

Б. И. ВЕРХОВСКИЙ, Н. А. ДОБРОТИН, И. И. ЛЕВИНТОВ и Г. Н. ХОДАКОВ  
ОПЫТЫ ПО СРАВНЕНИЮ ПОГЛОЩЕНИЯ В ВОДОРОДЕ И УГЛЕ  
ЧАСТИЦ, ГЕНЕРИРУЮЩИХ ЭЛЕКТРОННО-ЯДЕРНЫЕ ЛИВНИ

(Представлено академиком Д. В. Скобельцыным 21 II 1951)

Как известно (<sup>1</sup>), при взаимодействии частиц весьма высоких энергий ( $> 10^{10}$  эв) с ядрами атомов возникают электронно-ядерные ливни, состоящие из проникающих частиц и электронов и фотонов. Согласно последним данным, проникающая компонента этих ливней состоит из нуклонов и  $\pi$ -мезонов разных знаков, а электронно-фотонная компонента возникает в результате распада короткоживущих нейтральных мезонов. Таким образом, первичная частица в результате взаимодействия с одним ядром может образовать целую группу вторичных мезонов.

Так как ядро для таких взаимодействий следует рассматривать как совокупность свободных нуклонов, то возможны два механизма образования нескольких мезонов в одном ядре.

1. Генерирующая частица рождает много мезонов в акте соударения с одним из нуклонов ядра („одноактный процесс“).

2. Генерирующая частица при соударении с нуклоном ядра рождает не более одного мезона; несколько мезонов появляется в результате последовательных соударений налетающей частицы и нуклонов отдачи с разными нуклонами одного ядра („многоактный процесс“). Эти процессы не исключают друг друга, и решение вопроса о существовании одноактного процесса образования ливня может быть получено при изучении возникновения электронно-ядерных ливней в водороде.

В связи с этим в течение лета 1950 г. на высоте 3860 м нами исследовалось поглощение в водороде заряженных частиц, генерирующих электронно-ядерные ливни.

Эффект поглощения, присущий водороду, определялся сравнением поглощения ливнеобразующих частиц в блоках графита (С) и парафина (СН<sub>2</sub>) (см. рис. 1).

Группы счетчиков А и В состояли из 14 стеклянных счетчиков каждая с эффективной площадью  $30 \times 500$  мм. Группа счетчиков В состояла из 9 аналогичных счетчиков, разбитых на 3 группы, параллельно соединенные между собой. Установка срабатывала при зажи-

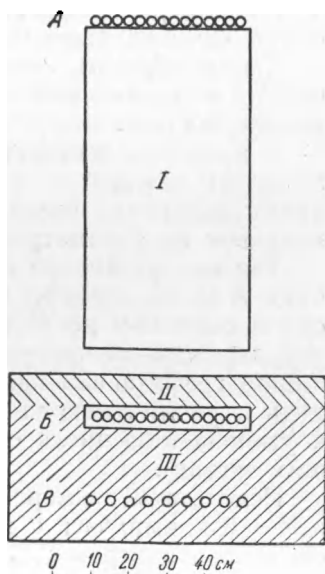


Рис. 1

гании не менее 1 счетчика группы *A*, не менее, но и не более 1 счетчика группы *B* и не менее 3 счетчиков группы *B*. Таким образом, установка регистрировала совпадения типа  $A_{>0} + B_1 + B_{>2}$ . Разрешающее время для совпадений любого типа составляло не более 5 м/сек. и доля случайных совпадений была пренебрежимо мала.

Счетчики группы *B* плотно замуровывались внутри свинцового блока III толщиной 25 см на глубине 15 см от его верхнего края и были отделены друг от друга прослойкой свинца 2,5 см. Над группой счетчиков *B* располагался свинцовый блок II 8 см толщины.

Для сравнения поглощающей способности графита и парафина применялись блоки графита (с плотностью 1,6) и парафина равного веса, толщиной, соответствующей 70 г/см<sup>2</sup>, которые устанавливались между группой счетчиков *A* и свинцом II. Для того чтобы отличие удельных весов графита и парафина не вносило разницы в расположение поглотителей, графитовый блок был выполнен в виде набора из 5 пластин. Промежутки между пластинами обеспечивались деревянными подставками, вес которых составлял 10% от веса графита и входил в его вес. Размеры парафинового блока и графитового фильтра совпадали с точностью до 2—3 мм.

