

Академик П. И. ЛУКИРСКИЙ и Н. А. ПЕРФИЛОВ

РАСЩЕПЛЕНИЕ ПОД ДЕЙСТВИЕМ МЕЗОТРОНОВ

В одной из предыдущих работ (1) было показано, что медленные отрицательные мезотроны, прилипая к ядрам, дают расщепления за счет аннигиляции массы мезотрона. Суммарный импульс всех частиц, получающихся при таких расщеплениях, равняется нулю, так как скорость прилипающего мезотрона мала. Исследование числа расщеплений в собирающем электрическом поле показало(2), что эти расщепления, повидимому, обусловлены отрицательно заряженными мезотронами.

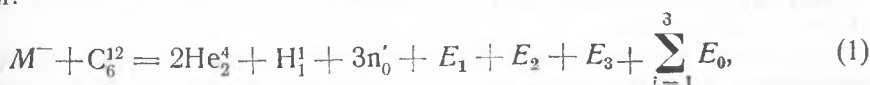
В настоящей работе мы рассмотрим ряд случаев, которые удалось выявить при дальнейшем изучении „звезд“ в фотопластинках, подвергавшихся действию космических лучей.

1. Прежде всего обратимся к четвертому треку, изображенному на рис. 1. Данный случай интересен тем, что у длиннопробежной частицы густота проявившихся зерен значительно меньше, чем на остальных трех. Это заставляет предполагать, что след вызван мезотроном. Далее, на этом треке густота зерен увеличивается по направлению к центру „звезды“. Отсюда следует заключение, что расщепление вызвано приходом этой частицы. В табл. приведены результаты измерения длины треков и средних расстояний между проявленными зернами Δ . Для первой частицы даны два значения Δ , на первых 60 μ пути и на остальных 83 μ , считая от центра „звезды“.

Таблица 1

| № частицы | Длина в μ | Δ | Пробег в воздухе в см. | Природа | Энергия в MeV | Импульс в CGS |
|-----------|---------------|----------|------------------------|-------------------|---------------|-----------------------|
| 1 | 143 | 3 и 4,62 | 20,5 | Мезотрон | — | — |
| 2 | 21,8 | 1,45 | 3,1 | α -частица | 4,64 | $9,7 \cdot 10^{-15}$ |
| 3 | 38 | 2,12 | 5,43 | Протон | 1,7 | $2,8 \cdot 10^{-15}$ |
| 4 | 35,3 | 1,86 | 5,0 | α -частица | 6,3 | $11,4 \cdot 10^{-15}$ |

Повидимому, в этом случае мы имеем дело с расщеплением ядра углерода за счет массы пришедшего отрицательного мезотрона по реакции:



где M — масса мезотрона, E — кинетическая энергия соответственных частиц. Кинетическая энергия мезотрона при захвате полагается близкой к нулю.

Подставляя численные значения, получаем для массы мезотрона:

$$M = 96 m_e + \sum_i E_0, \quad (2)$$

где m_e — масса электрона, а $\sum_i E_0$ — сумма кинетических энергий вырванных нейтронов. К сожалению, можно определить только минимальное значение этой суммы. Действительно, так как результирующий импульс при этом расщеплении должен равняться нулю, то по результирующему импульсу двух α -частиц и протона мы можем найти импульс трех нейтронов. Измерение углов между треками заряженных частиц позволяет найти его величину. Она в данном случае оказывается равной $23,6 \cdot 10^{-15}$. Очевидно, что минимальное значение суммы энергий нейтронов получится в том случае, если все нейтроны вылетели бы в одном направлении. Во всех других случаях сумма их энергий была бы больше. Вычисляя это минимальное значение энергии нейтронов и подставляя его в формулу (2), получаем для массы мезотрона неравенство

$$M > 292 m_e.$$

В данном случае мы имеем расщепление с резко выраженным импульсом для заряженных частиц, в отличие от тех ⁽¹⁾ ранее рассмотренных расщеплений, в которых результирующий импульс всех видимых частиц был близок к нулю. При расчете того типа расщеплений мы предполагали как единственную возможность, позволяющую сделать подсчет массы, что результирующий импульс нейтронов так же мал. В данном же случае мы можем непосредственно вычислить этот импульс нейтронов.

