

Член-корреспондент АН СССР А. АЛИХАНЯН, В. КИРИЛЛОВ-УГРЮМОВ,
Н. ШОСТАКОВИЧ, В. ФЕДОРОВ и Г. МЕРЗОН

НАБЛЮДЕНИЕ ОСТАНОВОК ЧАСТИЦ С МАССАМИ 500—600 m_e

В работах 1950—1951 гг. (¹, ²), измеряя импульс и пробег частиц при помощи магнитного спектрометра, мы получили спектр масс частиц космического излучения в интервале 200—2000 m_e (варитронов). В этом спектре частицы с массой 500—600 m_e были выделены в отдельную спектральную линию, четко разделенную от π -мезонов и тяжелых мезонов с массой $\sim 1000 m_e$. В последующих работах (³, ⁴) нам удалось произвести определения массы этой группы частиц по импульсу и ионизации, создаваемой ими в газе пропорциональных счетчиков.

Здесь мы приводим предварительные результаты наблюдений остановок частиц с массой 500—600 m_e в камере Вильсона, соединенной с магнитным спектрометром. На рис. 1 приведена схема прибора в двух взаимно-перпендикулярных проекциях. Прямоугольная камера Вильсона размерами 400 \times 250 \times 120 мм устанавливалась под магнитным спектрометром. Внутри камеры были расположены 8 медных пластин толщиной 3 мм и одна свинцовая толщиной около 13 мм.

Установка срабатывала в том случае, когда частица, проходящая через магнитный спектрометр, вызывала разряды в счетчиках рядов 2, 4, 5 и VI, при отсутствии разрядов в ряду A (антисовпадения).

Импульс частицы определялся по кривизне траектории в магнитном спектрометре, а пробег — по количеству вещества, пройденного частицей после выхода из зазора магнита до остановки. Над установкой помещался блок свинца толщиной 6 см и слой парафина ~ 30 см.

Определяя плотность следа частицы по мере прохождения медных пластин вплоть до полной остановки, можно было установить ионизационный характер торможения, испытываемого частицей, и выделить случаи внезапных остановок, обусловленных ядерным взаимодействием с веществом фильтра. Дополнительным критерием ионизационного характера торможения частицы в фильтрах служило также сравнительно небольшое рассеяние, которое испытывала частица по мере прохождения пластин (в пределах угла многократного рассеяния).

В ряде случаев, когда частица останавливалась в освещенной области камеры, удавалось обнаружить быстрые вторичные частицы, являющиеся продуктами распада первичной. Так например, в $1/4$ случаев остановок μ^+ -и π^+ -мезонов наблюдался тонкий след электрона, выходящий из места остановки первичного мезона и проходящего не более 2—3 медных пластин.

Наряду с μ^- и π^- -мезонами мы обнаружили несколько случаев остановки частиц с массой около 550 m_e .

На рис. 2 приведен один из таких случаев (траектория этой частицы в магнитном спектрометре и камере показана на рис. 1). Положительная частица с импульсом $P = 2,16 \cdot 10^8$ эв/с останавливается в 3-й пластине.

Из места остановки выходят два следа, один из которых доходит до 4-й пластины. Второй след испытывает в 4-й пластине размножения, причем оба следа оканчиваются в 5-й пластине.

Первичная частица доходит до 3-й пластины без заметного рассеяния и, судя по плотности ионизации, следует полагать, что у нее $\beta \sim 0,3$. При начальном импульсе, равном $2,16 \cdot 10^8$ эв/с, и указанном значении β первичная частица не может быть π -мезоном. Слабое рассеяние в пластинах и возрастающая плотность ионизации к концу пробега служат убедительным доводом в пользу ионизационного механизма торможения первичной частицы. Масса этой частицы, определенная по измеренным импульсу и ионизационному пробегу, оказалась равной $525 \pm 50 m_e$. По характеру следа вторичные частицы следует приписать к электронам.

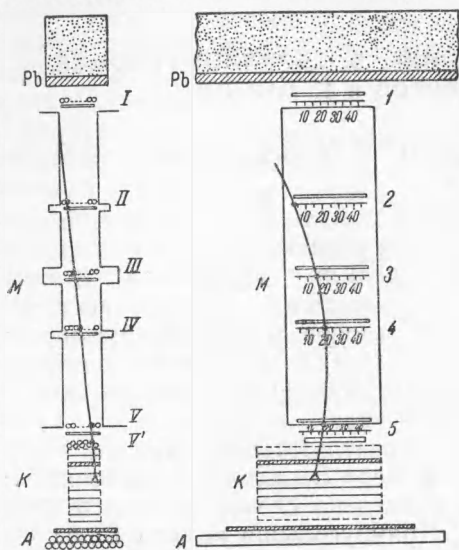


Рис. 1

Аналогичный случай остановки частицы приведен на рис. 3 а. Положительная частица с импульсом $2,30 \cdot 10^8$ эв/с останавливается в 5-й пластине. Слабое рассеяние и увеличивающаяся плотность ионизации по мере приближения частицы к концу пробега доказывает ионизационный механизм торможения в фильтрах. Величина массы первичной частицы, определенная по импульсу и пробегу, оказалась равной $510 \pm 80 m_e$.

На рис. 3 а видно, что в месте остановки частицы выходят два следа, плотность которых заметно меньше плотности следа первичной частицы в предыдущих отсеках. Обе вторичные частицы доходят только до 7-й пластины, причем одна из них испытывает в 6-й пластине сильное рассеяние на угол 90° . При этом плотность обоих вторичных следов практически не изменяется при прохождении через пластины и перед самым концом пробега близка к минимальной, соответствующей релятивистской частице. Исходя из этого, мы заключаем, что вторичные частицы являются быстрыми электронами.

