

В. ХАРИТОНОВ

ИОНИЗАЦИОННЫЕ ПОТЕРИ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЧАСТИЦ В ГАЗЕ

(Представлено академиком А. И. Алихановым 14 VII 1952)

1. Теоретические значения величины ионизационных потерь энергии, которые частицы испытывают при прохождении через вещество, определяются известной формулой Бете — Блоха. Левая ветвь этой кривой, соответствующая частицам с $\beta < 0,90-0,95$, тщательно проверена экспериментально, и никаких существенных расхождений с теоретической формулой, повидимому, не обнаружено (см., например, (1)).

В противоположность этому, правая ветвь кривой экспериментально изучена совершенно недостаточно. Формула Бете — Блоха дает для этой ветви кривой неограниченный логарифмический рост ионизационных потерь с увеличением импульса частицы. Более точная теория, развитая Сваном, Ферми и Вико и учитывающая поляризацию среды, показывает, что ионизация при больших значениях импульса частицы растет медленнее, чем это следует из формулы Бете — Блоха, и при очень больших значениях импульса стремится к конечному пределу. Подробный обзор теории ионизационных потерь можно найти в статье П. Кунина (2); аналогичные расчеты приводятся также в статье Гальперна и Холла (3).

Указанный эффект поляризации среды тем заметнее, чем плотнее среда; поэтому его часто называют «эффектом плотности».

2. Экспериментальная проверка «эффекта плотности» проводится обычно при помощи жестких мезонов космических лучей. Так как число мезонов очень больших энергий сравнительно невелико, в большинстве случаев приходится ограничиваться частицами, импульс которых не превышает $10-15 \cdot 10^9$ эв/с; «эффект плотности» для таких частиц в газе сравнительно невелик ($< 10\%$), а в плотном веществе достигает $20-30\%$. Поэтому большинство опытов, поставленных в последние годы для проверки теории, было выполнено с твердыми веществами. Для этой цели использовались сцинтилляционные пропорциональные счетчики. При помощи таких счетчиков было показано (4), что рост ионизации в плотном веществе с увеличением импульса частицы идет значительно медленнее, чем это следует из формулы Бете — Блоха. Полученные величины ионизации согласуются со значениями, даваемыми теорией Ферми — Вика, однако само увеличение ионизационных потерь, предсказываемое этой теорией для случая плотных веществ, лежит в пределах возможных ошибок.

С другой стороны, для случая газа обе теории дают заметный рост величины ионизационных потерь с увеличением импульса частицы уже при импульсе мезонов в $3-5 \cdot 10^9$ эв/с. Поэтому измерения, проведенные в газе, могут позволить установить наличие роста ионизационных потерь с увеличением импульса частицы и соответствие экспериментальных значений той или иной теории.

3. В настоящей работе определялась ионизирующая способность частиц в зависимости от их импульса. Измерения производились на новом масс-спектрометре Алагезской высотной станции.

Импульс частицы определялся при помощи системы, описанной в (4). Для измерения ионизирующей способности частиц был использован пропорциональный счетчик, наполненный смесью аргона (25%) и метана (75%) с общим давлением в 40 см рт. ст. Система, при помощи которой производилось определение ионизации частиц, описана подробно в заметке (5). При обработке данных учитывался наклон траекторий частиц в плоскости магнитного отклонения; соответствующая поправка была не более 3%.

Приводимые ниже данные относятся к 4572 частицам отрицательного знака с импульсами от $3 \cdot 10^8$ до $7,2 \cdot 10^9$ эв/с; ошибка в определении импульса равна: для больших импульсов $\sim p\%$, где p выражено в единицах 10^8 эв/с, для малых импульсов — порядка нескольких процентов.

