

РАСПАД ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ МЕЗОТРОНОВ В ВЕЩЕСТВЕ *)

В совместной статье трёх крупнейших теоретиков обсуждаются результаты последних экспериментальных исследований прохождения отрицательных мезотронов через материю и указывается фундаментальное расхождение между теорией и опытом.

Недавно Конверси, Панчини и Пиччиони¹ опубликовали работу, посвящённую прохождению отрицательных и положительных мезотронов через железо и графит. В железе электроны распада (т. е. электроны, возникающие при спонтанном распаде мезотронов) были обнаружены только для положительных мезотронов. Отсутствие электронов распада для отрицательных мезотронов находится в полном согласии с теорией, так как из теоретических расчётов следует, что отрицательные мезотроны, замедлившиеся, должны быть захвачены ядрами, прежде чем они успеют распасться. Однако, наблюдая прохождение мезотронов через графит, итальянские экспериментаторы обнаружили приблизительно одинаковое количество электронов распада и для положительных и для отрицательных мезотронов. Это свидетельствует о том, что вероятность захвата для отрицательных мезотронов в графите меньше, чем вероятность распада.

Сигургейрссон и Ямакава², изучавшие распад мезотронов в Be, C, S, Al, Na OH и SiC, также пришли к выводу, что вероятность захвата отрицательных мезотронов ядрами лёгких элементов (с порядковым номером $Z < 10$) меньше, чем вероятность распада, и лишь при $Z > 10$ соотношение между этими вероятностями делается обратным.

Ферми, Теллер и Вайскопф подвергают анализу теоретические расчёты взаимодействия мезотронов с ядрами и приходят к заключению, что противоречие теории и опыта может быть устранено лишь путём радикального пересмотра теории.

Процесс, приводящий к захвату отрицательного мезотрона ядром, может быть разделён на два этапа: 1) приближение мезотрона к ядру, которое определяется электромагнитным взаимодействием, и 2) захват мезотрона ядром благодаря неэлектромагнитному взаимодействию между мезотронами и тяжёлыми частицами на близких расстояниях. Потери энергии на первом этапе легко вычисляются на основе обычной теории. Время, в течение которого мезотрон должен достигнуть своей нижней орбиты вокруг ядра, по теоретическим оценкам для большинства твёрдых тел, не превышает 10^{-12} сек. Радиус этой орбиты, как нетрудно видеть, приблизительно в 200 раз меньше радиуса K -оболочки и для углерода в 10 раз, а для железа в 2 раза больше радиуса ядра.

*) Э. Ферми, Э. Теллер и В. Вайскопф, Phys. Rev. 71, № 5, 315 (1947).

Согласно современным представлениям, захват мезотрона ядром может произойти после этого по двум схемам: 1) протон + отрицательный мезотрон = нейтрон + γ -квант; 2) ядро в начальном состоянии + отрицательный мезотрон = нейтрон + ядро в конечном состоянии. Первые расчёты для этих процессов были сделаны Кобаяси и Окаямой³ и Сакатой и Таникавой⁴. Результаты несколько зависят от спина мезотрона и от формы взаимодействия. Для псевдоскалярных мезотронов и определённой формы взаимодействия мезотронов с тяжёлыми частицами время захвата мезотрона с его нижней орбиты в первом случае оказывается порядка 10^{-18} сек. для графита и 10^{-20} сек. для железа. Второй процесс даёт время захвата, в 10 раз меньшее. Эти времена ничтожно малы по сравнению с временем распада мезотрона, которое равно $2,15 \cdot 10^{-6}$ сек. Приведённые же выше опытные данные свидетельствуют о том, что время захвата для графита больше, чем время жизни мезотрона (время жизни равно обратной величине вероятности распада). Следовательно, теоретическое значение времени захвата меньше значения, следующего из опыта, по крайней мере в 10^{12} раз. Этот множитель может быть уменьшён лишь до 10^{10} , если выбрать другую форму взаимодействия.

Авторы указывают, что теоретическое значение вероятности для процессов, обратных первому и второму, т. е. для рождения мезотронов рентгеновскими лучами и медленными протонами, очевидно, тоже больше действительного значения приблизительно 10^{12} раз.

Таким образом, из опыта следует, что взаимодействие мезотронов с тяжёлыми частицами является значительно более слабым, чем вытекает из теории. Поэтому, если экспериментальные данные о захвате отрицательных мезотронов лёгкими ядрами правильны, современная теория взаимодействия мезотронов с тяжёлыми частицами должна быть изменена самым радикальным образом.

В том же номере *Physical Review* помещено письмо в редакцию Уилера⁵, в котором излагаются соображения такого же характера. Уилер даёт следующую оценку для зависимости времени захвата отрицательных мезотронов τ от порядкового номера элемента Z :

$$\frac{1}{\tau} = \frac{1}{\tau_0} \left[1 + \left(\frac{Z_0}{Z} \right)^s \right], \quad Z \approx 10, s \approx 4.$$

Б. Гейликман

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. M. Conversi, E. Pancini, O. Piccioni, *Phys. Rev.* **71**, 209 (1947).
2. T. Sigurgeirsson, A. Jamakawa, *Phys. Rev.* **71**, 319 (1947).
3. Kobayasi, Okayama, *Proc. Phys. Math. Soc. Japan* **21**, 1 (1939).
4. Sakata, Tanikawa, *Proc. Phys. Math. Soc. Japan* **21**, 58 (1939).
5. Y. A. Wheeler, *Phys. Rev.* **71**, 320 (1947).