Мы попытались произвести оценку массы первичной частицы по ионизации, вызываемой ею в газе между 3-й и 4-й пластинами, и остаточному пробегу. Понятно, что такое определение может привести только к грубой оценке массы, которая оказалась равной $500 \pm 150 m_e$. При этой оценке плотность следов вторичных частиц принималась нами за минимальную. На рис. 3 б приведен еще один пример остановки частицы с последующим испусканием пары электронов. В этом случае импульс первичной частицы был определен с меньшей точностью и оказался равным $2,9 \cdot 10^8$ эв/с. Знак заряда частицы — положительный. Ионизационный характер торможения первичной частицы не вызывает сомнений. Два тонких следа с плотностью ионизации, соответствующей минимальной ионизации, являются продуктами распада первичной частицы в 4-й пластине и представляют собой быстрые электроны.

Масса частицы, определенная по импульсу и пробегу, оказалась равной $650 \pm 150 m_e$, а по ионизации и остаточному пробегу — около $700 \pm 250 m_e$.

Кроме приведенных здесь случаев остановок частиц с массой $500-600 m_e$, мы наблюдали еще 2 случая остановки таких частиц с испусканием пары электронов. Наряду с ними мы зарегистрировали две

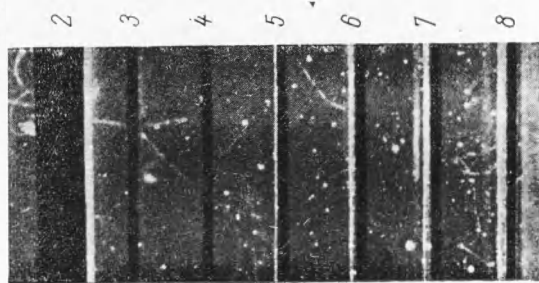
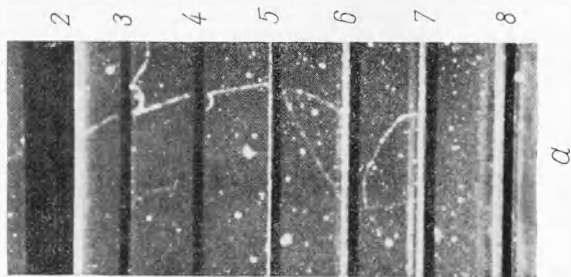
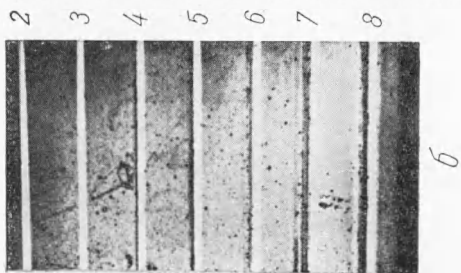
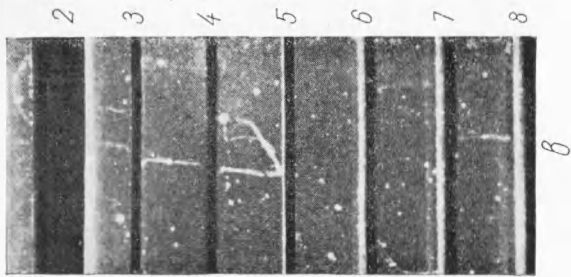


Рис. 3

Рис. 2

положительные частицы с массами 500—600 m_e , у которых после остановки было замечено испускание только одного электрона.

Особый интерес представляет один случай остановки, показанный на рис. 3 в. Первичная частица останавливается в 5-й пластине, из которой выходит вторичная, очень медленная частица, испытывающая сильное рассеяние в газе. След этой частицы заканчивается в заднем стекле камеры. Судя по очень большой плотности ионизации и рассеянию в газе, следует думать, что вторичная частица является очень медленным мезоном.

Масса первичной частицы (знак положительный), определенная по импульсу и пробегу, равна $650 \pm 100 m_e$.

Приведенные выше случаи указывают на то, что остановки положительных частиц с массой 500—600 m_e часто сопровождаются испусканием пары электронов. Уже по этому признаку их можно надежно отличить от π^+ -мезонов, при остановке которых в наших условиях наблюдалось испускание только одного электрона (π^+-e -распад).

Энергия электронов, образующих пару, можно оценить лишь очень грубо, сравнивая их пробег в медных пластинах с пробегом электронов распада π^+ -мезонов. Такое сравнение приводит к величине 25—35 Мэв.

Полученные нами данные не дают возможности сделать однозначные выводы о схеме распада частиц с массой 500—600 m_e . В качестве возможной может служить схема распада на $\pi^+\pi^0$ -мезон. Распад π^0 -мезона на два фотона с последующей конверсией одного из них в том же фильтре может привести к появлению пары электронов. В таком случае следовало бы ожидать появления пар, исходящих не только из места остановки первичной частицы, но и из других фильтров. Наблюдение пар коррелированных с остановкой частиц с массой 550 m_e требует специального исследования и связано с рядом трудностей. Исходя из пути, пробегаемого частицами с массой 500—600 m_e , следует заключить, что время жизни этих частиц не может быть существенно меньше, чем $5 \cdot 10^{-9}$ сек.

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

Поступило
21 VII 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ А. Алиханян, А. Алиханов, ЖЭТФ, № 9 (1951). ² А. Алиханян, А. Дадаян, Н. Шостакович, ДАН, 82, 693 (1952). ³ В. Харитонов, Г. Марикиян, А. Алиханян, ДАН, 80, 201 (1951). ⁴ А. Алиханян, В. Харитонов, ДАН, 85, 295 (1952).