Доклады Академии наук СССР
1955. Том 100, № 3

ФИЗИКА

М. И. ДАЙОН

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССЫ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ ПО РАССЕЯНИЮ И ОСТАТОЧНОМУ ПРОБЕГУ В ПЛАСТИНАХ, РАСПОЛОЖЕННЫХ ВНУТРИ КАМЕРЫ ВИЛЬСОНА

(Представлено академиком А. И. Алихановым 6 X 1954)

В работах 1952 и 1953 гг. Ольбертом (1) и Эннисом, Бриджем и Ольбертом (2) рассмотрены теоретические вопросы, связанные с рассеянием заряженных частиц в металлических пластинах, расположенных внутри камеры Вильсона (учет конечного размера ядер рассеивающего вещества и др.). Ими, в частности, получена удобная для практического применения формула, позволяющая статистически по углам рассеяния и соответствующим остаточным пробегам определить массу частиц, останавливающихся в пластинах внутри камеры:

$$\left[\frac{1}{n}\sum_{1}^{n}\varphi_i^2 R_i^{2\alpha}\right]^{1/2} = \left[4\pi r_e^2 N \frac{Z^2}{A} Gt\right]^{1/2} [A_Z m_e c^2]^{\alpha} \left(\frac{m_e}{m}\right)^{1-\alpha}, \qquad (1)$$

где m — масса рассеивающейся частицы; t — толщина рассеивающей пластинки в г/см²; φ_i — проекция угла рассеяния; R_i — остаточный пробег в г/см²; N — число Авогадро: A — массовое число; Z — заряд ядра; m_e — масса электрона; r_e — классический радиус электрона.

Величина A_Z определяется из эмпирической формулы

$$\left(\frac{R}{Mc^2}\right)^{\alpha} = A_Z \frac{p\beta c}{Mc^2},$$

где R — пробег частицы; M — масса частицы; p — импульс частицы $\alpha = 0{,}55$ для всех элементов. Величина G слабо зависит от β и вычисляется по формуле

$$G \cong 5{,}66 + 1{,}24 \log_{10}\left[\frac{Z^{4/3}A^{-1}t}{1{,}13\beta^2 + 3{,}76(Z/137)^2}\right].$$

Заметим, что обычно число пластин в камере не превышает 10—15. Поэтому из-за флуктуаций величин φ_i точность определения среднего значения массы одной частицы весьма невелика. Однако часто имеется возможность группировать частицы одного сорта по какому-либо признаку (например, по типу распада) и тем самым значительно повысить статистическую точность определения среднего значения их массы.

Метод Энниса, Бриджа, Ольберта получил применение в ряде работ. Например, в работе Росси с сотр. этим методом определялась масса так называемых S-частиц. Представляет поэтому большой интерес экспериментально обосновать формулу (1).

В настоящей заметке приводятся результаты обработки измерений, выполненных на магнитном спектрометре Алиханяна и Алиханова *,

* Прибор построен в 1953 г. М. И. Дайоном, В. М. Федоровым и Н. В. Шостакович.

сочлененном с большой прямоугольной камерой Вильсона (размер освещенной части 620×280×180 мм), внутри которой находилось 7 латунных пластин толщиной 0,5; 0,5; 0,2; 0,2; 0,2; 0,2; 0,2 см. Схема прибора изображена на рис. 1 (см. [3]). Импульс частиц определяется по кривизне траектории в магнитном поле, а их пробег — по фотографии следа в камере Вильсона. По импульсу и пробегу вычислялась масса частиц, остановившихся в пластинах внутри камеры. В одной кратковременной серии измерений нами было зарегистрировано 20 остановившихся частиц, которые по импульсу и пробегу идентифицированы как мезоны (в основном это μ-мезоны).

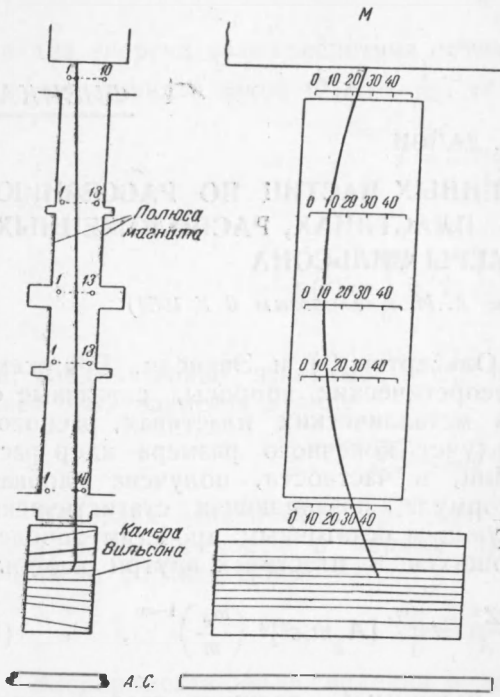


Рис. 1. Схема магнитного спектрометра с камерой Вильсона

Для всех мезонов были измерены углы рассеяния (проекции в плоскости M) в каждой пластине (всего получено 74 значения углов рассеяния) и соответствующие остаточные пробеги*, и по формуле (1) независимо вычислена их масса.

Значение массы, оцененное по рассеянию в тонких пластинах (толщина 0,2 см) равно $180\,m_e \pm \sim 10\%$, а по рассеянию в толстых пластинах (толщина 0,5 мм) равно $180\,m_e \pm \sim 15\%$. Остаточный пробег частиц и толщина рассеивающих пластин вычислялись с учетом угла входа, а ошибки учитывают экспериментальные ошибки в определении углов рассеяния φ_i.

Подобным же способом по формуле (1) оценивалась масса протонов (200 измерений углов рассеяния), которая оказалась равной $1600\,m_e \pm \sim 30\%$ при оценке по рассеянию в тонких пластинах и равной $1800\,m_e \pm \sim 30\%$ по рассеянию в толстых пластинах. Однако для протонов углы рассеяния в наших пластинах малы (средний угол рассеяния в тонких пластинах равен $\sim 2°$), и поэтому ошибка в определении массы велика.

Отметим, что при проверке формулы (1) по μ-мезонам исключаются возможные ошибки, связанные с рассеянием на большие углы из-за ядерного взаимодействия, которое имеет место для ядерно-активных частиц.

Автор благодарит чл.-корр. АН СССР А. И. Алиханяна за интерес к работе и А. А. Тер-Саакова за помощь в обработке экспериментальных данных.

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

Поступило
23 VIII 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] S. Olbert, Phys. Rev., 87, No. 2, 319 (1952). [2] M. Annis, H. S. Bridge, S. Olbert, ibid., 89, No. 6, 1216 (1953). [3] А. И. Алиханян, В. Г. Кириллов-Угрюмов и др., ДАН, 92, № 2, 255 (1953).

* Использовались только случаи, когда остаточный пробег $\geqslant 2$ пластинам.