

Г. Б. ЖДАНОВ и А. А. ХАЙДАРОВ

О СПЕКТРЕ ЭЛЕКТРОНОВ РАСПАДА МЕЗОНОВ

(Представлено академиком Д. В. Скобелцыным 27 I 1949)

В 1947 г. и в начале 1948 г. было опубликовано несколько работ (1-4), выполненных с камерой Вильсона, с целью определения энергии продуктов распада остановившихся мезонов. В этих работах было установлено существование электронов распада с энергиями от 15 до 50 MeV. Однако при интерпретации полученных данных еще нельзя было утверждать, что электрон всегда имеет отношение к „обычному“ мезону с константой распада $\frac{1}{\tau_0} = 0,5 \cdot 10^6$ сек.⁻¹ и массой 200 m_e . Нельзя было исключить возможности того, что электроны распада малой энергии (15—25 MeV) происходят от распада более легких мезонов, ни сделать количественные выводы о форме спектра электронов распада. Поэтому весьма актуальным представлялось использование метода запаздывающих совпадений со счетчиками, что позволило бы, вследствие лучшей статистики, с одной стороны, установить форму электронного спектра, и с другой, исследовать зависимость этого спектра от высоты места наблюдения, от вещества, в котором происходит распад, от исследуемого интервала энергий мезонов и, наконец, установить природу заряженных продуктов распада.

Все упомянутые задачи были поставлены перед собой авторами, проводившими летом 1948 г. на Памире, на высоте 3860 м, измерения с установкой, схематически изображенной на рис. 1. В этой установке регистрировались совпадения в группах счетчиков II—III, запаздывающие по отношению к группе I на время 1,2—3,5 мсек. После вычитания случайных совпадений (определявшихся путем сдвижения тех же запаздываний на дополнительные 10 мсек.) полученный эффект давал число заряженных продуктов распада, выходящих из фильтра d и проходящих через группы счетчиков II—III и через фильтр D .

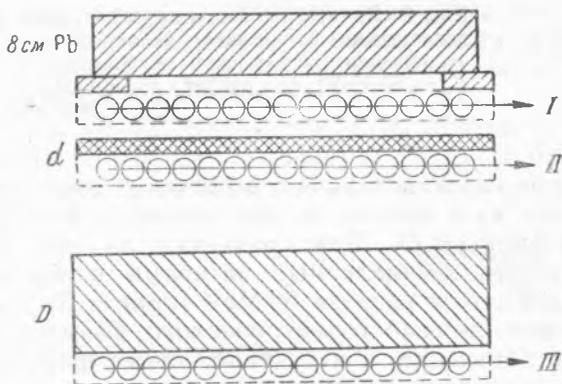


Рис. 1. Схема установки по изучению спектра электронов распада. Счетчики I регистрируют мезоны, останавливающиеся в фильтре d , счетчики II и III регистрируют электроны распада

Всего было выполнено две серии измерений: Полученные кривые поглощения (с вычтенными случайными совпадениями) представлены на рис. 2. Кривая 1 здесь соответствует случаю распада мезонов в графите ($d = 2$ см С) и поглощения продуктов распада в графите ($D = 0-20$ г/см² С). При этом две точки кривой ($D = 0$ и $D = 4,6$ г/см²) были получены в двух вариантах опыта: при наличии 8 см свинца над установкой и без этого свинца. Результаты для обоих вариантов совпали между собой (в пределах статистических ошибок измерений) и на рис. 2 сведены вместе. Однако тот факт, что свинец не оказывает заметного влияния на измеряемый эффект, а сказывается только на уменьшении числа случайных совпадений, позволяет исключить

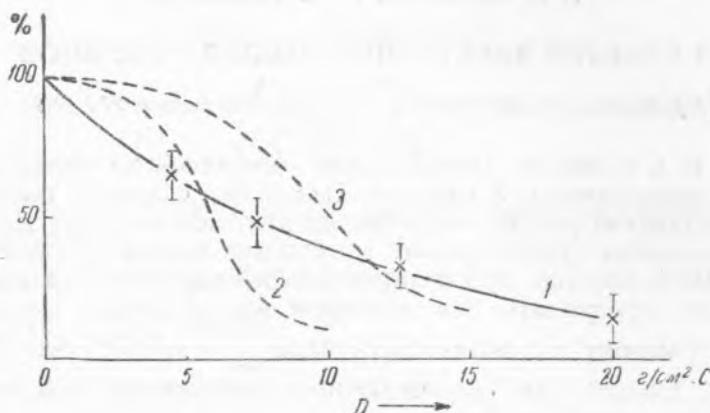


Рис. 2. Кривые поглощения электронов распада в фильтре D . 1 — поглощение в графите, эксперимент; 2 — поглощение в свинце, эксперимент; 3 — расчет поглощения в графите в предположении $E_0 = 50$ MeV; 4 — расчет поглощения в графите в предположении $E_0 = 25$ MeV

возможность влияния обратного тока электронов распада, вылетающих из d сверху и рассеянных в 8 см Pb, на кривую поглощения в фильтре D . Для сравнения на рис. 2 приведены две расчетные кривые, вычисленные авторами в предположении единой энергии электронов распада 50 MeV (кривая 3) или 25 MeV (кривая 4) и при учете, помимо геометрического фактора и средних потерь энергии на ионизацию и излучение, также флуктуаций радиационных потерь, аннигиляции позитронов и рассеяния.

