

А. Н. ГОРБУНОВ и И. В. ЧУВИЛО

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ ЧАСТИЦ В КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧАХ ПРИ ПОМОЩИ ПРОПОРЦИОНАЛЬНОГО СЧЕТЧИКА

(Представлено академиком С. И. Вавиловым 21 VI 1948)

Для исследования ядерных расщеплений, генерируемых космическими лучами, использовалась методика, подробно описанная нами ранее (1). В пропорциональном счетчике особой конструкции, разделенном по диаметральной плоскости на две части алюминиевой фольгой толщиной 40 μ , регистрировались совпадения между двумя полукруглыми „половинами“, вызванные сильно ионизирующими частицами. Порог чувствительности установки соответствовал образованию в каждом полукруглом цилиндре 2100—2800 пар ионов, что соответствует ионизации, производимой одновременно попадающими 25—33 релятивистскими частицами.

Чувствительность контролировалась с помощью источника γ -лучей, подносимого к пропорциональному счетчику на строго определенное расстояние, а также с помощью источника α -частиц, впаянного внутри счетчика.

В нашей предыдущей работе (1) было получено указание на наличие спонтанного распада нейтральной, проникающей части компоненты, ответственной за ядерные расщепления. Летом 1947 г. и зимой 1948 г. эта работа была продолжена на высотах 3860 и 4700 м над уровнем моря. Было измерено число ядерных расщеплений, регистрируемых пропорциональным счетчиком, окруженным свинцовым фильтром.

На высоте 4700 м над установкой помещался дополнительный графитовый фильтр, толщина которого соответствовала массе столба воздуха между двумя пунктами наблюдений (56 г/см²).

Если считать, что угловое распределение частиц, генерирующих ядерные расщепления, пропорционально $\cos^2 \alpha$, где α — угол с вертикалью, то и тогда через графитовый фильтр должно пройти более 90% генерирующих частиц. В действительности же надо считать, что через фильтр проходила еще большая доля генерирующих частиц.

Результаты измерений приведены в табл. 1.

Из таблицы видно, что слой воздуха поглощает компоненту, генерирующую расщепления, значительно сильнее, чем эквивалентный слой графита. Этот результат подтверждает наш вывод, сделанный на основании опытов, проведенных в 1946 г., относительно спонтанного распада генерирующей компоненты. Необходимо подчеркнуть, что результаты наших прежних опытов, в согласии с данными других авторов, приводят к значению потока генерирующих частиц порядка потока жесткой компоненты и, следовательно, устанавливают неионизирующий характер генерирующих частиц. Таким образом, наши результаты приводят к выводу о наличии в составе космического излучения нейтральных распадающихся частиц — нейтральных мезонов.

Число двойных совпадений в час

Чувствительность установки	3860 м, под 14 см Рb	4700 м, под 14 см Рb	4700 м, под 14 см Рb и 33 см С
25 рел. част. (2150 пар ионов) . . .	$13,2 \pm 0,6$	$20,3 \pm 0,9$	$15,5 \pm 0,7$
33 рел. част. (2850 пар ионов) . . .	$9,7 \pm 0,4$	$14,2 \pm 0,6$	$11,0 \pm 0,5$
Средняя	$11,2 \pm 0,3$	$16,8 \pm 0,5$	$13,0 \pm 0,4$
1947 г., %	100	$150 \pm 9,5$	$118 \pm 7,4$
1946 г., %	100	165	$142 \pm 24^*$

* В опытах 1946 г. вместо графитового фильтра был применен фильтр 20 см Al.