Результаты измерений представлены на рис. 1: *a* — точки, полученные в настоящей работе; *b* — точки, взятые из нашей работы (5); кривая 1

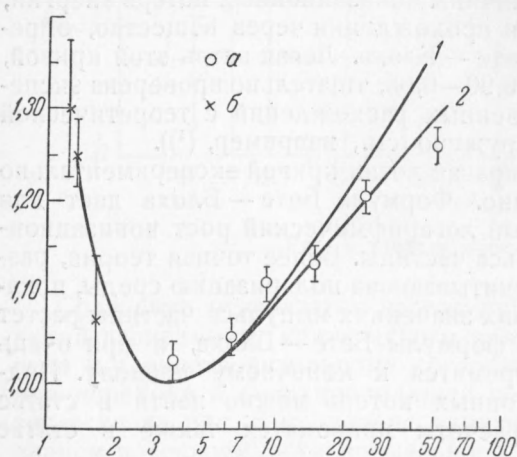


Рис. 1

соответствует теоретической формуле Бете — Блоха для воздуха, кривая 2 — теоретическая кривая для воздуха с учетом «эффекта плотности» ((2), стр. 130).

Из рис. 1 видно, что можно констатировать удовлетворительное согласие экспериментальных значений с теоретической кривой Ферми — Вика; возможно, что намечается некоторое расхождение с теоретической кривой при больших значениях импульса частицы, однако для более определенного суждения статистическая точность измерений пока недостаточна; мы на-

деемся в скором времени ее улучшить.

4. Недавно в печати появились две работы, посвященные этому же вопросу. В одной из них (6) импульс μ -мезонов определялся с помощью магнитного спектрометра, а ионизация — путем подсчета числа капель, образовавшихся на пути частицы в камере Вильсона. Всего зарегистрировано 133 частицы с импульсами от $3 \cdot 10^8$ до $3 \cdot 10^{10}$ эв/с. В работе не наблюдается расхождений с формулой Бете — Блоха, превосходящих ошибки измерений, вплоть до импульсов $3 \cdot 10^9$ эв/с. При больших значениях импульса частицы измеренная величина ионизации оказывается существенно меньше рассчитанной по формуле Бете — Блоха.

В работе (7) импульс частицы определялся при помощи камеры Вильсона, помещенной в магнитное поле, а ионизация при помощи пропорциональных счетчиков. Всего снято 800 фотографий; интервал импульсов, охватываемый измерениями, лежит от $2 \cdot 10^8$ до $\sim 5-6 \cdot 10^9$ эв/с. При импульсах больше $1,5 \cdot 10^9$ эв/с экспериментальные точки располагаются несколько ниже кривой Бете — Блоха для μ -мезонов, однако точность измерений недостаточна, чтобы делать более определенные выводы (ошибки в определении ионизации в этой работе примерно вдвое больше, чем у нас, вследствие меньшей статистики; сами авторы не находят существенного расхождения с теоретической кривой).

Затронутый в нашей работе вопрос нуждается в дальнейшем экспериментальном исследовании.

В заключение пользуюсь случаем выразить благодарность чл.-корр. АН СССР А. И. Алиханяну за неизменный интерес к настоящей работе и Г. Мерзону за помощь при проведении измерений.

Физический институт
Академии наук Арм. ССР

Поступило
27 V 1952

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ M. Vogoardt, B. Kondijs, *Physica*, 17, 703 (1951). ² Мезон, Сборн. статей под ред. И. Е. Тамма, 1947, стр. 114—132. ³ O. Halpern, H. Hall, *Phys. Rev.*, 73, 477 (1948). ⁴ А. Алиханян, А. Дадаян и др., ДАН, 80, 37 (1951). ⁵ В. Харитонов, ДАН, 85, № 1 (1952), ⁶ S. K. Ghosh, G. M. Tones, J. G. Wilson, *Proc. Phys. Soc.*, 65, A, 68 (1952). ⁷ T. Becker, P. Chanson, et al., *C. R.*, 234, 1155 (1952). ⁸ А. Г. Мешковский, В. А. Шибанов, ДАН, 82, № 2 (1952).