

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

НАБЛЮДЕНИЕ ОСТАНОВОК ТЯЖЕЛЫХ МЕЗОНОВ

В настоящей статье рассматриваются несколько случаев остановок тяжелых мезонов (варитронов), наблюдаемых в камере Вильсона, соединенной с магнитным массспектрометром (1).

В последнее время распад тяжелых мезонов наблюдался рядом авторов, применявших метод фотопластинок (2, 3). Изучение остановок тяжелых мезонов в толстослойных фотопластинках привело к ряду важных следствий о типах распада этих мезонов (τ -распад, k -распад (3, 4)). В этих наблюдениях знак заряда распадающихся тяжелых мезонов оставался неизвестным.

Распад тяжелых мезонов «на лету» наблюдался рядом авторов (5, 6), применявших камеру Вильсона, помещенную в магнитное поле. При этом масса распадающихся частиц определялась с большой ошибкой по импульсу и ионизации, вызываемой в газе.

Метод, примененный нами, позволял непосредственно и с большой точностью измерять импульс заряженных частиц по кривизне пути в магнитном спектрометре и определять пробег частиц в плотном веществе, расположенном внутри большой камеры Вильсона. Рассматривая следы частиц в камере, можно было по плотности следов судить о характере торможения частиц в фильтрах. Когда плотность следа к концу пробега по мере прохождения пластин постепенно увеличивалась и частица испытывала небольшое рассеяние (в пределах угла многократного рассеяния), то, очевидно, торможение было обусловлено ионизационными потерями энергии. Зная первоначальный импульс и ионизационный пробег частицы, мы могли определить массу частицы, испытавшей остановку в фильтрах. Как известно, определение массы по импульсу и пробегу является наиболее точным методом измерения массы заряженных частиц.

В ряде случаев нам удалось наблюдать вторичные частицы, являющиеся продуктами распада тяжелых мезонов, остановившихся в фильтрах.

По характеру торможения и остановки мы имели возможность отличить случаи внезапных потерь энергии, испытываемых частицей при ядерных столкновениях.

В процессе измерений мы наблюдали много случаев неионизационных остановок протонов высокой энергии, чаще всего приводящих к образованию «звезд», и несколько случаев остановок быстрых π -мезонов. В этих случаях плотность следа первичной частицы была близка к минимальной и оставалась неизменной.

На рис. 1 приведен один случай остановки и распада тяжелого мезона. Первичная частица положительного знака с импульсом около $4 \cdot 10^8$ эв/с останавливается в 7-й пластинке (в качестве тормозящих фильтров употреблялись медные пластинки толщиной 3 мм). Из рис. 1 видно, что плотность следа в конце пробега значительно больше, чем в начале. Сравнение плотности следа первичной частицы между 5-й и

6-й пластинками со следами электронов в том же отсеке показывает, что ионизирующая способность частиц на этом участке по крайней мере в 3 раза превышает минимальную. Из места остановки первичной частицы испускаются три частицы, одна из которых (4) оканчивается в 8-й пластинке, а две другие (2 и 3) — в 6-й.

Существенным является взаимное расположение следов (2, 3 и 4) в пространстве. При помощи стереокомпаратора было измерено расположение нескольких точек этих следов относительно системы координат с центром в общей точке схождения следов. Измерения показали, что угол, внутри которого указанные следы можно считать компланарными, равен $3^\circ \pm 4^\circ$. Ошибка, в основном, определяется неточностью положения места схождения частиц. Полученное значение угла позволяет говорить о компланарном расположении траектории частиц 2, 3 и 4. Некоторое отступление от компланарности, очевидно, может быть обусловлено рассеянием частиц в 7-й пластине.

Природа вторичных частиц — продуктов распада — не могла быть нами определена однозначно. Исходя из того, что максимальный пробег этих частиц не превышает 4,1 мм Si и из ионизации, вызываемой частицами 2 и 3, следует скорее всего, что они являются мезонами. Во всяком случае можно утверждать, что они значительно легче протонов. Если считать, что вторичные частицы являются π -мезонами, то сумма кинетических энергий всех трех частиц оказывается равной ~ 50 Мэв.

