

ИЗ ТЕКУЩЕЙ ЛИТЕРАТУРЫ

ИССЛЕДОВАНИЕ ЯДЕРНЫХ РАСЩЕПЛЕНИЙ В КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧАХ С ПОМОЩЬЮ ФОТОПЛАСТИНОК

В последнее время фотопластины были с успехом применены для исследования ядерных расщеплений в космических лучах¹. Определение массы частицы основано на измерении количества зёрен выделяющегося серебра на единицу длины следа. Определяя это количество для протонов заданной энергии, мы можем прокалибровать пластинки, т. е. сопоставить удельное количество зёрен определённым удельным ионизациям. Если след частицы кончается в эмульсии, то известны и его пробег и удельная ионизация². Но пробег определяет энергию частицы, а удельная ионизация — её скорость. Знания этих двух величин достаточно для определения массы неизвестной частицы, в предположении, что её заряд равен единице. Погрешности, возникающие вследствие потускнения изображения в период между прохождением частицы и проявлением пластинки, сравнительно невелики. Это даёт возможность отличить следы мезонов от следов протонов, хотя отдельные измерения массы мезона нельзя считать особо точными.

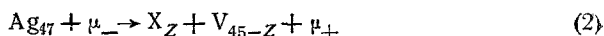
В результате изучения фотопластинок, экспонированных на высоте 2800 на Pic du Midi в Пигенелях, был обнаружен ряд новых интересных явлений. Из 65 следов мезонов, заканчивающихся в фотопластинке, 40 исчезают без образования каких-либо других следов. Можно думать, что при этом происходит распад мезона, и получающийся при распаде электрон с энергией порядка $5 \cdot 10^7$ eV не оставляет следа на пластинке. В конце 15 следов мезонов наблюдаются звёзды, т. е. ядерные расщепления с 2 и более следами, остальные 10 следов заканчиваются с образованием одной ионизирующей частицы. Вероятность случайного совпадения конца следа мезона (ионизация вдоль следа мезона растёт до точки встречи следов) с началом другого следа равна 10^{-9} .

В двух случаях след мезона кончается с образованием другого следа мезона. Массы первоначального и конечного мезонов одного порядка (350 ± 5 и 330 ± 50 электронных масс). Так как оба следа возникли одновременно, то потускнение пластинки должно было на них сказаться в равной мере, и разность масс во всяком случае не превосходит 100 электронных масс. Если предположить, что масса первоначального и конечного мезонов тождественна, то конечный мезон должен откуда-то получить свою конечную энергию равную 2 MeV (кинетическая энергия начального мезона равна нулю). Ядерные реакции

$$X_Z^A + \mu_- \rightarrow X_{Z-2}^A + \mu_+ \quad \text{и} \quad X_Z^A + \mu_+ \rightarrow X_{Z+2}^A + \mu_- \quad (1)$$

где X — ядро атомного веса A и атомного номера Z , а μ_- , μ_+ — отрицательный и положительный мезоны, идут не с выделением, а с поглощением энергии и не могут вызвать указанного превращения одного мезона

в другой. Деление ядра серебра при поглощении мезона согласно схеме



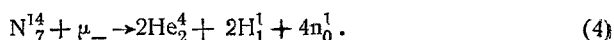
энергетически возможно однако его вероятность должна быть весьма мала.

Поэтому есть основания полагать, что массы начального и конечного мезонов различны^{3,4}. При этом возможен как распад более тяжёлого мезона на более лёгкий и квант света⁵, так и реакции типа (1), скажем, с ядром C_6^{12} :



Такая реакция произойдёт в случае, если разность масс будет порядка 60.

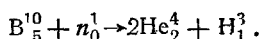
Если процесс является распадом, то энергия кванта, считая его импульс равным и противоположным импульсу вторичного мезона, равна 25 MeV. Рассмотрение других пластинок показало два случая образования мезона при ядерных расщеплениях. Общее число наблюдаемых расщеплений равно 1600, из них 170 имеют достаточно большую энергию, чтобы в них мог образоваться мезон. Таким образом, только в 1 из 800 ядерных расщеплений наблюдается образование мезона; однако это, возможно, связано с невозможностью регистрировать с помощью фотопластинок мезоны с энергией > 5 MeV. Поскольку из 1600 ядерных расщеплений только 15 были обусловлены мезонами, можно сделать вывод, что основная масса ядерных расщеплений вызывается не мезонами, а протонами и нейтронами. Отношение того же порядка (1:100) для числа звёзд, образованных мезонами, к общему числу звёзд получается из сравнения поглощения мезонов в свинце⁶ на высоте 4200 м и числа звёзд, образующихся в свинцовой пластинке такой же толщины на этой высоте. Авторы пытаются определить массу мезона, исходя из предположения, что расщепление, вызванное мезоном, является расщеплением ядра азота по схеме⁸,



