

А. О. ВАЙСЕНБЕРГ

ПЕРЕХОДНЫЙ ЭФФЕКТ ДЛЯ МЕДЛЕННЫХ
МЕЗОНОВ

(Представлено академиком А. И. Алихановым 30 V 1953)

Общепризнано, что значительная часть медленных мезонов на уровне моря и на горных высотах имеет локальное происхождение: эти мезоны зародились в ближайших слоях атмосферы или в веществе, окружающем детектор, под действием протонно-нейтронной компоненты. Если такой процесс действительно происходит со значительной интенсивностью, то при помещении над детектором медленных мезонов поглотителя из плотного вещества следует ожидать заметного переходного эффекта. Он возникает вследствие того, что мезоны, генерированные в воздухе, проходят до попадания в детектор значительный путь и успевают распасться, тогда как мезоны, рожденные в плотном поглотителе непосредственно над прибором, не успеют распасться и будут им отмечены.

Наблюдению такого переходного эффекта и посвящен произведенный опыт.

Схема прибора, регистрирующего медленные μ - мезоны, показана на рис. 1 (размеры в сантиметрах). Он состоял из рядов счетчиков A_1 , A_2 , поглотителя из органического стекла Φ_2 ($(C_5H_8O_2)_n$), двух групп счетчиков B_1 и B_2 , окружавших Φ_2 со всех сторон, и двухслойного ряда счетчиков A_3 , расположенного под 3-сантиметровой железной плитой. Радиотехническая схема выделяла совпадения в счетчиках B_1 и B_2 , сдвинутые во времени по отношению к совпадению $A_1 + A_2$, не сопровождавшемуся разрядом в A_3 . При сдвиге около 1μ сек. таким случаям соответствует распад медленного мезона, остановившегося в поглотителе Φ_2 и испустившего электрон распада, который не вызвал срабатывания ряда A_3 .

Совпадения $(A_1 + A_2 - A_3 + B)$ измерялись отдельно для рядов B_1 и B_2 ($(A_1 + A_2 - A_3 + B_1)$ и $(A_1 + A_2 - A_3 + B_2)$) с помощью двух механических счетчиков, и поэтому схема могла регистрировать не только одиночные мезоны, но и мезоны, рожденные в небольших ливнях. Для контроля правильности работы прибора на нем было измерено время жизни μ - мезонов, оказавшееся равным $(2,33 \pm 0,27) \mu$ сек. Измерение фона случайных совпадений показало, что он составляет около 7% от измеряемого эффекта.

При измерении переходного эффекта в качестве «генератора» медленных мезонов, расположенного над всем прибором (Φ_1 , рис. 1), был выбран графит. Результаты измерений, производившихся в июле — сентябре 1951 г., даны в табл. 1.

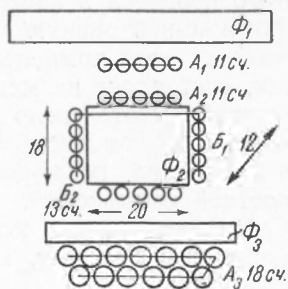


Рис. 1

	Толщина графитового генератора в г·см ⁻² (числитель) и продолжительность измерений в час. (знаменатель)						
	0 71,6	6,4 147,7	12,8 100,4	19,2 135,8	25,6 80,5	32,0 40,8	38,4 33,6
Число распадов	465	926	684	1043	599	265	218
Число распадов в час.	6,5	6,3	6,8	7,7	7,5	6,5	6,6

Измеренная зависимость между числом распадов в час и толщиной «генератора» представлена на рис. 2. Так как спектр пробегов медленных мезонов имеет вид прямой, параллельной оси абсцисс (пунктир на рис. 2), то полученные данные говорят о существовании заметного переходного эффекта, максимум которого приходится на толщину фильтра, близкую к 20 г·см⁻². Такой вид переходной кривой можно понять, если пробег мезонов, генерированных в фильтре Φ_1 , не превышает в большинстве случаев 20 г·см⁻² плюс толщина того поглотителя, в котором происходит распад медленных мезонов (Φ_2 на рис. 1), т. е. всего 45 г·см⁻².