Нами были измерены эффективные сечения для поглощения проникающей части генерирующей компоненты в различных веществах

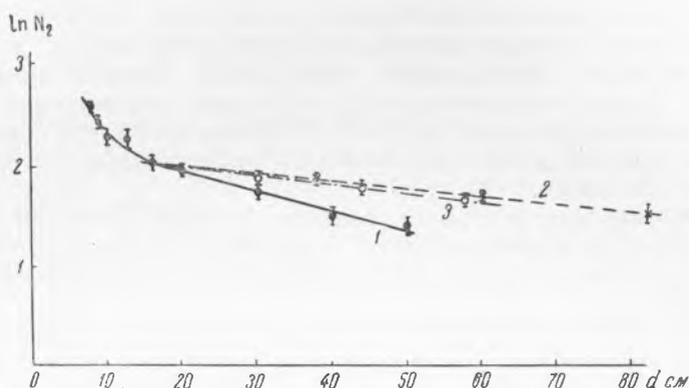


Рис. 1. Поглощение генерирующих ядерные расщепления частиц: 1 — в свинце, 2 — в графите, 3 — в алюминии

на высоте 3860 м. На свинец, окружавший счетчик, помещались дополнительные фильтры из различных веществ (свинца до 34 см, графита до 66 см, алюминия до 43 см). Для устранения зависимости результатов от чувствительности, различные фильтры чередовались между собой. Результаты этих опытов приведены на рис. 1.

Из полученных данных видно, что поглощение генерирующей компоненты, начиная с толщины свинца в 16 см, становится экспоненциальным, что свидетельствует о том, что генерирующие частицы поглощаются в одном акте взаимодействия с атомными ядрами. Эффективные сечения поглощения генерирующих частиц, вычисленные из полученных данных, приведены на рис. 2. Точки для С, Al и Рb хорошо ложатся на кривую $\sigma = 0,19 (A - Z)^{2/3} 10^{-25} \text{ см}^2$.

Точка для воздуха выпадает, что должно быть объяснено распадом генерирующих частиц. Следует отметить, что полученные значения для эффективных сечений хорошо согласуются с данными других авторов (2-6).

Нами были проделаны также опыты для установления связи между ядерными расщеплениями и ливнями из релятивистских частиц, образуемыми в больших толщинах свинца проникающими частицами (так на-

зываются «особые ливни». обнаруженные в работах Памирских экспедиций 1945 и 1946 гг. (7,8)). Схема опытов представлена на рис. 3. Измерялись двойные совпадения (1, 2), пятикратные (1, 2, 3, 4, 5), шестикратные (1, 2, 3, 4, 5, 6) и семикратные (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7). Зависимость числа двойных совпадений (1, 2) и пятикратных (1, 2, 3, 4, 5) от толщины свинца над счетчиками представлена на рис. 4. Обращает на себя внимание резко выраженный максимум при 3—4 см Pb (для тройных совпадений (1, 4, 5) нами получена обычная переходная кривая Росси с максимумом на 1½ см Pb). Наличие под свинцом корреляции между совпадениями в пропорциональном счетчике и группе быстродействующих счетчиков свидетельствует о присутствии в ливнях под свинцом большого числа сильно ионизирующих частиц, что хорошо согласуется с данными по «особым ливням», полученным с помощью управляемой камеры Вильсона Н. Г. Биргер (9).

На основании наших опытов нельзя, однако, исключить и другой возможности: в некоторой доле случаев двойные, а следовательно, и пятикратные совпадения вызываются очень плотным ливнем, образованным в свинце. Такие плотные ливни под большими толщинами свинца были также обнаружены Н. Г. Биргер (9) в управляемой камере Вильсона и Л. Н. Кораблевым, А. Л. Любимовым и А. В. Миллером (10) с помощью годоскопической установки.

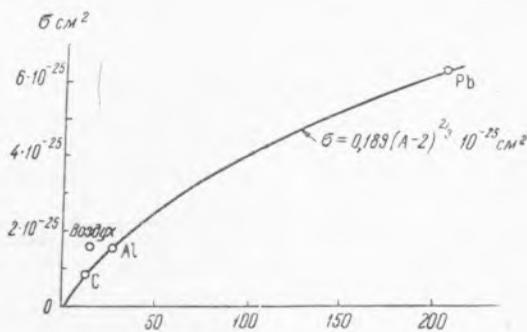


Рис. 2. Зависимость эффективного сечения поглощения генерирующих частиц от атомного веса

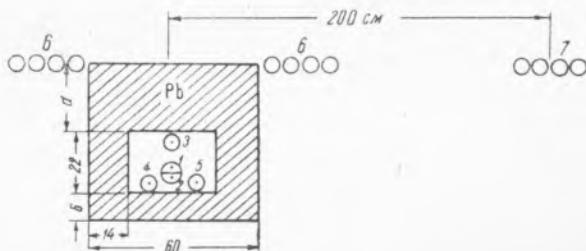


Рис. 3. $S_3 = S_4 = S_5 = 100 \text{ см}^2$, $S_6 = 1300 \text{ см}^2$, $S_7 = 900 \text{ см}^2$

Все же такая возможность представляется нам менее вероятной, так как число очень плотных ливней под свинцом получается в этом случае слишком большим.

