ионизацией 2—3.

Опыты с ионизационным телескопом были тщательно повторены в 1946 г. С. Я. Никитиным, и полученный им дифференциальный спектр ионизации частиц показал наличие трех групп частиц: 1) мезотронов, 2) электронов, 3) частиц с удельной ионизацией 1,5—3 от релятивистской. Это хорошо согласуется с результатами магнитного анализа.

Чтобы исключить возможное искажение результатов, вносимое электронами, имеющими импульсы в этом интервале, было проделано много опытов, доказавших, что электроны не вносят искажений в спектр, показанный на рис. 2.

Так, располагая свинцовые пластинки 2,4 и 3 см, как было описано выше, мы видим, что наблюдаемые нами частицы с импульсами от $0,7 \cdot 10^6$ до $2 \cdot 10^6$ гаусс·см не могли быть электронами, так как в этом случае они обязательно прошли бы через свинцовую пластинку 3,0 см или латунную пластинку 4,0 см и попали бы в жесткую компоненту. Кроме того, мы заметили, что подавляющее большинство частиц, проходящих через 2,4 см свинца и застревающих в 3 см, не претерпевало размножения. На 100 частиц, прошедших сквозь фильтр 2,4 см Рb, расположенный непосредственно над третьей группой счетчиков, только в 10—12 случаях наблюдался выход из этой пластинки больше чем одной частицы.

Наконец, мы поместили пластинку 2,4 см Рb под второй группой счетчиков в начале магнитного поля. В этом случае можно показать, что электроны с импульсами от $0,7 \cdot 10^6$ до $2 \cdot 10^6$ гаусс·см, в небольшом количестве присутствующие в воздухе, проходя через пластинку, в подавляющем большинстве случаев будут сильно замедляться в результате размножения и отсеиваться магнитным полем. Л. Д. Ландау показал, что количество электронов в интересующем нас интервале импульсов от введения такой пластинки уменьшится, по крайней мере, в 10—12 раз. Опыт показал, что наблюдаемые нами частицы практически не изменились в числе. Это еще раз убеждает в том, что они — не электроны.

Очень важно было также доказать, что в нашей системе не играли роли посторонние частицы, ливни, могущие попасть извне, а также выяснить, не искажаются ли результаты рассеянием частиц от полюсов магнита. Для этого мы на каждом полюсе расположили по четыре счетчика, соединенных с одной неоновой лампочкой. Счетчики были расставлены так, что каждая частица, попадающая на полюса или отраженная от полюсов, обязательно задела бы один из счетчиков и зарегистрировалась вспышкой. Наконец, во второй группе счетчиков мы отключали по три счетчика с каждой стороны. С таким строго канализированным пучком, проходящим в центральной области магнитного поля, мы получили тот же спектр тяжелых частиц, что и на рис. 2.

Еще один опыт заслуживает упоминания здесь.

В том случае, когда над всем телескопом помещался фильтр 5,4 см Рb, число мягких частиц резко падало. Почти все без исключения частицы, имеющие импульсы в интервале от $2 \cdot 10^6$ до $0,7 \cdot 10^6$ гаусс·см, теперь оказывались в состоянии пройти через фильтр 5,4 см Рb.

Из совокупности полученных данных мы приходим к заключению, что в составе космических лучей существуют частицы, массы которых больше массы мезотронов и меняются в интервале от массы мезотрона, во всяком случае, до массы протона. Есть основание считать, что среди этих частиц некоторые имеют массу больше массы протона. Мы предлагаем назвать эти частицы варитронами.

В общей сложности нами было наблюдеено более 4000 варитронов, причем количество положительных из них оказывается в 1,7 раза больше, чем отрицательных.

На высоте 3250 м над уровнем моря число варитронов составляет около 10⁰/₀ от числа мезотронов.

Подробно работа будет опубликована в Journal of Physics.

В заключение приносим благодарность нашим сотрудникам В. Харитонову и М. Дайону, принимавшим деятельное участие в этой работе.

Поступило
23 I 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ A. Alichanow and A. Alichanian, J. of Physics, **9**, 73 (1945); А. И. Алиханов, Изв. АН СССР, сер. физ., **9**, № 3 (1945). ² A. Alichanian, A. Alichanow and S. Nikitin, J. of Physics, **9**, 167 (1945). ³ A. Alichanian, A. Alichanow, S. Nikitin and A. Weissenberg, J. of Physics, **10**, 294 (1946).