Этот расчет показывает, что встречаются и отрицательные мезотроны со значениями масс большими, чем обычно принятое значение $200 m_e$.

2. Другими случаями расщеплений, которые также приводят к большим значениям масс, являются расщепления с симметричным вылетом большого числа заряженных частиц. В таких расщеплениях мы по их симметрии можем полагать, что они происходят также за счет аннигиляции массы, а не за счет кинетической энергии какой-либо ударяющей частицы. В этом случае мы полагаем, что, помимо заряженных частиц, из ядер также выбрасываются и нейтроны, причем результирующий импульс этих нейтронов мы считаем малым. В расщеплениях с большим числом частиц такое предположение весьма вероятно.

На рис. 2 приведен случай симметричного вылета 12 частиц. В этом расщеплении имеет место как вылет α -частиц, так и вылет протонов. Кроме того, наблюдается так называемый „молоток“, так как одна из вылетевших частиц затем расщепляется на две, идущие в прямо противоположных направлениях. Этой частицей, повидимому, является Li^8 , распадающийся, как известно, на две α -частицы и электрон. Далее одна из частиц имеет очень короткий пробег и очень маленькое значение Δ . Вероятно, эта частица является ядерным остатком при расщеплении.

В данном случае, очевидно, может иметь место только расщепление или ядра серебра или ядра брома. Расчет этого расщепления можно произвести, предполагая, что остаточное ядро является устойчивым изотопом Ni при расщеплении серебра или S при расщеплении брома. При таком предположении мы считаем, что одновременно с заряженными частицами (5 α -частиц и 5 протонов) вылетают нейтроны. Второе

предположение, что вылета нейтронов не происходит и что получается неустойчивый изотоп, дающий цепь β -распадов, приводит, конечно к другому (всегда меньшему) значению массы.

Сделанный подсчет дает значения для массы аннигилирующей отрицательной частицы (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

| | 1-е предполо- жение | 2-е предполо- жение |
|-------------------|------------------------|------------------------|
| Бром | 640 m_e | 400 m_e |
| Серебро | 670 m_e | 420 m_e |

Мы видим, что в обоих случаях получаются массы, значительно больше, чем обычная масса мезотрона. Этот результат вполне естественен, так как вылет большого числа частиц за счет аннигиляции массы неизбежно должен привести к такому значению массы, почти вне зависимости от выбора типа расщепления.

При расчете аналогичного случая с 10 вылетевшими частицами мы получили значения, также сильно превышающие обычное значение 200 m_e .

3. Интересно далее отметить, что наблюдающиеся иногда „звезды“ имеют сложную структуру, которая показывает, что имеет место не только одно простое расщепление ядра за счет массы частицы или за счет ее кинетической энергии (в общем случае, может быть, за счет и той и другой причины). В некоторых случаях (рис. 3) на пути одной из частиц имеет место второе расщепление. Предположение о рассеянии частицы дало бы тройную вилку, предположение же о последовательном распаде одной из вылетевших частиц может быть исключено по ее ионизационной способности Δ . На рис. 3 такой случай второго расщепления указан стрелкой. На рис. 4 приведен случай расщепления, в котором частицы группируются около двух определенных взаимно противоположных направлений. Трудно было бы считать, что в этом случае имеет место одно расщепление с такой невероятной симметрией. Можно предположить, что в этом случае одна из быстрых частиц, получившихся при расщеплении ядра, с большой вероятностью вызвала расщепление одного из соседних ядер. О возможности таких последовательных расщеплений убеждают нас и случаи, в которых число заряженных частиц в „звезде“ больше, чем число протонов в ядре серебра.

Необходимо отметить, что в расщеплении, приведенном на рис. 4, имеются следы, вызванные мезотронами, которые получились при расщеплении ядер. В этом нас убеждает самый вид указанных следов, а именно: частое рассеяние на их пути. Два следа такого типа отмечены стрелками.

Радиевый институт
Академии Наук СССР

Поступило
3 V 1948

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ П. И. Лукирский и Н. А. Перфилов, ДАН, 54, 219 (1946). ² П. И. Лукирский и Н. А. Перфилов, ДАН, 61, № 2 (1948).