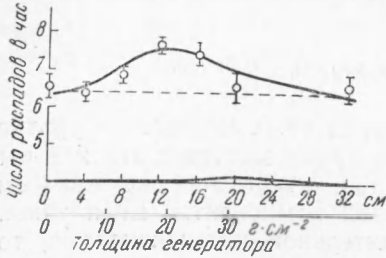


Рис. 2

При оценке эффективного сечения этого процесса в качестве генерирующей компоненты следует принять протонно-нейтронную компоненту, способную рожать π -мезоны. Интенсивность этой компоненты на высоте 3250 м, где производились измерения, составляет не менее 20% от жесткой компоненты. По данным (1), на этой высоте число медленных мезонов, поглощаемых в 1 г графита, равно 0,1% от жесткой компоненты. Отсюда следует, что число медленных мезонов, поглощаемых фильтром Φ_2 , составляет $25 \cdot 0,1 = 2,5\%$ от жесткой компоненты.

Интенсивность в максимуме переходной кривой равна 7,6 совпадений в час, что отвечает, как видно из рис. 2, переходному эффекту около 1 совпадения в час, т. е. примерно $2,5 \cdot \frac{1}{6,6} = 0,37\%$ от жесткой компоненты.

Таким образом, протонно-нейтронная компонента, интенсивность которой равна 20%, генерирует π -мезоны, интенсивность которых близка к 0,4% от жесткой компоненты. Так как такая генерация происходит на толщине «генератора», равной 20 г·см⁻², что составляет около $1/3$ толщины, соответствующей геометрическому сечению, равному 1, то эффективное сечение этой генерации имеет следующий порядок величины: $(0,40 \cdot 3)/20 = 0,06$ от геометрического сечения ядра, равного $1,8 \cdot 10^{-26}$ см². Сравним полученный результат с данными других авторов.

Рассмотрим данные А. И. Алиханяна и его сотрудников, полученные в 1950—1951 гг. на большом магнитном спектрометре (2). Эти измерения производились под толщами свинца 5—10 см, причем они являются единственными измерениями, выполненными с помощью магнитного анализа, в которых удалось разрешить π -мезоны от μ -мезонов. Для соотношения между обоими типами мезонов авторы получают значение, близкое к величине нашего переходного эффекта, несмотря на то, что в наших измерениях над установкой было всего около 20 г·см⁻² графита.

Отсюда следует, что количество вещества над установкой не играет большой роли для генерации медленных π -мезонов, необходимо только, чтобы оно было порядка 20—40 г·см⁻², т. е. чтобы его количество было

примерно равно максимальному пробегу зарожденных в нем π -мезонов. При дальнейшем увеличении количества вещества число зарожденных π -мезонов будет уменьшаться так же, как уменьшается генерирующая компонента.

Во-вторых, рассмотрим работы Г. Б. Жданова и др. ⁽³⁾. В этих работах, выполненных методом сдвинутых совпадений, был исследован спектр медленных мезонов на высоте 900—4900 м и некоторые переходные явления для них. Авторы приходят к выводам, что, во-первых, на высоте 3800 м число вторичных медленных мезонов составляет около половины всего их числа, и во-вторых, что пробеги большинства этих вторичных мезонов, зарожденных вблизи высоты 3800 м, не превышают $40 \text{ г} \cdot \text{см}^{-2}$ графита. Этот вывод находится в согласии с выводом, полученным нами при изучении переходного эффекта.

Автор благодарит А. И. Алиханяна за помощь и интерес к работе. Автор благодарит В. Смирницкого и Л. Новикова за помощь, оказанную при налаживании прибора и в процессе измерений.

Поступило
13 I 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ M. Sands, Phys. Rev., 77, № 2, 180 (1950). ² А. Алиханян, А. Дадаян, Н. Шостакович, ДАН, 82, № 5 (1952). ³ Г. Б. Жданов, А. А. Наумов, ДАН, 60, 1519 (1948); А. Абдулаев, Г. Жданов и др., ЖЭТФ, 20, 673 (1950).