Кривая 2 рис. 2 соответствует случаю, когда мезоны распадаются в том же угольном фильтре d (рис. 1), но продукты распада поглощаются в свинце ($D = 0-7$ г/см² Pb). Этот опыт был произведен при двух различных конфигурациях счетчиков, отличавшихся расстоянием между группами счетчиков II и III, и результаты сведены в общую усредненную кривую.

Анализ приведенных кривых позволяет сделать следующие выводы.

1) Кривая поглощения в свинце показывает, что при распаде мезонов обоюдо заряженные продукты распада являются электронами (во всяком случае, отсутствуют легкие мезоны в количестве более 25 %). Энергия основной части этих электронов существенно меньше, чем 50 MeV, ибо для начальной энергии 50 MeV каскадная кривая (5) была бы еще близка к максимуму в той точке кривой 2, где электроны поглощены, по крайней мере, на 75%.

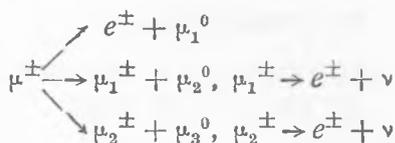
2) Распад мезонов невозможно интерпретировать с точки зрения принимавшегося до сих пор механизма распада на электрон и нейтрино ($\mu^\pm \rightarrow e^\pm + \nu$), ибо экспериментальные кривые поглощения элект-

тронзов распада исключают возможность монохроматического спектра электронов с энергией 50 MeV. Средняя энергия электронов распада получается близкой к 30 MeV, причем спектр имеет, повидимому, непрерывный характер с „размытием“ энергий, по крайней мере, в пределах ± 15 MeV.

Полученные результаты можно интерпретировать с трех различных точек зрения:

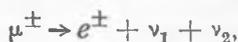
а) наложение кривых поглощения продуктов распада (при обычном механизме распада) от мезонов разных масс;

б) наличие, по крайней мере, трех* сложных альтернативных процессов распада, на две частицы в каждом акте, например,



(μ_0 — нейтральные мезоны), причем вторые распады происходят значительно быстрее первых, но уже после замедления;

в) распад на три частицы



причем в качестве нейтральных частиц ν_1 и ν_2 могут быть как нейтрино, так и нейтральные мезоны.

Наиболее простой и в то же время наиболее вероятной авторам представляется гипотеза в) при участии нейтрино или нейтрального мезона с массой не более $60 m_e$. Предположение а), повидимому, отпадает, ибо при этом должна получаться слишком малая доля мезонов с массой $200 m_e$ в составе жесткой компоненты**.

В заключение авторы выражают благодарность М. А. Маркову за идею изложенной работы, акад. Д. В. Скобельцыну и Н. А. Добротину за плодотворную дискуссию результатов, а также М. И. Подгорецкому за помощь в расчетах.

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

Поступило
24 I 1949

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ C. D. Anderson, R. V. Adams, P. E. Lloyd and R. R. Rau, Phys. Rev., 72, 724 (1947). ² R. V. Adams, C. D. Anderson, P. E. Lloyd, R. R. Rau and R. C. Saxena, Rev. Mod. Phys., 20, 334 (1948). ³ J. C. Retallack, Phys. Rev., 73, 921 (1948). ⁴ E. C. Fowler, R. L. Cool and J. C. Street, *ibid.*, 74, 101 (1948). ⁵ H. J. Bhabha and S. K. Chakrabarty, *ibid.*, 74, 1352 (1948).

* Для объяснения экспериментальной кривой поглощения электронов необходимо допустить наличие не менее трех дискретных значений их энергии, а это в случае распада на две частицы в каждом акте и приводит к необходимости, по крайней мере, трех альтернативных процессов.

** Уже по окончании изложенных опытов авторами были получены сообщения о ряде других работ, в частности, выполненных той же методикой (J. Steinberger, Phys. Rev., 74, 500 (1948); E. P. Hinks and B. Pontecorvo, *ibid.*, 74, 697 (1948)). Однако все эти работы, выполненные на уровне моря, отнюдь не исчерпывают, а только подтверждают результаты и выводы, изложенные в настоящей статье.