Масса первичной частицы, определенная по импульсу и пробегу, оказалась равной 990 m_e . К сожалению, значение массы в рассматриваемом частном случае не могло быть сделано с большой точностью, так как первичная частица испытала рассеяние в веществе у самого выхода из магнитного спектрометра. Поэтому значение импульса, равное $4 \cdot 10^8$ эв/с, было найдено не по всем точкам траектории в магнитном поле, а только по трем. Приведенное значение импульса является однако наиболее вероятным. Случай, приведенный на рис. 1, по всей вероятности представляет собой остановку и распад, аналогичный τ -распаду. В пользу этого говорит как измеренное значение массы, так и компланарность вторичных следов. Наблюденный нами случай τ -распада интересен еще в том отношении, что он прямо указывает на большую продолжительность жизни мезонов этого типа. Время пролета релятивистской частицы в нашей системе составляет $\sim 5 \cdot 10^{-9}$ сек. Отсюда видно, что время жизни частиц с массой $\sim 1000 m_e$ должно быть существенно больше, чем 10^{-9} сек., так как в противном случае следовало бы допустить слишком большой поток таких частиц, в противоречии с имеющимися экспериментальными данными.

Интересный случай остановки тяжелого мезона приведен на рис. 2. Отрицательная частица с импульсом $p = 3,27 \cdot 10^8$ эв/с останавливается в 4-й пластинке, причем ионизирующая способность частицы возрастает по мере приближения к концу пробега. Проходя через тормозящие фильтры, частица испытывает рассеяние на угол не больше 15° . В этой серии измерений 2-я пластина была сделана из свинца толщиной 13 мм. Масса первичной частицы, измеренная по импульсу и пробегу, оказалась равной $940 \pm 90 m_e$.

Вторичная частица с плотностью следа, близкой к минимальной, выходит из 4-й пластинки в направлении, почти точно противоположном первичной и, по видимому, останавливается во 2-й пластинке. Судя по характеру следа, вторичная частица является μ^- или π^- -мезоном, хотя полностью исключить электронную природу вторичной частицы мы не можем. Интересно отметить, что при остановке тяжелого мезона с массой $\sim 1000 m_e$ не наблюдается «звезд», состоящих из тяжелых частиц, как это имеет место при остановке и захвате π^- -мезонов.

В двух других случаях остановок мезонов отрицательного знака с массой $\sim 1000 m_e$ мы также не наблюдали звезд, а вторичные частицы,



Рис. 1



Рис. 2



Рис. 3

испускаемые при остановке, скорее всего представляли собой мезон (μ - или π -). Если бы при остановке отрицательных тяжелых мезонов возникали «звезды» наподобие σ -звезд, то мы должны были бы их зарегистрировать, так как выделяющаяся энергия при захвате таких мезонов достигает 500 Мэв.

Дальнейшие наблюдения остановок отрицательных мезонов позволяют сделать более определенные выводы о природе вторичных частиц, возникающих при этом, и о характере взаимодействия тяжелых мезонов с нуклонами.

На рис. 3 приведен еще один случай остановки и распада тяжелого мезона. Первичная частица положительного знака останавливается в 3-й пластине. Импульс этой частицы равен $4,42 \cdot 10^8$ эв/с, а пробег 2,2 см Pb. Отсюда масса частицы была найдена равной $1520 \pm 150 m^e$. Вторичная частица испытывает слабое рассеяние и останавливается в фильтре между камерой и рядом A (см. (1)). Таким образом пробег вторичной частицы $2,6 \text{ см} < R < 4,36 \text{ см Pb}$. На рис. 3 можно заметить, что плотность следа вторичной частицы несколько увеличивается к концу пробега. Полагая, что вторичная частица представляет собой π -мезон, получим энергию, уносимую ею, равной $70 < E \leq 100$ Мэв*. Возможно, что приведенный случай представляет собой остановку и распад так называемого χ -мезона, несколько траекторий которых наблюдались в фотоэмульсиях.

Авторы выражают благодарность Б. Н. Дерягину за помощь в работе, а также Л. Багдасаряну, Г. Бадалян, Н. Бояджану и Д. Шкарлету за участие в измерениях.

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

Поступило
11 VIII 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ А. Алиханян, В. Кириллов-Угрюмов, Н. Шостакович и В. Федоров, ДАН, **92**, № 2 (1953). ² А. Алиханян, Д. Самойлович, И. Гуревич, Х. Бабаян, ЖЭТФ, **19**, 667 (1949). ³ R. Brown, U. Comerini et al., Nature, **163**, 82 (1949). ⁴ С. O'Seallaigh, Phil. Mag., **42**, 1032 (1951). ⁵ R. B. Leighton, S. D. Wanless, Phys. Rev., **86**, 426 (1952). ⁶ К. Н. Barker, C. C. Butler et al., Phil. Mag., **43**, 1201 (1952).

* При вычислении энергии вторичной частицы предполагается, что ее пробег обусловлен только ионизационным торможением.