При этом вычисляется максимальная энергия нейтронов, необходимая из соображений сохранения импульса, и для массы мезона находится значение 240 ± 50 электронных масс, что совпадает с наблюдением по числу зёрен. Однако эти выводы, как признают сами авторы, могут оказаться неправильными, так как при расщеплении ядра брома или серебра мезоном с вылетом наблюдаемых частиц поглощается энергия того же порядка, а согласно последним данным расщепление тяжёлых ядер более вероятно, нежели расщепление лёгких^{9,12}.

В другой статье Оккиалини и Лэттс¹³ сообщают о методе обнаружения нейтронов в космических лучах с помощью тех же фотопластинок.

Известно, что бор под действием быстрых нейтронов расщепляется по схеме



Авторы сперва облучали лабораторными нейтронами с энергией 13,4 MeV пластинки, покрытые солями борной кислоты. При этом получались тройные вилки. Измерение энергии частиц в одной из таких вилок по их пробегаем даёт 13,8 MeV, что хорошо совпадает с суммой энергии нейтрона и энергии, выделяющейся в реакции, равной 0,4 MeV.

Сравнение векторной суммы импульсов с импульсом нейтрона также даёт хороший результат. Затем авторы экспонировали такие, покрытые солями бора, пластинки на высоте 2800 м и обнаружили ряд расщеплений, весьма сходных с наблюдавшимися в лабораторных условиях. Одно из таких расщеплений рассматривается более подробно.

Все три следа кончаются в эмульсии и дают $26,5 \pm 1,5$ MeV и $2,9 \pm 0,2$ MeV для энергий α -частиц и $7,4 \pm 0,1$ MeV для энергии тритона (H_1^3).

Построим диаграмму импульсов и предположим, что генерирующая частица нейтрон; тогда получаем для её энергии $45 \pm 8,5$ MeV, в то время как сумма кинетических энергий заряженных частиц $36,8 \pm 1,8$ MeV. Если, наоборот, вычислить из суммарных импульсов и энергии α -частиц и тритона массу генерирующей частицы, то она оказывается равной $1,23 \pm 0,30$, т. е. в пределах ошибки, равной массе нейтрона.

Всё это даёт основание считать отождествление нейтрона безукоризненным. Авторы считают, что указанный метод применим вплоть до энергий нейтронов в 100 MeV.

Большое число подобных расщеплений является поэтому непосредственным доказательством присутствия заметного числа нейтронов больших энергий в космических лучах на высоте 3 км, и значительная вероятность такого процесса ещё раз убеждает нас в нейтронной природе компоненты космических лучей, генерирующей звёздные расщепления.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Lattes, Muirhead, Occialini and Powell, Nature, **159**, 694 (1947).
2. Lattes, Fowler and Cner, Nature, **159**, 301 (1947).
3. Hughes, Phys. Rev., **69**, 371 (1946).
4. L'epince, Ringuet et L'Heritcer, Journ. Phys. et Rad., **7**, 65 (1946).
5. Wentzel, Rev. of Mod. Phys., **9**, 4 (1947).
6. Hall, Phys. Rev., **66**, 320 (1944).
7. Powell, Phys. Rev., **6**, 385 (1946).
8. П. И. Лукирский, ДАН, **54**, 219 (1946).
9. Fermi, Teller and Weisskopf, Phys. Rev., **71**, 314 (1947).
10. Wheeler, Phys. Rev., **71**, 320 (1947).
11. Conversi, Pancini and Piccioni, Phys. Rev., **71**, 209 (1947).
12. Sigurgeirson and Yamakawa, Phys. Rev., **71**, 319 (1947).
13. Lattes and Occialini, Nature, **159**, 332 (1947).

П. Немировский