Тем не менее, для проверки того, не влияет ли это небольшое отличие в конфигурации парафинового блока и графитового фильтра на результаты измерений, был произведен контрольный опыт, в котором графитовый фильтр, набранный из отдельных пластин с деревянными подставками между ними, заменялся сплошным блоком графита из тех же пластин, помещенных непосредственно на свинец. Оказалось, что, несмотря на разницу в расположении графита, поглощение в обоих случаях было одинаковым с точностью до 5%.

Таким образом, возможная очень небольшая разница в геометрических условиях опытов с парафином и графитом не могла сказаться на результатах.

В процессе измерений графитовый фильтр и парафиновый блок менялись каждые 4—5 час. Колебания барометрического давления во время измерений оказались настолько незначительными, что введение поправок на барометрический эффект было излишним.

Так как установка срабатывает при появлении разрядов в 1 счетчике *B* и, по крайней мере, в 3 счетчиках *B*, то это означает, что она в основном регистрирует образование ливня в свинце III одиночной заряженной частицей, проходящей через счетчики *A* и *B*. Помещение графита или парафина между счетчиками *A* и *B* будет приводить к увеличению числа ливней, попадающих в *B*, и следовательно, к уменьшению числа срабатываний установки (поглощение генерирующих частиц).

Результаты измерений оказались следующие: без поглотителя 5,54 ± 0,3 имп/час; с парафиновым блоком 2,74 ± 0,07 имп/час; с графитовым фильтром 2,87 ± 0,07 имп/час.

Сравнение данных, полученных с парафином и графитом, показывает, что свободные протоны поглощают частицы генерирующей компоненты, по крайней мере, так же эффективно, как и нуклоны, связанные в легкие ядра.

Так как в парафине свободные протоны составляют 17% от числа нуклонов, связанных в ядра углерода, то, используя приведенные выше результаты, легко показать, что если бы поглощение на протонах в парафине отсутствовало, то число совпадений с парафиновым блоком составляло бы 3,18 ± 0,07 имп/час. Разница (3,18 ± 0,07) — (2,74 ± 0,07) далеко выходит за пределы статистических ошибок.

Из полученных данных можно определить коэффициент поглощения в графите частиц, генерируемых регистрируемые ливни. Оказалось, что  $1/\mu = 108 \pm 10$  г/см<sup>2</sup>. Сравнительно большое значение коэф-

фициента поглощения, приближающееся к величине, соответствующей геометрическому сечению ядер углерода, показывает, что  $\delta$ -ливни и радиационные линии от мезонов большой энергии, возникающие в свинцовом блоке III, в нашей установке не играют сколько-нибудь заметной роли.

Об этом же говорят данные Коккони (<sup>2,3</sup>), который показал, что в аналогичной установке  $\delta$ -ливни от  $\mu$ -мезонов составляют не более 5% от полного эффекта.

Необходимо отметить, что в нашей установке поглощение первичных ливнегенерирующих частиц может обуславливаться не только образованием в фильтре I ливня за счет одно- или многоактного процесса, но и выбиванием  $\delta$ -нуклонов.

Однако эффективность поглощения в нашей установке существенно растёт с увеличением числа частиц в ливнях, образованных в фильтре I. „Ливни“ из двух частиц, возникшие в фильтре I, будут вызывать поглощение лишь с очень малой вероятностью. На основании данных, полученных Коккони с аналогичной установкой, также можно показать, что поглощение в графите, по крайней мере в основном, происходит за счет образования ливня с числом частиц больше 2.

Таким образом, можно считать, что ливни, образованные в фильтре и выключающие нашу установку, состоят из сравнительно большого числа частиц.

На этом основании установленное нами, по крайней мере одинаковое, поглощение генерирующих частиц в одинаковых массах графита и парафина является определенным аргументом в пользу предположения об образовании нескольких проникающих частиц в акте взаимодействия первичной частицы высокой энергии с одним нуклоном („одноактный процесс“).

В заключение авторы выражают благодарность чл.-корр. АН СССР В. И. Векслеру, А. Л. Любимову и М. И. Подгорецкому за плодотворное обсуждение постановки и результатов опытов.

Физический институт им. П. Н. Лебедева  
Институт химической физики  
Академии наук СССР

Поступило  
8 II 1951

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> Н. Биргер, В. Векслер, Н. Добротин и др., ЖЭТФ, **19** (1949).  
<sup>2</sup> G. Sospini, Phys. Rev., **75**, 1074 (1949).    <sup>3</sup> G. Sospini, *ibid.*, **76**, 984 (1949).