Смещение максимума кривой двойных и пятикратных совпадений по сравнению с обычным максимумом кривой Росси следует, повидимому, связать с большими энергиями участвующих в процессе частиц.

Если считать, что первичными частицами, образующими максимум переходной кривой, являются электроны с большой энергией, то следует принять, что они возникают вблизи от установки, так как в противном случае они сопровождалась бы ливнем и число шестикратных совпадений было бы близко к числу пятикратных. Опыты же показывают, что число шестикратных совпадений в несколько раз меньше числа пятикратных. Не исключена возможность, что при образовании ливней под свинцом с участием релятивистских и сильно ионизирующих

частиц существенную роль играют быстро распадающиеся мезоны, образованные в свинце.

На высоте 3860 м нами были произведены опыты по измерению поглощения в различных веществах частиц, генерирующих „особые ливни“. Использовался треугольник из счетчиков, помещенный в свинцовый фильтр, выложенный изнутри графитом для исключения δ -ливней. Измерялось число тройных совпадений в зависимости от толщины фильтра, помещаемого над 25 см свинца. В качестве дополнительного фильтра использовался свинец, графит, алюминий, парафин.

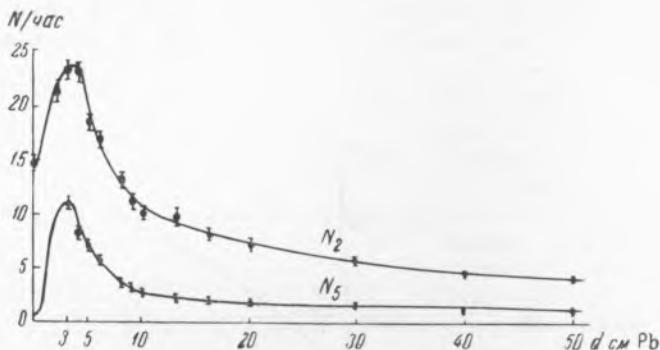


Рис. 4. N_2 — число двойных совпадений (1, 2), N_5 — число пятрных совпадений (1, 2, 3, 4, 5)

Кривые поглощения представляют собой экспоненты, свидетельствующие об одноактном поглощении компоненты, генерирующей особые ливни. Однако абсолютные значения сечений для всех перечисленных веществ получились приблизительно на 30% меньше, чем сечения, полученные нами для ядерных расщеплений. Возможно, это указывает на наличие заметной зависимости поглощения генерирующей компоненты от энергии ее частиц.

В заключение авторы выражают благодарность доктору Н. А. Добротину за участие в дискуссии.

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

Поступило
19 VI 1948

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. Н. Горбунов, ЖЭТФ, 18, 275 (1948). ² А. Widhalm, Z. f. Phys., 115, 481 (1940). ³ E. Fünfer, *ibid.*, 111, 351 (1938). ⁴ H. Wambacher, Sitzungsber. d. Acad. Wien, 149, 157 (1940). ⁵ W. Heitler, C. Powell and H. Heitler, Nature, 146, 65 (1940). ⁶ R. Young, Phys. Rev., 52, 559 (1937). ⁷ Г. Б. Жданов и А. Л. Любимов, ДАН, 55, 119 (1947). ⁸ В. И. Векслер, Л. В. Курносова и А. Л. Любимов, ЖЭТФ, 17, 1026 (1947). ⁹ Н. Г. Биргер, ДАН, 61, № 2 (1948). ¹⁰ Л. Н. Кораблев, А. Л. Любимов и А. В. Миллер, ДАН, 61, № 4 (1948).