

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК

ИЗ ТЕКУЩЕЙ ЛИТЕРАТУРЫ

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРА ЭЛЕКТРОНОВ,
ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ РАСПАДЕ ОСТАНОВИВШИХСЯ
МЕЗОНОВ, С ПОМОЩЬЮ КАМЕРЫ ВИЛЬСОНА

В течение 1948—1949 гг. в периодической литературе опубликован ряд работ по изучению спектра электронов, образующихся при распаде мезонов, составляющих главную

часть жёсткой компоненты космического излучения. Результаты этих исследований приводят к выводу, что спектр электронов распада является непрерывным, а не состоит из одной монохроматической линии, как это предполагалось ранее, когда достаточно точных экспериментальных данных ещё не было, и наиболее распространённым мнением являлось предположение о распаде мезона на две частицы — электрон и нейтрино. Немонохроматичность спектра электронов распада была убедительно показана работой Г. Б. Жданова и А. А. Хайдарова¹ (см. также УФН 37, 254, 1949), в которой электроны распада выделялись методом запаздывающих совпадений, а затем измерялась их средняя энергия по поглощению в веществе. Кроме того, известно несколько снимков, полученных с камерами Вильсона, где зарегистрированы акты распада остановившихся мезонов, случаев оказывается значительно

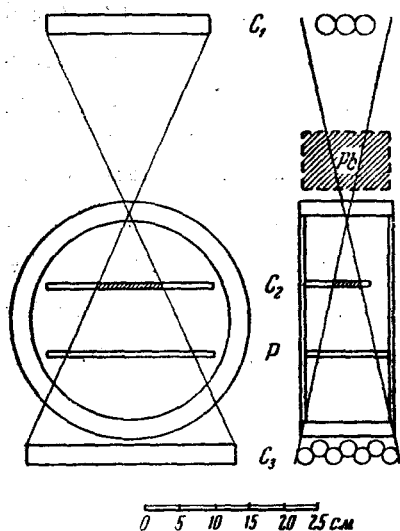


Рис. 1.

причём энергия электрона в ряде меньше 50 MeV (см., например,²).

Совсем недавно Лейтон, Андерсон и Серифф³ детально исследовали спектр электронов распада с помощью управляемой камеры Вильсона. Всего в этой работе, проведённой на уровне моря, сделано 15 000 снимков, из которых на 75 фотографиях зарегистрированы следы остановившихся в пластинке, стеклах и газе камеры мезонов вместе со следами электронов распада. Схематический чертёж применявшейся авторами аппаратуры представлен на рис. 1. Срабатывание камеры вызывалось

совпадениями разрядов в счётчиках C_1 и C_3 , причём счётчик C_2 находился внутри камеры. Группа счётчиков C_3 была включена в ветвь антисовпадений радиосхемы, так что частица, прошедшая все три группы счётчиков, камерой не фиксировалась. Кроме счётчика C_2 , в камеру вводилась пластинка P из углерода (для замедления мезонов) толщиной $2,0 \text{ г/см}^2$.

Энергия электронов определялась по радиусу кривизны траектории в магнитном поле (напряжённость 7250 гс). Так как почти все мезоны, распад которых зарегистрирован камерой, останавливались либо в пластинке P , либо в стенках счётчика C_3 и камеры (наблюдён только один случай остановки и распада мезона в газе), то при вычислении энергии электрона приходилось вводить поправку на потерю энергии в веществе. Введение такой поправки требует знания толщины слоя вещества, из которого вышел электрон распада, что может быть определено, если известны импульс и масса остановившегося в веществе мезона. Авторы

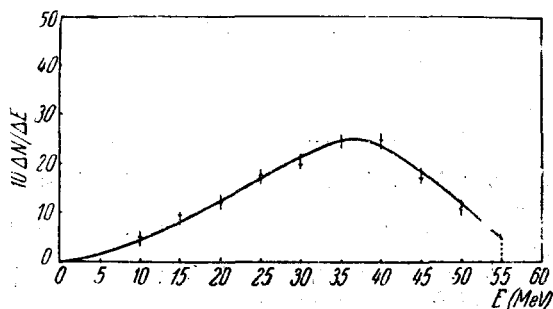


Рис. 2.

приняли, что все наблюдаемые ими мезоны обладают массой, равной $220 m_e$ (m_e — масса электрона). При этом условии поправка иногда достигала 11 MeV , но в большинстве случаев не превышала 5 MeV . В среднем ошибка в определении энергии электронов составляла $1 - 2 \text{ MeV}$. Что касается предположения об одинаковости масс наблюдаемых остановившихся мезонов, то оно представляется довольно естественным, поскольку хорошо известно, что около 90% всех мезонов, входящих в состав жёсткой компоненты космического излучения, обладают массой около $200 m_e$. Следует отметить, что в ряде случаев авторы реферируемой работы могли измерять массу мезона (по потере импульса в пластинке), причём всегда, когда эти измерения были возможны, для массы мезона получались значения от $175 m_e$ до $300 m_e$ (отклонение от массы $220 m_e$ не выходит за пределы ошибок). Заканчивая изложение вопросов, связанных с методикой эксперимента, добавим, что все опыты производились с падающей камерой Вильсона, т. е. камерой, которая после прохождения частицы через её объём выпадает из межполюсного зазора магнита, и фотографирование следа производится «на лету», во время падения. Применение падающей камеры позволяет уменьшить межполюсный зазор магнита, повысить степень однородности магнитного поля и увеличить время экспозиции при фотографировании, которое в обычных камерах лимитируется временем падения каплей следа.

Полученный авторами дифференциальный спектр электронов распада показан на рис. 2. Как видно из рисунка спектр оказывается непрерывным, с верхней границей $55 \pm 1 \text{ MeV}$. Форма спектра хорошо согла-

суется с предположением о распаде мезона на электрон и два нейтрино, если считать,⁴ что мезон обладает спином $\frac{1}{2}$. Из величины верхней границы спектра и из предположения о массе наблюдаемых мезонов⁵ ($216 \pm 4 m_e$) следует, что сумма масс двух нейтрино должна быть меньше $30 m_e$. Для средней энергии спектра получается значение 34 MeV , хорошо согласующееся с данными опытов, проведенных методом называющих совпадений¹.

Существенно новым в данной работе, по сравнению с ранее опубликованными исследованиями, является тот факт, что непосредственно получен дифференциальный спектр электронов распада. Слишком большие статистические ошибки не позволяют провести более детальное сравнение экспериментальных данных Лейтона, Андерсона и Сериффа с теоретическими расчётами⁴, выполненными в предположении различных видов гамма-взаимодействия для случая распада мезона со спином $\frac{1}{2}$ на электрон и два нейтрино.

Получение более точных опытных данных является актуальнейшей задачей дальнейших экспериментов.

Ш.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Г. Б. Жданов и А. А. Хайдаров, ДАН 65, 287 (1949).
2. Н. Г. Биргер, ДАН 61, 243 (1948).
3. R. B. Leighton, C. D. Anderson and A. J. Seriff, Phys. Rev. 75, 1432 (1949).
4. J. Tiomono, J. A. Wheeler, Rev. Mod. Phys. 21, 144 (1949).
5. A. S. Bishop, Phys. Rev. 75, 1468A (1949).